СПРАВОЧНАЯ КНИГА

ДЛЯ

ГОРНЫХЪ ИНЖЕНЕРОВЪ И ТЕХНИКОВЪ

ПО ГОРНОЙ ЧАСТИ

СОСТАВЛЕННАЯ ПО ПОРУЧЕНІЮ

ГОСПОДИНА МИНИСТРА ГОСУДАРСТВЕННЫХЪ ИМУЩЕСТВЪ.

ТОМЪ II.

ГОРНОЕ ИСКУССТВО

СОСТАВИЛЪ

ГРИГОРІЙ ДОРОШЕНКО,

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕРЪ, Б. ПРОФЕССОРЪ ГОРНАГО ИНСТИТУТА.

(Атласъ съ 106 таблицами чертежей.)

С.-ПЕТЕРБУРГЪ, 1880.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

(Вас. Остр., 9 лин., № 12.)

Напечатано по распоряжению Горнаго Ученаго Комитета.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Русская техническая литература не имѣетъ ни одного полнаго руководства по Горному Искуству. Я не считаю курса Узатиса (изданіе 1843 г.), уже совершенно устарѣвшаго и въ настоящее время составляющаго библіографическую рѣдкость. Такой важный, существенный пробѣлъ въ нашей Горной литературѣ не могъ наконецъ быть незамѣченнымъ. Предлагаемая Справочная книга, составленная по порученію Его Высокопревосходительства Господина Министра Государственныхъ Имуществъ, имѣетъ цѣлью пополнить хотя частію этотъ пробѣлъ, представляя сжатое, но полное собраніе данныхъ по всѣмъ частямъ Горнаго Искусства.

Принимая во вниманіе отсутствіе на русскомъ языкѣ полныхъ курсовъ Горнаго Искусства, мнѣ казалось невозможнымъ ограничиться представленіемъ однихъ числовыхъ данныхъ, которыя для такого предмета, какъ Горное Искусство, не могутъ по существу дѣла играть той роли, какая присуща имъ напр. въ Практической Механикѣ. Вслѣдствіе этого я принужденъ былъ прибѣгнуть къ общимъ разсужденіямъ и описаніямъ, относящимся до горныхъ работъ, рудничной доставки и проч. Впрочемъ, во всѣхъ этихъ случаяхъ я ста-

рался вести изложеніе по возможности сжато, поэтому нѣкоторыя части не имѣютъ, можетъ быть, желаемой ясности, что можетъ быть оправдано обязательно ограниченными размѣрами книги.

Въ иностранной Горной литературѣ мнѣ не извѣстно ни одного сочиненія, которое подходило бы къ характеру нашей „Справочной книги". Vademecum Гартмана всегда мнѣ казался наименѣе заслуживающимъ подражанія; достаточно сказать, что въ этомъ сочиненіи нѣтъ ни одного чертежа, изложеніе же Горнаго Искусства, особенно въ сжатомъ видѣ, безъ чертежей, по моему мнѣнію не мыслимо. Справочная книга Demanet отличается малымъ количествомъ числовыхъ данныхъ и крайнею неполнотою.

Кромѣ такихъ, всѣмъ извѣстныхъ, классическихъ сочиненій, какъ Комба, Понсона, Бюра, Каллона и Лотнера, я пользовался обильнымъ матеріаломъ, разбросаннымъ по періодическимъ изданіямъ. Къ сожалѣнію, Горная иностранная литература, представляющая необыкновенно богатое собраніе описаній частныхъ случаевъ различныхъ горныхъ работъ, рудничныхъ устройствъ и пр., отличается малымъ числомъ обобщеній, что отчасти можетъ быть оправдано характеромъ самого предмета, какъ искусства, а не науки съ опредѣленными основными законами. Вслѣдствіе вышеприведенныхъ причинъ, составленіе справочной книги по Горному Искусству во многихъ частяхъ представляется очень затруднительнымъ, и я полагаю, что этимъ послѣднимъ обстоятельствомъ можно объяснить отсутствіе подобныхъ сочиненій въ Горной литературѣ, богатой подробными трактатами по разнымъ отдѣламъ Горнаго Искусства.

Желая представить въ „Справочной книгѣ" возможно

большее количество данныхъ, я принужденъ былъ пользоваться по преимуществу практикой иностранныхъ рудниковъ, такъ какъ свѣдѣнія о тѣхъ изъ нашихъ рудниковъ, работы и различныя устройства которыхъ наиболѣе соотвѣтствуютъ современному развитію этого дѣла на Западѣ, крайне скудны; наша литература почти ничего не даетъ въ этомъ отношеніи; тѣ же данныя, которыя я имѣлъ случай получить на нашихъ рудникахъ, не всегда представлялись достаточными, чтобы могли служить для общихъ выводовъ.

Исходя изъ того положенія, что предметъ Горнаго Искусства долженъ обнимать собою не только изученіе способовъ отысканія и добычи полезныхъ ископаемыхъ, но и приведенія ихъ въ состояніе годности для цѣлей металлургическихъ или вообще для употребленія въ промышленности, я помѣстилъ въ концѣ „Справочной книги“ главы о механическомъ обогащеніи минеральныхъ веществъ. Къ сожалѣнію, слишкомъ разросшіеся размѣры настоящаго тома сравнительно съ первоначально предполагаемыми не позволили мнѣ помѣстить данныхъ о брикетномъ производствѣ. Весь матеріалъ поэтому предмету былъ у меня уже вполнѣ собранъ и почти обработанъ.

Въ соотвѣтствующія главы этого тома „Справочной книги“ не вошли данныя, относящіяся до различнаго рода рудничныхъ машинъ, какъ напр. вентиляторовъ, насосовъ, машинъ, служащихъ вообще для передвиженія грузовъ и т. п., они помѣщены въ Томѣ I, составленномъ профессоромъ И. А. Тиме. Я долженъ однако здѣсь оговориться, что выдѣленіе изъ круга вѣдѣнія Горнаго Искусства вышепоименованныхъ механическихъ устройствъ — я считаю совершенно искусственнымъ. Я основываю свое мнѣніе на той неразрывной связи, которая существуетъ между организмомъ рудника и

принадлежащими ему механическими устройствами, какъ частями этого организма. Современное состояніе и направленіе Горнаго дѣла, мнѣ кажется, вполнѣ подтверждаетъ такое мнѣніе. Впрочемъ, принявъ въ соображеніе характеръ предлагаемой „Справочной книги", такое раздѣленіе можетъ быть допущено.

Я далекъ отъ мысли считать свой посильный трудъ непогрѣшимымъ, и при пользованіи имъ на практикѣ навѣрное встрѣтятся въ немъ пропуски, не точныя числовыя данныя и т. п. Вслѣдствіе этого, обращаюсь къ просвѣщенному содѣйствію Горныхъ Инженеровъ и прошу ихъ, въ виду пользы дѣлу, которому мы служимъ, сообщать свои замѣчанія и указывать на встрѣченныя ими ошибки. Всѣ подобныя указанія будутъ приняты мною съ полною признательностію.

Григорій Дорошенко.

1880 годъ.

СОДЕРЖАНІЕ

ВТОРАГО ТОМА СПРАВОЧНОЙ КНИГИ.

ГЛАВА I.

Поиски и развѣдки мѣсторож. полезныхъ ископаемыхъ.

[Номера параг. 1—27. — Стр. 1—22. — Табл. 1—4]

A. Поиски.

1. Опредѣленіе поиска и развѣдки. — 2. Геологическое строеніе данной мѣстности. — 3. Внѣшнее очертаніе мѣстности. — 4. Спутники рудныхъ мѣсторожденій. — 5. Обломки, валуны и галька. — 6. Горныя обнаженія. — 7. Цвѣтныя полосы. — 8. Источники. — 9. Растительность. — 10. Общій ходъ поисковыхъ работъ ..... Стр. 1—6

B. Развѣдочныя работы.

11. Назначеніе предварительныхъ и детальныхъ развѣдокъ. Развѣдка жильныхъ мѣсторожденій. — 12. Благонадежность мѣсторожденія. Содержаніе рудъ. — 13. Детальная развѣдка рудныхъ жилъ. — 14. Развѣдка на каменный уголь. — 15. Числовыя данныя относительно шурфовъ. — 16. Общія замѣчанія относительно провода шурфовъ..... 6—10

C. Развѣдочное буреніе.

17. О размѣрахъ развѣдочныхъ скважинъ 11

Буровой снарядъ. — 18. Ушковая часть, уравнительный винтъ, его размѣры. — 19. Буровая штанга, буровая вилка и ключъ. Ударная штанга. Размѣры штангъ. — 20. Нижняя часть бурового снаряда. Пустотѣлые буры: буравъ, рѣзакъ, чер-

Стр.

пакъ и свитокъ. Сплошные буры.—21. Ловильные инструменты ..... 11—14

Производство буренія. — 22. Буреніе скважинъ глубиною до 1 саж. и до 8 саж. — 23. Буреніе скважинъ глубиною до 15 саж. Коперъ. Мачта. — 24. Буреніе скважинъ глубиною до 30 саж. Буровой станокъ. Кулиса Эйнгауссена.. 15—17

Крѣпленіе скважинъ. 25. — Непрерывныя и потайныя трубы. Толщина стѣнокъ трубъ, соединеніе клиньевъ, скленка, число и діаметръ заклепокъ. Опусканіе трубъ. Обратная добыча трубъ. Соотношеніе между діаметрами трубъ и буровъ. — 26. Журналъ буровыхъ работъ. — 27. Стоимость буровыхъ инструментовъ и провода буровой скважины. Примѣчаніе, пробникъ и рватель ..... 17—22

ГЛАВА II.

Горныя работы.

[Номера параг. 28—75. — Стран. 23—82. Табл. 5—15.]

28. Свойства горныхъ породъ, вліяющія на способы ихъ добычи. — 29. Горныя работы ..... 23—24

a. Лопатная работа.

30. Лопата, черпакъ, гребокъ, вила, грабля, заступъ. Размѣры вышеназванныхъ инструментовъ. Производительность лопатной работы ..... 24—25

b. Кайловая работа.

31. Одно-лопастная кайла, ея размѣры. Дву-лопастная кайла, ея размѣры. Врубовой молотокъ и горное долото. Образованіе вруба. Приготовленіе и ремонтъ кайлъ. Производительность ..... 25—27

c. Кирковая работа.

32. Кирка, ея размѣры, приготовленіе и ремонтъ. Молотокъ. Работа киркою. Производительность ..... 27—28

d. Клиновая работа.

33. Клинья, ихъ размѣры и приготовленіе. Балда. Примѣненіе клиновой работы. Игла-клинъ ..... 28—29

e. Порохострѣльная работа.

Инструменты и припасы. — 34. Буры и ихъ размѣры. Приготовленіе буровъ, закалка, ремонтъ. Буры изъ литой

стали. Діаметръ шпура. — 35. Молотокъ. — 36. Чищалка. забойникъ и штревель. Затиральникъ и клещи.—37. Порохъ. Затравки простыя и Бикфорда. Сѣрянки ..... Стр. 29—34

Производство порохострѣльной работы.—38. Выборъ мѣста для заложенія шпура. — 39. Проводъ шпуровъ. — Наивыгоднѣйшія размѣры шпура. — 40. Заряженіе шпура, величины заряда. — 41. Время, потребное на выбураніе шпуровъ. Производительность порохострѣльной работы — 42. Числовыя данныя относительно расхода пороха и времени для добычи опредѣленнаго объема породъ. — 43. Расходъ пороха и времени для провода штрека на 1 пог. саж. Процентное соотношеніе между различными расходами при порохострѣльной работѣ. — 44. Сравненіе одноручнаго и двуручнаго бурепія ..... 35—44

f. Работа динамитомъ.

45. Динамитъ, свойство динамита. Патроны.—46. Перевозка динамита. — 47. Пріемка динамита. — 48. Храненіе динамита. — 49. Капсюли и затравки для динамита ..... 44—48

50. Размѣры шпуровъ и ихъ положеніе. Соотношеніе между различными элементами заряженнаго шпура. Опредѣленіе вѣса заряда. —51. Выборъ надлежащаго номера динамита. —52. Заряженіе шпуровъ динамитомъ.—53. Производительность работы динамитомъ — 54. Общія замѣчанія о динамитѣ. Сравненіе динамита съ порохомъ. Паленіе шпуровъ электричествомъ ..... 48—55

Машины, примѣняемыя при горныхъ работахъ.

55. Коэффиціентъ полезнаго дѣйствія человѣка при горныхъ работахъ. Необходимость прибѣгать къ пользованію неодушевленнымъ двигателемъ ..... 55—56

A. Перфораторы.

56. Перфораторъ Лисбе.—57. Перфораторъ Weaber'a.—58. Перфораторъ Іордана. — 59. Перфораторъ Дюбуа-Франсуа, устройство, буры, производительность. — 60. Перфораторъ Шрама.—61. Перфораторъ Дарлингтона.—62. Различныя данныя, относящіеся до провода штольнообразныхъ выработокъ при помощи перфораторовъ. Форма поперечнаго сѣченія выработки, рельсовый путь. Расположеніе шпуровъ. Скорость работы ..... 56—64

Организація работы. — 62 bis. Системы организаціи работы. механическаго буренія. Взрывчатый составъ, вѣсъ заряда, забойка. Порядокъ взрыва шпуровъ. Время потребное собственно на буреніе. — 63. Число шпуровъ, ихъ расположеніе и пр. Результаты механическаго буренія шпуровъ,

Стр.

расходъ пороха, время потребное на установъ на рамы перфоратора. — **64.** Примѣненіе перфораторовъ къ проводу шахтъ ..... 64—68

Компрессоры. — **65.** Системы компрессоровъ: система Кокериль, система рудниковъ въ Blanzy, системы Колладона и Дюбуа-Франсуа. — **66.** Выборъ системы Компрессоровъ .. 68—71

67. Резервуары для сжатаго воздуха. — **68.** Воздухопроводы. Размѣры воздухопроводовъ. Соединеніе чугунныхъ, желѣзныхъ и каучуковыхъ трубъ. Укладка трубъ ..... 71—73

69. Стоимость полнаго устройства для механическаго бурения шпуровъ: 1) стоимость компрессоровъ, 2) стоимость резервуара, 3) стоимость воздухопроводовъ, примѣры, 4) Общая стоимость всего устройства, 5) стоимость единицы объема сжатаго воздуха, 6) стоимость перфораторовъ. 7) полная стоимость всего устройства для одного забоя. — **70.** Полный расходъ по механическому бурению шпуровъ для 1 пог. саж. квершлага. Примѣчаніе ..... 73—77

B. Врубовыя машины.

71. Врубовая машина Винстенлея, размѣры и стоимость. — **72.** Машина Глидля, размѣры и стоимость. — **73.** Замѣчаніе вообще о врубовыхъ машинахъ ..... 77—79

C. Углеотбойныя машины.

74. Гидравлическій клинъ Леве, цѣна 80

75. Прибавленіе. Вѣсъ горныхъ инструментовъ, приготовленіе ихъ и ремонтъ ..... 80—82

ГЛАВА III.

Горныя выработки, проводъ ихъ и крѣпленіе.

[Номера параг. 76—150. Стран. 83—156. — Табл. 16—38.]

76. Опредѣленіе различныхъ видовъ горныхъ выработокъ 83

A. Штольнообразныя выработки.

77. Штольня. Разновидности штолень. Условія соблюдаемыя при проводѣ штолень. — **78.** Размѣры поперечнаго сѣченія штолень и другихъ штольнообразныхъ выработокъ. Уклонъ штолень. — **79.** Штреки. Этажные, основные, возстающіе и діагональные штреки. Полевой штрекъ, флюгельортъ, ортъ. Проводъ штрековъ и размѣры поперечнаго ихъ сѣченія. — **80.** Квершлаги. Размѣры поперечнаго сѣченія квершлаговъ. — **81.** Проводъ штольнообразныхъ выработокъ. — **82.** Примѣры провода штольнообразныхъ выработокъ ..... 83—91

Стр.

Крѣпленіе штольнообразныхъ выработокъ. — 83. Способы предохраненія отъ обваловъ.—84. Деревянное крѣпленіе. Породы лѣса для крѣпей, продолжительность службы крѣпи. Условія благопріятствующія продолжительности службы крѣпи.—85. Средство противъ гніенія крѣпи.—86. Форма лѣсныхъ матеріаловъ.—87. Различные виды крѣпей. Дверной окладъ, сплошная крѣпь. Соединеніе стойки съ перекладомъ. — 88. Забивная крѣпь ..... 91—96

89. *Каменное крѣпленіе.* Естественный камень и кирпичъ. Обыкновенный и гидравлическій цементъ, различные составы для гидравлическаго цемента, испытаніе цемента. — 90. Кладка крѣпи, толщина стѣнъ и сводовъ. — 91. Случаи крѣпленія штрековъ камнемъ. Вычерчиваніе элиптической крѣпи. Основаніе для стѣнъ каменной крѣпи. Каменная крѣпь въ сыпучихъ и плывучихъ породахъ ..... 96—100

92. *Крѣпленіе желѣзомъ.* Примѣненіе старыхъ рельсовъ для крѣпленія штольнообразныхъ выработокъ. — 93. Стоимость крѣпленія различными матеріалами ..... 100—102

B. Шахтобразныя выработки.

94. Шахта. Назначеніе шахтъ, число шахтъ на рудникѣ. Отдѣленія для подъемовъ, насосовъ и лѣстницъ. — 95. Положеніе шахтъ, вертикальныя и наклонныя шахты. — 96. Форма поперечнаго сѣченія шахтъ. — 97. Размѣры поперечнаго сѣченія шахтъ. Примѣры расположенія различныхъ отдѣленій шахты. — 98. Размѣры отдѣленій шахты. — 99. Выборъ мѣста для заложенія шахтъ..... ..... 102—107

Проводъ шахтъ и ихъ крѣпленіе.

100. Углубленіе шахты, расположеніе вруба, расположеніе шуровъ ..... 107—108

A. Породы болѣе или менѣе устойчивыя.

a. Притокъ воды незначительный.

101. Деревянное крѣпленіе. Вѣнцы, вѣнцевая крѣпь на стойкахъ, вандруты. Полная срубовая крѣпь. — 102. Крѣпленіе камнемъ. Гидравлическій цементъ. — 103. Крѣпленіе камнемъ непрерывно. — 104. Крѣпленіе участками. — 105. Толщина стѣнокъ. — 106. Примѣненіе желѣза для крѣпленія шахтъ. — 107. Примѣры крѣпленія шахтъ ..... 108—118

б. Притокъ воды значительный.

108. Способы углубленія и крѣпленія шахтъ при значительномъ притокѣ воды .... 118—119

1. Кувеляція шахтъ.

Стр.

109. Кувеляція шахтъ деревомъ. Заклиненные и накладные вѣнцы. Укладка вѣнцовъ. — **110.** Опредѣленіе размѣровъ крѣпи, толщина стѣнокъ и высота вѣнцовъ. — **111.** Стоимость деревянной кувеляціи ..... 119—124

112. Кувеляція чугуномъ. Сооруженіе крѣпи. — **113.** Сегменты, ихъ размѣры. — **114.** Толщина стѣнокъ сегментовъ. — **115.** Расклинка крѣпи. — **116.** Примѣры ..... 125—128

117. Каменная кувеляція, сооруженіе крѣпи. — **118.** Толщина стѣнокъ. — **119.** Трубки для стока воды, гнѣзда для раскалотовъ. — **120.** Кувеляція кампемъ по частямъ ..... 128—131

121. Сравненіе трехъ системъ кувеляціи шахтъ ..... 131—132

2. Проводъ и крѣпленіе шахтъ по способу Кинди-Шадрона.

122. Сущность способа Кинда-Шадрона. — **123.** Инструменты, буры, буровыя штанги. — **124.** Очистка шахты отъ буровой муки. Ловильные инструменты. — **125.** Буреніе, устройство буровой башни. — **126.** Кувелированіе шахты. — **127.** Размѣры крѣпи. Моховая набивка. — **128.** Поперечное сѣченіе штангъ. — **129.** Заполненіе бетономъ. — **130.** Устройство основанія подъ моховую набивку. — **131.** Примѣры. — **132.** Средніе выводы ..... 132—143

B. Породы рыхлыя, сыпучія или плывучія.

133. Забивная крѣпь. Примѣры забивной крѣпи ..... 143—144

C. Породы плывучія въ высшей степени.

134. Способы провода шахтъ при породахъ плывучихъ въ высшей степени, съ большимъ притокомъ воды 144

a. Опускная крѣпь, отливъ воды насосами.

135. Каменная опускная крѣпь. Сооруженіе крѣпи. Рѣжущій башмакъ. Чугунная опускная крѣпь. Деревянная опускная крѣпь ..... 144—145

b. Опускная крѣпь безъ отлива воды.

136. Проводъ шахты при помощи мѣшечнаго бура. — **137.** Примѣры провода шахъ мѣшечнымъ буромъ. — **138.** Вращеніе бура. — **139.** Укрѣпленіе башмака ..... 146—148

140. Способъ Триже. — **141.** Примѣненіе способа Триже на значительной глубинѣ. — **142.** Примѣненіе способа Триже въ Серенъ. — **143.** Способъ Триже на шахтѣ Louvière. Примѣчаніе ..... 148—151

144. Способъ Гибаля. Примѣненіе этого способа на шахтѣ Bonne-Esperance ..... Стр. 151—152

С. Крѣпленіе нѣкоторыхъ спеціальныхъ выработокъ.

145. Крѣпленіе въ пунктѣ пересѣченія или соединенія двухъ штольнообразныхъ выработокъ. — 146. Крѣпленіе рудничныхъ дворовъ. — 147. Крѣпленіе рудничныхъ дворовъ старыми рельсами. — 148. Крѣпленіе рудничныхъ дворовъ деревянными и каменными сводами. — 149. Соединеніе шахтной крѣпи съ крѣпью рудничнаго двора. — 150. Крѣпленіе помѣщеній для машинъ ..... 152—156

ГЛАВА IV.

Подготовительныя и очистныя работы.

[Номера параг. 151—262. Стран. 157—248. — Табл. 29—39.]

I. Подземныя работы.

1. Подготовка мѣсторожденій къ очистной добычѣ.

151. Открытіе рудника, открытіе рудника шахтами или штольнами. — 152. Число шахтъ на рудникѣ. — 153. О размѣрахъ шахтъ и штолень, выборъ мѣста для нихъ. — 154. Общій ходъ подготовки шахтами. — 155. Подготовка штольной. — 156. Порядокъ подготовки этажей. — 157. Размѣры подготовительныхъ выработокъ. — 158. Предохранительные столбы. — 159. Глубина шахтъ. — 160. Направленіе, по которому должны быть подготовляемые этажи — 161. Порядокъ разработки параллельныхъ пластовъ. — 162. Соотношеніе между развитіемъ подготовительныхъ работъ въ различныхъ этажахъ или поляхъ ..... 157—168

2. Очистныя работы.

Крѣпленіе очистныхъ выработокъ.

163. Стойки и переклады. — 164. Подводы. — 165. Металлическія стойки ..... 168—170

Системы очистныхъ работъ.

166. Раздѣленіе очистныхъ выработокъ на группы. — 167. Главныя условія, которымъ должны удовлетворять очистныя работы. — *Примѣчаніе.* Раздѣленіе пластовъ по ихъ мощности и паденію ..... 171—172

А. Разработка пластовыхъ мѣсторожденій, преимущественно каменноугольныхъ.

Стр.

168. Условія, опредѣляющія выборъ системы очистной выемки.—**169.** Работы при очистной выемкѣ.—**170.**—*a.* Врубка и отбойка. — **171.** *b.* Доставка отъ забоя къ откаточнымъ путямъ.—**172.** *c.* Крѣпленіе очистной выработки.—*d.* Закладка выработаннаго пространства. — **173.** *e.* Образованіе ходовъ. — **174.** Условія, вліяющія на стоимость добычи. — **175.** 1. Мощность пласта, производительность пласта и полезная работа забойщика. — **176.** 2. Составъ пласта. Закладка. — **177.** 3. Уголъ паденія пласта — **178.** 4. Крѣпость угля. — 5. Качество породъ висячаго и лежачаго бока. — **179.** 6. Величина перемѣщенія плоскости забоя въ смѣну. — **180.** 7. Ширина забоя.—**181.** 8. Организація работъ у забоя..... 172—184

а) Системы очистныхъ работъ для пластовъ малой и средней мощности.

1. Потолкоуступная работа.

182. Случаи примѣненія. Сущность работы. — **183.** Частные случаи. — **184.** Подготовка этажей. — **185.** Видоизмѣненіе потолкоуступной работы. — **186.** Крѣпленіе очистныхъ выработокъ при потолкоуступной работѣ. — **187.** Наивыгоднѣйшая высота уступовъ. —**188.** Способы доставки угля отъ забоя къ главному откаточному штреку. — **189.** Производительность забойщика..... 184—190

2. Сплошная выемка.

190. Случаи примѣненія, виды сплошной выемки.—**191.** Сплошная выемка однимъ непрерывнымъ забоемъ. — **192.** Сплошная выемка отступающимъ забоемъ. —**193.** Сплошная выемка по возстанію. — **194.** Сплошная выемка по діагональному направленію. — **195.** Сплошная выемка по простиранію. — **196.** Сравненіе системъ выемокъ по простиранію и по возстанію. — **197.** Примѣры..... 191—194

3. Столбовая выемка.

198. Случаи примѣненія, сущность работы. — **199.** Столбовая работа по простиранію.—**200.** Подготовка діагоналями.—**201.** Подготовка бремсбергами — **202.** Высота полей, длина полей.— **203.** Выемка столба.— **204.** Правила Лоттнера для столбовой разработки по простиранію. — **205.** Столбовая разработка по діагональному направленію и по возстанію—**206.** Примѣры. — **207.** Столбовая выемка участками (pannel work).—**208.** Столбовая выемка въ Ю. Россіи. 194—204

b) Разработка мощныхъ пластовъ.

a) Системы очистныхъ работъ безъ закладки выработаннаго пространства.

1. Выемка съ обрушеніемъ кровли.

209. Столбовая выемка съ обрушеніемъ кровли въ Силезіи и Домбровѣ.— **210.** Выемка столбовъ. Производительность забойщика. — **211.** Расходъ лѣса. — **212.** Стоимость добычи угля ..... Стр. 204—208

2. Система разработки обрушеніемъ.

213. Система разработки обрушеніемъ угля въ Кладно 208

3. Выемка съ оставленіемъ столбовъ.

214. Опытъ примѣненія этой системы въ Силезіи. Примѣненіе этой системы въ Англіи ..... 208—209

b) Системы выемки съ закладкой выработаннаго пространства пустой породой.

215. Общее основаніе системъ съ закладкой выработаннаго пространства пустой породой 209

1. Система разработки наклонными слоями или ярусами параллельными плоскости пласта.

216. Случаи примѣненія. — **217.** Примѣры ..... 209—211

2. Система разработки слоями или ярусами горизонтальными.

218. Сущность системы. — **219.** Примѣры. — **220.** Подготовка этажей. — **221.** Достоинство и недостатки системы ..... 211—214

3. Система выемки горизонтальными ярусами съ подработкой потолка.

222. Сущность системы ..... 214—215

4. Разработка вертикальными столбами.

223. Сущность системы, случаи примѣненія 215

Общіе выводы.

224. Размѣры этажей.—**225.** Число и размѣры подготовительныхъ ортовъ. — **226.** Производительность забойщика. — **227.**

Стр.

Количество крупныхъ сортовъ.—228. Производительность относительная.—229. Число забойщиковъ на опредѣленной площади поля.—230. Крѣпленіе.—231. Закладка выработаннаго пространства ..... 215—223

Выборъ системы разработки мощныхъ пластовъ.

232. Система съ обрушеніемъ кровли. Система съ закладкой.—233. *a*) Работа съ раздѣленіемъ пласта на наклонные слои. *b*) Работа горизонтальными слоями съ подработкой потолка. *c*) Разработка горизонтальными ярусами.—234. Разработка вертикальными столбами..... 224—226

Разработка мощныхъ пластовъ антрацита въ С. Америкѣ.

235. Условія, опредѣляющія способы разработки антрацита въ Пенсильваніи.—236. Подготовительныя работы.—237. Системы очистныхъ работъ.—238. Производительность рабочаго.—239. Расходы по добычѣ ..... 226—230

Разработка буроугольныхъ пластовъ.

240. Свойства, обусловливающія пріемы очистной добычи.—241. Подготовительныя работы.—242. Размѣры полей.—Размѣры обваловъ.—243. Очистная добыча.—244. Примѣръ разработки средней мощности буроугольныхъ пластовъ.—245. Нѣкоторыя числовыя данныя относительно добычи буроугольныхъ пластовъ..... 230—233

B. Разработка жильныхъ мѣсторожденій.

246. Подготовка къ добычѣ.—247. Потолкоуступная работа.—248. Поперечная выемка.—249. Выемка камерами ..... 234—237

C. Разработка мѣсторожденій каменной соли.

250. Разработка соли въ Стасфуртѣ.—251. Откатка соли.—252. Добыча соли въ Величкѣ..... 237—240

Д. Разработка соленосныхъ глинъ зинкверками.

253. Мѣста, гдѣ примѣняется этотъ способъ.—254. Сущность разработки зинкверками.—255. Проводъ штоленъ, штрековъ и ихъ крѣпленіе.—256. Подготовка зинкверковъ.—Перемычка.—257. Производство работы выщелачиванія.—258. Водопроводъ для чистой воды и для разсола..... 240—244

II. Разработки открытыя.

259. Случаи примѣненія открытыхъ работъ.—260. Открытая разработка буроугольныхъ мѣсторожденій.—261. Добыча

торфа. — 262. Производительность рабочаго при открытыхъ работахъ ..... Стр. 245—248

ГЛАВА V.

[Номера параг. 263—295. Стран. 248—282 Табл. 40—44.]

А. Провѣтриваніе рудниковъ.

263. Составъ чистаго воздуха. Составъ воздуха въ выработкахъ. — 264. Примѣси въ рудничномъ воздухѣ. — 265. Вліяніе испорченнаго рудничнаго воздуха на производительность рабочаго. — 266. Количество чистаго воздуха, потребное для даннаго рудника ..... 248—253

Естественная вентиляція.

267. Причины, возбуждающія естественную вентиляцію. — 268. *1-й случай* естественной вентиляціи. Рудникъ открытъ штольней и шахтой.—269. Подземныя выработки имѣютъ различное поперечное сѣченіе. — 270. *2-й случай*. Устья шахтъ расположены на одномъ горизонтѣ.—271. *3-й случай*. Устья шахтъ находятся на разныхъ горизонтахъ.—272. *4-й случай*. Провѣтриваніе штолень при ихъ проводѣ.—273. *5-й случай*. Провѣтриваніе шахтъ при углубленіи ..... 254—260

Искуственная вентиляція.

274. Необходимость замѣны естественной вентиляціи искуственной. — 275. *Внутреннія воздушныя печи*. — 276. Чѣмъ глубже помѣщена воздушная печь, тѣмъ выгоднѣе. Температура нагрѣва воздуха. — 277. Устройство печей.—278. Производительность печей. — 279. Полезное дѣйствіе печей.—280. *Наружныя воздушныя печи*.—Площадь сѣченія трубы. Производительность печи. — 281. Расходы по вентиляціи воздушными печами ..... 260—269

Направленіе и распредѣленіе струи воздуха по выработкамъ.

282. Воздушныя трубы.—283. Воздушныя переборки.—284. Воздушныя двери.—285. Парныя выработки.—286. Перекрещиваніе струй воздуха.—287. Измѣреніе количества воздуха, протекающаго по выработкамъ. —288. Общія замѣчанія относящіяся до вентиляціи ..... 269—273

B. Освобожденіе выработокъ отъ воды.

289. Количество водъ, притекающихъ въ выработки. Внутреннія рудничныя воды и поверхностныя. Нормальный притокъ. Условія, вліяющія на притокъ водъ въ выработки..... 273—276

Осушеніе выработокъ.

290. Устраненіе притока водъ въ выработки.—291. Предохранительные столбы.—292. Водонепроницаемыя перемычки.—293. Отводъ уже собравшейся въ выработкахъ воды.—294. Подъемъ рудничныхъ водъ.—295. Опредѣленіе размѣровъ предохранительныхъ столбовъ..... ..... 276—282

ГЛАВА VI.

[Номера параг. 296—417. Стран. 282—399. Табл. 45—64.]

Рудничная доставка.

296. Различные виды рудничной доставки ..... 282—283

A. Переноска.

297. Переноска людьми.—298. Производительность переносщика. Таблица полезнаго дѣйствія переносщика при различныхъ условіяхъ..... 283—284

B. Перевозка грузовъ въ волокушахъ.

299. Передвиженіе грузовъ въ волокушахъ.—300. Производительность рабочаго.—Таблица производительности рабочаго при различныхъ условіяхъ.—301. Доставка въ волокушахъ лошадьми.—Таблица производительности лошади при различныхъ условіяхъ..... .... 285—287

C. Перевозка въ колесныхъ сосудахъ людьми и лошадьми.

a) Откатка въ тачкахъ.

302. Доставка въ тачкахъ, случаи примѣненія, размѣры тачки, нагрузка.—Условія, вліяющія на величину нагрузки.—303. Производительность откатчика.—Таблица, показывающая число тачекъ, перевозимыхъ рабочимъ въ 8 ч. смѣну на различныя разстоянія..... 288—291

b) Откатка въ собакахъ.

304. Венгерская собака, размѣры, нагрузка, полезное дѣйствіе откатчика. — **305.** Нѣмецкая собака, нагрузка, полезное дѣйствіе откатчика..... 291—292

c) Откатка въ вагонахъ.

Устройство путей для вагонной откатки.

306. *Деревянные рельсы*, размѣры и стоимость.—**307.** Чугунные рельсы, размѣры и стоимость.—**308.** *Желѣзные рельсы.* a) Рельсы съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ. b) Виньолевскіе рельсы. c) Рельсы съ поперечнымъ сѣченіемъ въ видѣ буквы Z. d) Пустотѣлые рельсы. e) Двухъ-основные рельсы.—**309.** Ширина пути, разстояніе между шпалами и размѣры шпалъ.—**310.** Сравненіе деревянныхъ и металлическихъ шпалъ.—**311.** Размѣры рельсовъ.—**312.** Стоимость сооруженія рудничныхъ желѣзныхъ дорогъ.—**313.** Скрещиваніе путей, разъѣзды и пр.. 293—303

Вагоны.

314. Системы откатки въ вагонахъ.—**315.** Форма ящика вагоновъ, расположеніе колесъ и осей. — Примѣры вагоновъ нѣкоторыхъ копей.—**316.** Вмѣстимость вагоновъ.—**317.** Матеріалъ для постройки вагоновъ.—**318.** Колеса вагоновъ, зависимость между расположеніемъ рельсоваго пути и формой обода колеса. — **319.** Размѣры колесъ.—**320.** Діаметръ осей.—**321.** Втулки и подушки..... 303—313

Сила, потребная для передвиженія вагоновъ.

322. Опредѣленіе силы тяги.—**323.** Нормальный уклонъ и уклонъ равновѣсія. — **324.** Сравненіе различныхъ уклоновъ. — **325.** Сила тяги откатчика, скорость движенія и производительность.—**326.** Сила тяги лошади, скорость движенія и производительность.—**327.** Примѣры.—**328.** Помѣщеніе для лошадей въ рудникѣ, содержаніе лошади..... 313—322

Рѣшеніе различныхъ экономическихъ вопросовъ, встрѣчающихся при рудничной доставкѣ.

329. Единица полезнаго дѣйствія откатки. Сравненіе различныхъ способовъ доставки.—**330.** Разсчетъ откатки для даннаго числа забоевъ.—**331.** Примѣры..... 322—326

D. Механическая рудничная откатка.

332. Системы механической откатки..... 326

1. Механическая откатка при помощи задняго и переднято каната.

Стр.

333. Общее расположеніе системы. — 334. Существующій типичный примѣръ примѣненія описываемой системы.—335. Расположеніе станцій. — 336. Механическая откатка по боковымъ ходамъ. — 337. Движитель. — 338. Канаты. — 339. Направляющіе ролики и шкивы.—340. Рельсовый путь.—341. Вагоны и скорость ихъ движенія.—342. Работа машины. — 343. Стоимость постройки и расходы по откаткѣ. — 344. Достоинства и недостатки системы.— 345. Примѣръ 1. Механическая откатка системой № 1 на коняхъ d'Aniche во Франціи.—346. Примѣръ 2. Механическая откатка на коняхъ Harraton Colliery въ Англіи.— 347. Примѣръ 3. Механическая откатка на коняхъ Thiers во Франціи.—348. Примѣръ 4. Механическая откатка на коняхъ v. der Heydt въ Саарбрюкенѣ..... 327—341

2. Механическая откатка при помощи безконечной цѣпи, свободно лежащей на вагонахъ.

349. Общее расположеніе системы.—350. Разстояніе между движущимися вагонами.—351. Шкивы. — 352. Откатка при изгибахъ пути, развѣтвленіяхъ и пр.—353. Станціи.— 354. Движитель.—355. Среднія числовыя данныя относительно размѣровъ, стоимости сооруженія и пр.—356. Примѣръ 1. Откатка на коняхъ Hapton walley col. въ Англіи.—357. Примѣръ 2. Откатка на коняхъ de Ferfay во Франціи. — 358. Достоинства и недостатки системы № 2 и случаи наивыгоднѣйшаго ея примѣненія..... 341—350

3. Механическая откатка большой скорости при помощи безконечнаго каната.

359. Общее расположеніе.—360. Прицѣпливаніе поѣзда къ канату, число вагоновъ въ поѣздѣ. — 361. Движеніе на колѣнахъ пути.—362. Откатка по боковымъ ходамъ. Станціи.—363. Движитель.—364. Расчетъ работы машины.— 365. Стоимость устройства и расходы на доставку. Примѣры.—366. Заключеніе о системѣ № 3..... 351—357

4. Механическая откатка малой скорости при помощи безконечнаго каната.

367. Общее расположеніе.—368. Движитель.—369. Прицѣпливаніе къ канату.—370. Движеніе по колѣнамъ пути.—371. Работа машины. Стоимость устройства, расходы по откаткѣ.—372. Примѣръ..... 358—361

Сравненіе первыхъ четырехъ системъ механической откатки.

373. Таблица среднихъ числовыхъ данныхъ, выводы изъ нея относительно разсматриваемыхъ системъ.—374. Сигналы.. Стр. 361—362

5. Откатка локомотивами.

375. Примѣненіе локомотивовъ для рудничной откатки. — 376. Примѣненіе рудничныхъ локомотивовъ въ С. Америкѣ.—377. Содержаніе локомотивовъ.—378. Локомотивы работающіе сжатымъ воздухомъ завода Гумболдъ.—379. Общее заключеніе о системахъ механической откатки..... 363—366

E. Доставка съ высшаго горизонта на низшій.

380. Скаты.—381. Бремсбергъ.—382. Механизмъ бремсберга.—383. Двусторонній бремсбергъ Пенсильванскихъ копей.—384. Спускъ по бремсбергу съ одного или съ нѣсколькихъ горизонтовъ.—385. Платформы для спуска по уклону болѣе 30^0 — 386. Примѣры существующихъ бремсберговъ. 366—372

F. Подъемъ съ низшаго горизонта на высшій.

387. Ручной воротъ.—388. Безконечная цѣпь, примѣръ..... 373—374

Подъемъ по шахтамъ.

389. Бадьи.—390. Ящики.—391. Подъемъ вагоновъ въ клѣтяхъ. Клѣти. Закрѣпленіе вагона въ клѣти.—392. Вѣсъ клѣтей.—393. Парашюты. — 394. Предохранительные приборы.—395. Направляющія, системы направляющихъ. — 396. Сравненіе двухъ системъ направляющихъ.—397. Контръ-направляющія. — 398. Стоимость сооруженія деревянныхъ направляющихъ и ремонтъ ихъ. — 399. Продолжительность службы направляющихъ.—400. Направляющія изъ проволочныхъ канатовъ.—401. Сравненіе направляющихъ деревянныхъ и канатныхъ. Примѣчаніе о металлическихъ направляющихъ. — 402. Постановъ клѣти у рудничнаго двора и на поверхности.—403. Нагрузка и разгрузка клѣтей. — 404. Относительное расположеніе вагоновъ въ клѣтяхъ и этихъ послѣднихъ въ шахтѣ.—405. О скорости подъема клѣтей.—406. Сигналы..... 374—391

Приспособленія, служащія для разгрузки и сортировки.

407. Разгрузка бадей. — 408. Разгрузка ящиковъ. — 409. Разгрузка вагоновъ. — 410. Разгрузка вагоновъ на копяхъ С. Америки. — 411. Ручная разборка каменнаго угля при раз-

грузкѣ. — 412. Подвижные разборочные столы. — 413. Опускное устройство для устраненія измельченія угля при разгрузкѣ. — 414. Сортировка и нагрузка угля въ вагоны. — 415. Грохотъ Briart'a. — 416. Коническіе и цилиндрическіе грохота. — 417. Сортировка антрацита въ Пенсильваніи ..... Стр. 392—399

ГЛАВА VII.

[Номера параг. 418—444. Стран. 399—416. — Табл. 65 и 66.]

1. Способы сообщенія по выработкамъ.

418. Сообщеніе по горизонтальнымъ и наклоннымъ выработкамъ. — 419. Сообщеніе по шахтамъ, *лѣстницы*. — 420 Уклонъ лѣстницъ. — 421. Время, расходуемое рабочимъ на спускъ и подъемъ по лѣстницамъ. — 422. Потеря работы человѣка при движеніе по лѣстницамъ. — 423. Сообщеніе по шахтамъ въ бадьяхъ и клѣтяхъ. — 424. Время, потребное для спуска и подъема въ клѣтяхъ. — 425. Правила для спуска и подъема рабочихъ въ клѣтяхъ — 426. Подвижныя лѣстницы, или *фаркунсты*. — 427. Одно-дѣйствующій и двудѣйствующій фаркунстъ. — 428. Сравненіе двухъ послѣднихъ системъ фаркунстовъ. — Примѣчаніе о нарокерахъ. — 429. Сравнительная безопасность лѣстницъ, клѣтей и фаркунстовъ ..... 399—409

2. Освѣщеніе выработокъ.

430. Условія, которымъ должно удовлетворять освѣщеніе. — 431. Свѣчи. — 432. Лампы. — 433. Освѣтительные матеріалы. — 434. Расходъ масла въ лампочкахъ. — 435. Предохранительныя лампы ..... 409—412

3. Рудничные пожары.

436. Пожары крѣпей и горѣніе каменнаго угля. — 437. Тушеніе пожара крѣпей. — 438. Тушеніе собственно рудничныхъ пожаровъ. — 439. Уединеніе пожара перемычками. Деревянныя перемычки. — 440 Каменныя перемычки. — 441. Пожары въ кровлѣ и бокахъ ходовъ. — 442. Случай распространенія пожара на большое поле. — 443. Устройство водопровода въ рудникѣ. — 444. Случай весьма быстраго распространенія пожара. — Примѣчаніе о аэрофорѣ ..... 412—416

ГЛАВА VIII.

[Номера параг. 445—466. — Стр. 417—433. — Табл. 67—71.]

1. Надшахтныя сооруженія.

Стр.

445. О надшахтныхъ зданіяхъ вообще. — 446. Надшахтныя сооруженія Англіи по округамъ. — 447. Надшахтныя сооруженія Франціи. — 448. Надшахтныя сооруженія Бельгіи. — 449. Надшахтныя сооруженія Рурскаго округа. — 450. Основаніе для шкивовъ. — 451. Надшахтныя сооруженія русскихъ каменноугольныхъ копей ..... 417—423

2. Производительность рабочаго, личный составъ, стоимость добычи и пр.

452. *а. Производительность рабочаго* на каменноугольныхъ копяхъ различныхъ странъ. — 453. Измѣненіе производительности рабочаго въ различныхъ странахъ. — 454. Производительность собственно горно-рабочаго ..... 423—425

455. *b. Личный составъ рабочихъ.* — 456. Процентъ подземныхъ и верховыхъ рабочихъ. — 457. Раздѣленіе рабочихъ по спеціальностямъ ..... 425—427

458. *с. Возрастъ рабочихъ*, задолжаемыхъ на рудникахъ..... 427—428

459. *d. Производительность рудника* 428

460. *е. Стоимость добычи.* — 461. Стоимость добычи каменнаго угля въ Англіи. — 462. Стоимость добычи каменнаго угля въ Рурскомъ округѣ. — 463. Разцѣнка добычи каменнаго угля на копяхъ Франціи. — 464. Средняя стоимость добычи каменнаго угля изъ разныхъ пластовъ. — 465. Стоимость добычи рудъ въ Саксоніи..... 428—432

466. *Несчастные случаи* на рудникахъ ..... 432—433

ГЛАВА IX.

[Номера параг. 467—527. Стран. 434—481. — Табл. 72—84.]

Механическое обогащеніе рудъ.

467. Цѣль обогащенія. — 468. Сорта рудъ по отношенію къ обогатительнымъ процессамъ. — 469. Богатство рудъ. — 470. Степень сокращенія и потеря. — 471. Процессъ механическаго обогащенія рудъ. Синоптическая таблица. — 472. Ручная разборка въ рудникѣ. ..... 434—435

Дробленіе крупное и ручная предварительная разборка.

473. Цѣль дробленія. Дробленіе молоткомъ. — 474. Машина Блека. 475. Помѣщеніе для ручнаго дробленія. — 476. Сорта, получаемые отъ предварительной разборки..... 435—437

Стр.

Окончательная ручная разборка.

477. Производство окончательной разборки и получаемые сорта . 438

Дробленіе и толченіе.

478. Цѣль дробленія и толченія. — **479.** *Дробильные валки.* — **480.** Числовыя данныя относительно дробильныхъ валковъ. — **481.** Приборы для равномѣрной нагрузки рудъ въ валки. — **482.** Валки Бельгійскіе. — **483.** Толчеи. — **484.** Выносъ мути изъ толчей. — **485.** Очерчиваніе кулаковъ. — **486.** Расположеніе кулаковъ на валу. Размѣры кулаковъ. — **487.** Производительность толчей и требуемая ими работа. 438—447

Обмывка и сортировка подрудка.

488. Плоскіе обмыватели. — **489.** Коническіе обмыватели. — **490.** Соединеніе обмывки съ сортировкой ..... 447—449

Сортировка по объемамъ передъ отсадкой.

491. Плоскіе грохота. — **492.** Коническіе и цилиндрическіе грохота. — **493.** Сложный сортировочный приборъ. — **494.** Діаметры отверстій сортировочныхъ грохотовъ. ..... 449—451

Раздѣленіе по удѣльнымъ вѣсамъ, или собственно обогащеніе.

495. Основаніе отсадочныхъ приборовъ. — *Отсадка оръшника.* — **496.** Періодически-дѣйствующее отсадочное рѣшето. — **497.** Непрерывно-дѣйствующія отсадочныя рѣшета. Выносъ черезъ трубку съ муфтой. — **498.** Числовыя данныя для приборовъ со всасывающей трубкой. — **499.** Выносъ сортовъ черезъ продольную щель. — **500.** Блейбергское непрерывно-дѣйствующее рѣшето. — **501.** Сравненіе періодически-дѣйствующихъ приборовъ съ непрерывно-дѣйствующими. — *Обогащеніе песковъ.* — **502.** *Гарцевскія отсадочныя рѣшета.* — **503.** Отверстія въ рѣшетахъ отсадочныхъ приборовъ. Число ударовъ поршня. Величина хода поршня. Размѣры рѣшета. Расходъ воды. Производительность. — **504.** Примѣръ Гарцевскихъ рѣшетъ. — **505.** Автоматическая подача руды на отсадочный приборъ. — **506.** *Штосгердъ.* — **507.** Размѣры штосгерда и другія числовыя данныя. — **508.** Гарцевскіе штосгерды. — **509.** Бельгійскіе штосгерды ..... 452—460

Гидравлическое отдѣленіе мелкихъ песковъ отъ шлама.

510. Сорта, поступающіе въ гидравлическую сортировку. — **511.** Шламовыя воронки. — **512.** Размѣры воронокъ. — **513.**

Стр.

Шламовая воронка съ восходящей струей воды. — **514.** Примѣръ воронокъ. — **515.** Шламовые лари и лабиринты. — *Обогащеніе шламовъ.* — **516.** Разбивное устройство гердовъ. — **517.** Лежачій гердъ. — **518.** Шлемграбенъ. — **519.** Кергердъ. — **520.** Плангердъ. — **521.** Вращающійся кергердъ. — **522.** Штосгердъ Риттингера. — **523.** Размѣры штосгерда Риттингера. . . . . 460—468

Данныя для проектированія обогатительныхъ фабрикъ.

524. Примѣръ 1. Приборы на Пршибрамской обогатительной фабрикѣ. — **525.** Примѣръ 2. Целлерфельдская обогатительная фабрика. — **526.** Примѣръ 3. Разсчетъ и проектъ обогатительной фабрики. — **527.** Число приборовъ, потребная работа и расходъ воды . . . . . 468—481

ГЛАВА X.

[Номера параг. 528—544. — Стран. 482—495. — Табл. 85—91.]

Механическое обогащеніе каменнаго угля.

528. Сущность процесса обогащенія 482

1. Сортировка угля по доставкѣ его изъ копи.

529. Коническій грохотъ. — **530.** Крупность сортовъ каменнаго угля, идущаго на промывку . . . . . 482—484

2. Дробленіе угля.

531. Необходимость дробленія. — **532.** Дробильные валки. — **533.** Форбахская мельница. — **534.** Подъемъ измельченнаго угля . . . . . 484—486

3. Сортировка раздробленнаго угля.

535. Грохота, діаметры отверстій грохотовъ . . . . . 486—487

4. Промывка угля.

536. Отсадочное рѣшето системы Рекрота. — **537.** Отсадочное рѣшето системы Сиверса. — **538.** Отсадочное рѣшето системы Берара. — **539.** Сравненіе различныхъ системъ отсадочныхъ приборовъ . . . . . 487—491

5. Перемѣшиваніе и дробленіе промытаго угля.

540. Перемѣшиваніе промытаго угля по системѣ Рекрота и Си-

верса. — 541. Аппаратъ Карра. — 542. Сравненіе аппарата Карра съ дробильными валками ..... Стр. 491—493

Общее расположеніе обогатительныхъ фабрикъ.

543. Обогатительная фабрика фирмы Венделя. — 544. Обогатительная фабрика при Heinrichschacht въ Mähr.-Ostrau .... 493—495

ГЛАВА XI.

Добыча золота.

(Номера параг. 545—597. Стран. 496—528. Табл. 96—106.)

А. Развѣдка розсыпей, добыча и промывка золотоносныхъ песковъ.

1. Развѣдка розсыпей.

545. О мѣстонахожденіи розсыпей, ихъ напластованіе. — 546. Шурфовка. — 547. Буреніе ..... 496—498

2. Подготовительныя работы.

548. Плотины. — Перемычки. — Водоотводная канава. — Сплотки. — Водосточная канава 499

3. Добыча песковъ.

549. Добыча на Нерчинскихъ промыслахъ. — 550. Добыча на Енисейскихъ промыслахъ. — 551. Вѣсъ одной кубической сажени песковъ ..... 499—500

4. Промывка песковъ.

552. Процессы промывки. — 553. Ручной вашгердъ безъ грохота. — 554. Ручной вашгердъ съ грохотомъ. — 555. Передвижной вашгердъ. — 556. Бочечная золотопромывальная машина. — 557. Числовыя данныя относительно бочечныхъ машинъ. — 558. Золотопромывальная чаша. — 559. Числовыя данныя относительно чашъ. Примѣчаніе. — 560. Чаша Міасскихъ промысловъ. — 561. Наборъ чашъ ..... 500—507

Среднія числовыя данныя и промысловое хозяйство.

562. Количество воды, потребное для промывки песковъ. — 563. Размѣры приборовъ и ихъ производительность. — 564. Промысловое хозяйство. Примѣчаніе объ американскихъ желобьяхъ и о гидравлическомъ способѣ промывки ..... 507—509

B. Извлеченіе золота изъ жильныхъ породъ.

565. Процессы извлеченія ..... 509—510

a. Уральскій способъ.

566. Процессы извлеченія. — **567.** Дробленіе крупное. — **568.** Мелкое мокрое *дробленіе*. — **569.** Обогащеніе шламовъ. — **570.** Амальгамирные ящики. — **571.** Замѣчаніе относительно дробленія подъ бѣгунами и въ толчеяхъ. — **572.** Перегонка амальгамы. — **573.** Разсчетъ фабрики ..... 510—515

b. Венгерскій способъ.

574. Процессы извлеченія. — **575.** Измельченіе. — Толчеи. — **576.** Венгерскія мельницы. — **577.** *Улавливаніе* амальгамы, сортировка и частію обогащеніе шламовъ. — **578.** Обогащеніе шламовъ. — **579.** Перегонка амальгамы. — **580.** Разсчетъ фабрики. — **581.** Расположеніе фабрики. — **582.** Примѣръ ..... 515—519

c. Австралійскій способъ.

583. Процессы обработки, приборы ..... 520—521

d. Американскій способъ.

1. Обработка золотосодержащихъ кварцевъ. **584.** Процессы обработки. — **585.** Измельченіе. — Калифорнскія толчеи. — **586.** Примѣры толчей. — **587.** Обогащеніе шламовъ. — **588.** Амальгаматоры. — **589.** Обработка хвостовъ. — **590.** Извлеченіе золота изъ амальгамы ..... 521—524

2. Обработка золотосодержащихъ серебряныхъ рудъ. **591.** Процессы обработки. — **592.** Дробленіе. Машина Блека. — Толчеи. — **593.** Амальгамація. — Чаши. — **594.** Раздѣлители. — **595.** Обработка бѣдныхъ шламовъ. — **596.** Обработка амальгамы. — **597.** Разсчетъ фабрики ..... 524—528

Синоптическая таблица процесса механическаго обогащенія рудъ. Прибавленіе.

ГЛАВА I.

Поиски и развѣдки мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ.

(Табл. 1—4.)

А. Поиски.

[1.] Подъ именемъ *поиска* мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ разумѣютъ работы, предпринимаемыя съ цѣлью *отысканія или открытія* мѣсторожденія. Подъ именемъ же *развѣдки* разумѣютъ работы, которыя ведутся съ цѣлью ближайшаго изслѣдованія открытаго уже мѣсторожденія.

При поискѣ мѣсторожденій, открытіе которыхъ прежде составляло часто случайность, можно руководствоваться нѣкоторыми указаніями, въ значительной мѣрѣ увеличивающими вѣроятность открытія. Ниже приводимъ тѣ данныя, которыя слѣдуетъ принимать въ соображеніе при отысканіи мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ.

[2.] **Геологическое строеніе данной мѣстности.** Многіе ученые полагаютъ, что мѣсторожденія нѣкоторыхъ полезныхъ ископаемыхъ *предпочтительно* встрѣчаются въ опредѣленныхъ формаціяхъ и затѣмъ, что извѣстныя формаціи никогда не заключаютъ въ себѣ мѣсторожденій извѣстныхъ полезныхъ ископаемыхъ; это можетъ слѣдовательно служить положительнымъ или отрицательнымъ указателемъ при поискахъ. Но на самомъ дѣлѣ новѣйшія изслѣдованія показываютъ, что многія полезныя ископаемыя были находимы въ такихъ осадкахъ, въ которыхъ, какъ прежде предполагали, встрѣчаться не могутъ. Вообще, повидимому, опредѣленной связи между мѣстонахожденіемъ полезныхъ ископаемыхъ и относительною древностію, заключающихъ ихъ породъ, не существуетъ. Слѣдовательно къ выше приведенному мнѣнію надо относиться осторожно, хотя оно можетъ быть вѣрнымъ и имѣть большое значеніе по отношенію къ извѣстнымъ мѣстностямъ.

Ниже перечисляемъ нѣкоторые металлы и др. минеральныя вещества съ показаніемъ, въ какомъ видѣ и гдѣ они встрѣчаются.

Золото — встрѣчается рѣдко въ видѣ кристалловъ и въ значительной величины самородкахъ, чаще пластинками, примазками, зернами иногда незамѣтными для глаза, — обыкновенно въ жилахъ кварца, заключающихся въ различныхъ кристаллическихъ массивныхъ и метаморфическихъ породахъ, напр.: въ слапцахъ кристаллическихъ, березитѣ, породахъ зеленокаменныхъ и проч. Кромѣ этого, золото встрѣчается въ самородномъ видѣ въ розсыпяхъ, принадлежащихъ новѣйшимъ образованіямъ.

Серебро — встрѣчается въ самородномъ и оруденѣломъ состояніи въ видѣ рогового серебра, красной серебряной руды, серебрянаго блеска и пр., а также въ видѣ серебросодержащаго свинцоваго блеска (сѣрнистое серебро). Серебро находится преимущественно въ жилахъ, въ древнихъ формаціяхъ, кромѣ того въ жилахъ каменноугольной формаціи, въ пластахъ пермскихъ и тріаса—въ видѣ серебро-свинцоваго блеска.

Мѣдь — встрѣчается въ самородномъ и оруденѣломъ видѣ: мѣдный колчеданъ, мѣдный блескъ, пестрая мѣдная руда, блеклая мѣдная руда, красная мѣдная руда, мѣдная зелень, малахитъ и пр. Мѣдь находится какъ въ кристаллическихъ массивныхъ породахъ, такъ и въ метаморфическихъ и осадочныхъ, преимущественно древнѣйшихъ образованіяхъ въ видѣ жилъ и штоковъ. Кромѣ того извѣстны и пластовыя мѣсторожденія мѣдныхъ рудъ, какъ напр. у насъ, въ Россіи, въ пермскихъ и тріасовыхъ отлаженіяхъ, которыя этими рудами особенно богаты.

Свинецъ — чаще всего встрѣчается въ видѣ свинцоваго блеска и бѣлой свинцовой руды[1]). Жилы находятся главнымъ образомъ въ древнѣйшихъ образованіяхъ, хотя онѣ извѣстны также и въ каменноугольной почвѣ, а также въ образованіяхъ пермскихъ и тріасовыхъ.

Олово — въ видѣ оловяннаго камня въ жилахъ, въ древнихъ образованіяхъ и въ розсыпяхъ, въ дилювіальныхъ образованіяхъ.

Цинкъ — въ видѣ галмея и цинковой обманки. Галмей встрѣчается штокообразными массами и вкрапленниками въ глинистомъ слапцѣ, каменноугольной формаціи; въ тріасѣ, лейассѣ. Цинковая обманка вмѣстѣ съ мѣдными и свинцовыми рудами (съ послѣдними особенно часто), встрѣчается въ видѣ жилъ, пластовъ и штоковъ въ древнихъ формаціяхъ.

Желѣзо — встрѣчается въ видѣ окисловъ и солей въ различныхъ формаціяхъ. Вообще желѣзныя руды встрѣчаются при различныхъ условіяхъ залеганія, ихъ находимъ въ видѣ жилъ, штоковъ, а также въ видѣ пластовъ, гнѣздъ и т. п. *Магнитный желѣзнякъ* встрѣчается почти исключи-

---

[1]) Въ верхнихъ частяхъ мѣсторожденія встрѣчаютъ, такъ называемую, свинцовую охру (Алтай).

тельно въ древнихъ образованіяхъ; главнымъ образомъ въ породахъ кристаллическихъ. *Шпатоватый желѣзнякъ* встрѣчается въ образованіяхъ различной древности, напр. единственное его мѣсторожденіе въ Россіи, Елпичное въ Ю. Уралѣ, заключается въ Силурійскихъ осадкахъ. *Красный желѣзнякъ* на Уралѣ встрѣчается въ девонскихъ и каменноугольныхъ отложеніяхъ; а въ Кривомъ Рогѣ Херсонской губерніи — въ гуронскихъ. *Сферосидеритъ* извѣстенъ въ Россіи въ каменноугольныхъ осадкахъ, въ юрскихъ и даже въ послѣтретичныхъ (Вятская губ.). *Бурый желѣзнякъ* встрѣчается во всѣхъ формаціяхъ. Изъ осадочныхъ образованій, по свѣдѣніямъ настоящаго времени, оказывается бѣднѣйшею содержаніемъ желѣзныхъ рудъ мѣловая почва. Изъ числа сравнительно рѣдкихъ желѣзныхъ рудъ можно упомянуть о бобовой желѣзной рудѣ и углистомъ желѣзнякѣ; первая извѣстна главнымъ образомъ въ юрскихъ и третичныхъ отложеніяхъ. а блекбандъ въ Шотландіи, въ каменноугольной почвѣ; въ Россіи же найденъ въ юрскихъ осадкахъ на Алтаѣ, въ Кузнецкомъ бассейнѣ.

Сѣрный колчеданъ хотя и содержитъ значительное количество желѣза, но не можетъ быть отнесенъ къ желѣзнымъ рудамъ.

Каменная соль — находится въ видѣ пластовъ и штоковъ во всѣхъ осадочныхъ образованіяхъ, но особенно богаты солью: почва пермская, тріасъ и третичная. Значительное количество соли добывается изъ соленосныхъ озеръ, изъ лимановъ, изъ соленосныхъ источниковъ и артезіанскихъ колодцевъ.

Антрацитъ — въ видѣ пластовъ главнымъ образомъ находится въ каменноугольной формаціи.

Каменный уголь — въ видѣ пластовъ чаще всего находимъ въ каменноугольной формаціи, но кромѣ того онъ встрѣчается и въ другихъ образованіяхъ, особенно въ юрскихъ.

Бурый уголь — главныя его мѣсторожденія извѣстны въ третичной почвѣ, хотя это ископаемое встрѣчается и въ другихъ образованіяхъ.

[3.] **Внѣшнее очертаніе мѣстности** даетъ нѣкоторое право (обыкновенно впрочемъ очень отдаленное), предполагать о тѣхъ ископаемыхъ, которыя въ ней могутъ находиться. Въ низменныхъ и плоско-холмистыхъ странахъ можно предполагать встрѣтить торфъ, бурый уголь, озерныя руды и т. п., а также можно встрѣтить розсыпи. Въ мѣстности холмистаго характера можно искать бураго и каменнаго угля, каменной соли, пластовъ свинцовыхъ, мѣдныхъ и желѣзныхъ рудъ. Въ горныхъ кряжахъ имѣемъ право искать жильныхъ мѣсторожденій. Въ логахъ горныхъ рѣчекъ встрѣчаемъ розсыпи.

[4.] **Спутники рудныхъ мѣсторожденій:**

Золото — въ жилахъ сопровождается почти всегда кварцемъ; а въ розсыпяхъ магнитнымъ желѣзнякомъ, почти всегда.

Платина — хромистымъ желѣзнякомъ.

Мѣдныя руды — сѣрнымъ колчеданомъ, кварцемъ, известковымъ шпатомъ.

Свинцовыя и цинковыя руды — кварцемъ, тяжелымъ шпатомъ и др.

Олово — кварцемъ, волчецомъ и др.

[5.] **Обломки, валуны и галька** — полезнаго ископаемаго, а иногда только пустой породы, которая обыкновенно сопровождаетъ полезныя минеральныя вещества, могутъ помочь открытію мѣсторожденія. Эти обломки, валуны и т. п. попадаются въ ложбинахъ и руслахъ рѣчекъ. Большая или меньшая округленность или угловатость кусковъ указываютъ на разстояніе, на которое они отнесены потоками водъ отъ своего первопачальнаго мѣсторожденія. Обломки горныхъ породъ, имѣющіе угловатую форму, могутъ иногда составлять выходъ самаго мѣсторожденія, находящагося въ разрушенномъ состояніи.

[6.] **Горныя обнаженія**, какъ естественныя (въ утесахъ по берегамъ рѣкъ, оврагамъ и проч.), такъ и искуственныя (при выемкахъ желѣзныхъ дорогъ, каналовъ и т. п.), могутъ служить къ отысканію выходовъ залежей минеральныхъ веществъ на дневную поверхность.

[7.] **Цвѣтныя полосы** — на почвѣ являются вслѣдствіе разложенія минеральныхъ веществъ. При извѣстномъ цвѣтѣ этихъ полосъ, онѣ могутъ служить указателями на нахожденіе мѣсторожденія того или другого полезнаго ископаемаго. *Красноватыя* и *желтоватыя* указываютъ на желѣзныя руды. *Красныя* — на ртутныя руды. *Зеленыя* — на мѣдныя руды. При каменномъ углѣ почва иногда получаетъ черный цвѣтъ.

Выцвѣтаніе и налеты минеральныхъ веществъ, являются въ видѣ цвѣтныхъ пятенъ, кольцеобразныхъ окрашиваній и т. п. Бѣлый налетъ указываетъ на соли цинка; зеленый и синій — на мѣдь. Налеты соли встрѣчаются довольно часто.

[8.] **Источники**, — слѣдуетъ обращать вниманіе на минеральныя составныя части ихъ. Соляные источники даютъ право искать залежей каменной соли; сѣрные — на сѣру, желѣзные — на желѣзныя руды, мѣдь содержащіе — на мѣдь и т. д.

[9.] **Растительность**, — какъ отсутствіе растительности, такъ и нахожденіе извѣстныхъ видовъ растеній, можетъ служить поводомъ къ предположенію о нахожденіи минеральныхъ залежей. Въ С. Америкѣ по голымъ, безплоднымъ пятнамъ почвы заключаютъ о присутствіи свинцовыхъ и галмейныхъ рудъ. Въ Чили и Перу скудость растительности въ извѣстныхъ мѣстностяхъ считается признакомъ нахожденія серебряныхъ рудъ. Нѣкоторыя растенія, какъ напр. принадлежащія къ роду Holaphyles, предпочитаютъ соленосную почву, а Halophytes исключительно только на ней растетъ.

Галмейная фіалка (Viola calaminaria) растетъ на почвѣ съ галмейными рудами.

[10.] **Общій ходъ поисковыхъ работъ.** При поискѣ *рудныхъ мѣсторожденій* стараются прежде всего познакомиться съ мѣстностью, чтобы составить себѣ маршрутъ для поисковыхъ работъ, руководствуясь тѣми признаками или указателями, о которыхъ было говорено выше. Изслѣдуютъ минералогическій составъ породъ на всемъ ихъ протяженіи по данной мѣстности, осматриваютъ естественныя обнаженія, а иногда, если онѣ покрываются не толстымъ слоемъ наноса, то бьютъ неглубокіе шурфы и разрѣзы; послѣдніе особенно полезны, потому что, проводя ихъ въ крестъ линіи простиранія породъ, можно обнажить породы во всю ихъ толщину. Поэтому разрѣзы слѣдуетъ предпочитать шурфамъ, когда слой покрывающихъ породъ не толстъ. Шурфы въ поперечномъ сѣченіи не болѣе 1 кв. сажени, ширина разрѣза $1\frac{1}{2}$ арш., глубина тѣхъ и другихъ равна толщинѣ слоя покрывающихъ породъ.

Въ долинахъ, при ихъ устьѣ разсматриваютъ валуны и если встрѣтятъ между ними признаки рудъ или ихъ спутниковъ, то поднимаются по долинѣ. Если валуны начнутъ принимать форму болѣе угловатую, то слѣдовательно мы приближаемся къ ихъ мѣсторожденію. Если валуны исчезнутъ, тогда возвращаются внизъ по долинѣ, повторяютъ наблюденія и если убѣдятся въ исчезновеніи валуновъ по данному направленію, то ищутъ ихъ въ побочныхъ долинахъ и логахъ. Если въ составѣ встрѣченныхъ породъ или въ ихъ трещинахъ замѣчаются признаки рудъ, то стараются опредѣлить характеръ ихъ, т. е. представляютъ ли онѣ случайное выдѣленіе или залегаютъ самостоятельно.

Опредѣляютъ паденіе и простираніе породъ въ шурфахъ и разрѣзахъ, для чего увеличиваютъ ихъ размѣры въ томъ мѣстѣ, гдѣ встрѣтились рудные признаки; собираютъ образцы горныхъ породъ, попадающихся на пути, дѣлаютъ замѣтки въ журналѣ и наносятъ на карту подробности изслѣдованія.

При поискахъ не слѣдуетъ пренебрегать и разсказами мѣстныхъ жителей о нахожденіи рудъ. Если же въ изслѣдываемой мѣстности имѣются дѣйствующіе рудники, то тамъ слѣдуетъ собрать обстоятельныя свѣдѣнія о горныхъ породахъ заключающихъ въ себѣ мѣсторожденія, а также о спутникахъ рудъ. Такія свѣдѣнія значительно облегчатъ поискъ.

При поискахъ на каменный и бурый уголь, слѣдуютъ такому порядку. Знакомятся со всѣми геологическими изслѣдованіями, произведенными ранѣе въ данной мѣстности, по всѣмъ источникамъ, которые можно только достать. Далѣе, на мѣстѣ приступаютъ къ осмотру обнаженій въ балкахъ, по берегамъ рѣкъ и пр. Въ обнаженіяхъ иногда можно встрѣтить каменный и бурый уголь обыкновенно въ разрушенномъ состояніи въ видѣ сажи; иногда

же находятъ только породы, которыя обыкновенно сопровождаютъ каменный или бурый уголь въ данной мѣстности. Убѣдившись по выходамъ или только по признакамъ о присутствіи залежей каменнаго или бураго угля, можно приступить уже къ развѣдкѣ.

В. Развѣдочныя работы.

[11.] **Развѣдочныя работы** должны служить къ точному опредѣленію паденія и простиранія мѣсторожденія, его мощности, качествъ, богатства, ствойствъ, заключающихъ мѣсторожденіе породъ и пр. Иногда развѣдки ограничиваются опредѣленіемъ паденія мѣсторожденія и прослѣживаніемъ его по простиранію, а также и опредѣленіемъ свойствъ пласта или жилы на малую глубину, на выходахъ; такія развѣдки будутъ болѣе или менѣе поверхностными и называются *предварительными*.

Предварительныя развѣдки приведутъ къ заключеніямъ, которыя, въ *большинствѣ случаевъ*, *недостаточны*, чтобы, основываясь на нихъ, можно было заложить капитальныя работы — рудникъ. Основаніемъ для послѣднихъ работъ должны служить развѣдки болѣе обширныя, при помощи которыхъ изслѣдуется мѣсторожденіе на болѣе значительной глубинѣ, гдѣ болѣе точно можно будетъ опредѣлить характеръ мѣсторожденія, его богатство и пр. Такія развѣдки можно назвать *детальными* въ отличіе отъ предварительныхъ развѣдокъ. Вообще развѣдки требуютъ и много времени и много денегъ, особенно детальныя, а потому къ послѣднимъ слѣдуетъ приступать не раньше, какъ предварительныя развѣдки приведутъ къ тому выводу, что мѣсторожденіе проявляетъ такія свойства, которыя даютъ право разсчитывать на благопріятный исходъ детальныхъ изслѣдованій.

Развѣдки жильныхъ мѣсторожденій производятся при помощи разрѣзовъ (рвовъ), шурфовъ, или зухортовъ; а болѣе детальныя развѣдки — шахтами и штольнообразными выработками.

Открывъ какимъ бы то ни было образомъ жильное мѣсторожденіе, прослѣдуютъ его по простиранію шурфами, поперечное сѣченіе которыхъ не болѣе одной квадратной сажени, чаще 2×1 аршина. Разрѣзами же обыкновенно развѣдываютъ нѣсколько жилъ, залегающихъ не въ далекомъ другъ отъ друга разстояніи, для чего проводятъ разрѣзы въ крестъ линіи простиранія. Разрѣзы могутъ имѣть мѣсто только при невысокихъ наносахъ. Шурфы закладываются такъ, чтобы длинныя ихъ стороны были перпендикулярны простиранію жилы. Глубина шурфовъ и разрѣзовъ опредѣляется толщиной слоя наноса, а если верхняя часть изслѣдуемыхъ породъ вывѣтрилась, то слѣдуетъ снять и этотъ вывѣтрившійся слой; часто шурфомъ пересѣкаютъ

мѣсторожденіе во всю толщину. Разстояніе между шурфами 5—10 и болѣе саженъ и часто зависитъ отъ средствъ, которыми располагаютъ при развѣдкѣ; чѣмъ разстояніе это меньше, тѣмъ, конечно, лучше.

Когда въ составѣ изслѣдуемыхъ породъ, или въ проходящихъ по нимъ трещинахъ, или въ спаяхъ между толщами породъ замѣчены будутъ рудныя или вообще какія-либо жильныя минеральныя вещества, то важнѣе всего узнать характеръ ихъ, т. е. представляютъ ли они случайное выдѣленіе изъ окружающихъ породъ или залегаютъ самостоятельно; въ послѣднемъ случаѣ они должны имѣть свое извѣстное простираніе и паденіе, которыя и должны быть опредѣлены; это опредѣленіе и можно будетъ сдѣлать въ шурфахъ и разрѣзахъ. Однако, часто недостаточно бываетъ шурфа малой глубины для вѣрнаго опредѣленія паденія мѣсторожденія, а также и его качествъ, по этому нѣкоторые шурфы углубляютъ далѣе по мѣсторожденію, такъ что шурфъ переходитъ уже въ развѣдочную шахту.

Если жила выходитъ на склонѣ горы, тогда развѣдываютъ ее зухортомъ, который ведется по простиранію.

Изъ каждаго шурфа беруть среднія пробы руднаго вещества и по количеству металла судятъ о богатствѣ жилы. Впрочемъ, эти пробы не могутъ еще служить для безошибочнаго сужденія о благонадежности открытаго мѣсторожденія, это заключеніе устанавливается на болѣе глубокихъ детальныхъ развѣдкахъ.

[12.] **Понятіе — благонадежность мѣсторожденія** должно опредѣляться не только богатствомъ содержанія металла въ найденныхъ рудахъ, но въ значительной степени правильностью, самостоятельностью характера мѣсторожденія и его размѣрами. Если найдена будетъ жила, которая тянется непрерывно на значительное разстояніе, съ рѣзкимъ ограниченіемъ своихъ боковъ, имѣетъ въ своемъ составѣ минералы, принадлежащіе къ благонадежнымъ указателямъ, если она, хотя мѣстами, имѣетъ значительную толщину, то такое мѣсторожденіе заслуживаетъ дальнѣйшихъ развѣдокъ, хотя бы содержаніе его и не было высоко. Въ составѣ жилы благонадежными признаками служатъ не всегда одни и тѣже минералы; въ разныхъ мѣстахъ они различны. Самымъ благонадежнымъ признакомъ считаютъ нахожденіе самородныхъ металловъ. Въ Алтайскомъ округѣ считаютъ благопріятнымъ признакомъ, если встрѣтятъ на поверхности оруденѣлый тяжелый шпатъ и охры.

Не можетъ быть, конечно, общихъ правилъ относительно *содержанія руды*, при которомъ ихъ можно было бы считать заслуживающими разработки, такъ какъ это вполнѣ зависитъ отъ мѣстныхъ условій. Въ западной Европѣ принимаютъ слѣдующія содержанія, при которыхъ руды съ выгодой могутъ быть разработываемы. Для желѣзныхъ рудъ—33%, для рудъ цинка 5%, свинца 3—4%, мѣди 1%, серебра 0,1%, золота 0,01%. У насъ, на Уралѣ,

для желѣзныхъ рудъ среднее содержаніе 50%, проплавляютъ и съ 40%; для мѣдныхъ рудъ 2½%. На Алтаѣ для серебряныхъ рудъ—1½—3 золотника въ пудѣ руды. Для золота въ розсыпяхъ въ сѣв. Уралѣ 40 долей, если толщина вскрыши не болѣе 2 аршинъ, въ южн. Уралѣ 23 доли; въ коренныхъ мѣсторожденіяхъ сѣв. Урала 8 золотниковъ; въ вост. Сибири, въ розсыпяхъ, 21 доля, въ Семипалатинской области 14¼ долей.

[13.] **Подробныя или детальныя развѣдки** рудныхъ жилъ на глубинѣ производятся подземными работами. Для изслѣдованія по простиранію служатъ штольни и штреки; для изслѣдованія по паденію — шахты и гезенки; для изслѣдованія жилъ параллельно залегающихъ служатъ квершлаги. Шахты закладываютъ: вертикальныя, при пологопадающихъ мѣсторожденіяхъ и наклонныя, при крутопадающихъ. Если жила выходитъ на склонѣ горы, то штольни ведутся или по самой жилѣ, или въ крестъ линіи простиранія; затѣмъ флюгельортами изслѣдуютъ мѣсторожденіе по простиранію, а гезенками — по паденію. При прохожденіи штольни по мѣсторожденію, квершлагами отъ нея развѣдываютъ параллельныя жилы.

При развѣдкѣ жильнаго мѣсторожденія шахтами, проводятъ ихъ одну или нѣсколько, закладывая по линіи простиранія мѣсторожденія и при томъ въ висячемъ боку. Первую шахту назначаютъ съ разсчетомъ пересѣчь мѣсторожденіе на 10 саженяхъ, съ пункта пересѣченія ведутъ штрекъ; углубляя далѣе шахту, достигаютъ мѣсторожденія квершлагами и прослѣдуютъ его штреками по простиранію. Пройдя сажень 10 — 20 по мѣсторожденію и убѣдившись, что оно заслуживаетъ дальнѣйшей развѣдки, закладываютъ другую шахту въ разстояніи, примѣрно, 40 саж. и болѣе въ висячемъ боку. Изслѣдуя мѣсторожденіе штреками, въ это время шахту углубляютъ далѣе или проводятъ квершлаги до мѣсторожденія и опускаютъ по немъ гезенки.

Штреки ведутъ по направленію средняго простиранія жилы, а слѣдовательно, можетъ случиться, что штрекъ врѣжется въ лежачій или висячій бокъ и будетъ проходить по пустымъ породамъ; если при этомъ долго не показывается жила, тогда высѣкаютъ квершлаги. Штреки слѣдуетъ вести до совершеннаго выклиниванія мѣсторожденія, до исчезновенія всякаго слѣда. Когда развѣдочныя работы дойдутъ до развѣтвленія жилы, то прежде прослѣдуютъ ту вѣтвь, которая представляетъ истинное продолженіе главной жилы, имѣетъ съ нею одинаковое простираніе и отличается тѣми признаками, которые характеризовали жилу. Если вѣтви мало разнятся между собою, тогда лучше идти по той, которая прилегаетъ къ лежащему боку; для изслѣдованія другихъ вѣтвей могутъ служить квершлаги.

Если жила отсѣкается трещиной и образуетъ сдвигъ, то по породамъ, составляющимъ висячій и лежачій бокъ жилы,— рѣшаютъ, въ какую сторону искать жилу; чаще ее приходится искать въ висячемъ боку; если же

вѣрныхъ указаній въ этомъ отношеніи нельзя получить, то изслѣдуютъ самую трещину въ обѣ стороны. Маркшейдерское искусство даетъ также правила для отысканія продолженія жилы.

[14.] **Пластовыя мѣсторожденія**, наприм. каменныхъ и бурыхъ углей, развѣдываются при помощи разрѣзовъ, шурфовъ, буровыхъ скважинъ, шахтъ и штолень.

Разрѣзы ведутъ обыкновенно въ крестъ линіи простиранія пластовъ и, въ мѣстахъ пересѣченія съ пластами каменнаго угля, бьютъ шурфы, съ цѣлью изслѣдовать пластъ на нѣсколько большей глубинѣ. При толстыхъ наносахъ въ крестъ линіи простиранія закладываютъ рядъ шурфовъ.

По простиранію пласты каменнаго угля развѣдываются обыкновенно шурфами. Глубина шурфовъ до 5 — 10 сажень, нѣкоторые изъ нихъ ведутъ на большую глубину и тогда они переходятъ, какъ бы, въ развѣдочныя шахты для болѣе подробнаго изслѣдованія мѣсторожденія. Для развѣдки каменныхъ углей и особенно бурыхъ углей очень часто пользуются буреніемъ, описаніе производства котораго будетъ помѣщено ниже. Буреніе особенно можетъ принести пользу при разъясненіи характера мѣсторожденія на большой глубинѣ передъ заложеніемъ капитальныхъ работъ. Буровыя скважины закладываются по направленію линіи простиранія и въ крестъ этой линіи. Для развѣдки же подробной прибѣгаютъ къ шахтамъ или иногда, если мѣстность благопріятна, то къ штольнамъ, подобно тому, какъ и при жильныхъ мѣсторожденіяхъ.

Иногда уже развѣдка шурфами, болѣе или менѣе глубокими, даетъ опредѣленное понятіе о характерѣ мѣсторожденія; но для заложенія капитальныхъ работъ необходимо буреніе и подземныя развѣдки на большую глубину.

[15.] Въ Ю. Россіи при развѣдкѣ на каменный уголь придаютъ форму поперечному сѣченію шурфа круглую, около 3 фут. діаметромъ. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя данныя относительно провода шурфовъ вышеозначеннаго поперечнаго сѣченія.

Глубина шурфа.	Число рабочихъ и величина углубленія шурфа въ смѣну.	Порода мягкая, работа лопатой и кайлой.	Породы болѣе крѣпкія, работа кайлой и клиномъ.	Породы крѣпкія, работа порохострѣльн.	
				Порохомъ.	Динамитомъ.
Отъ 0 до $\frac{1}{2}$ саж.	Число рабочихъ въ смѣнѣ.....	1	1	1	1
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.....	$3\frac{1}{2}'$	$1\frac{1}{2}'$	5″	8″
Отъ $\frac{1}{2}$ до 2 саж.	Число рабочихъ въ смѣну.....	2	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.....	2′	1′	$4\frac{1}{2}$″	$7\frac{1}{2}$″
	Въ этотъ періодъ углубленія шурфа ставятъ ручной воротъ для подъема породъ (3).				
Отъ 2—5 саж.	Число рабочихъ въ смѣнѣ.....	2	2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.....	$1\frac{1}{4}'$	9″	$\frac{3}{4}$″	$6\frac{1}{2}$″

На Уралѣ поперечное сѣченіе шурфа прямоугольное, 4 × 6 футъ. Ниже приводимъ таблицу, подобную предъидущей.

Глубина шурфа.	Число рабочихъ и величина углубленія шурфа въ смѣну.	Порода мягкая, работа лопатой и кайлой.	Породы боязе плотныя, работа кайлой и клиномъ.	Породы крѣпкія, работа порохострѣльн.	
				Порохомъ.	Динамитомъ.
Отъ 0 до $^1/_2$ саж.	Число рабочихъ въ смѣну.	2	2	2	2
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.	$3^1/_2'$	$1^1/_2'$	5″	8″
Отъ $^1/_2$ до 2 саж.	Число рабочихъ въ смѣну.	3	3	2	2
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.	$2^1/_2'$	$1^1/_4'$	$4^1/_4$″	$7^1/_4$″
	На эту глубину устанавливаютъ *полати*.				
Отъ 2 до 5 саж.	Число рабочихъ въ смѣну.	4	4	3	3
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.	$1^1/_2'$	1′	$3^1/_2$″	$5^3/_4$″
	Здѣсь убираютъ полати и ставятъ воротокъ.				
Отъ 5 до 10 саж.	Число рабочихъ въ смѣну.	4	4	3	3
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.	$1^1/_4'$	10″	$3^1/_4$″	$5^1/_4$″
10 саж. и болѣе.	Число рабочихъ въ смѣну.	4	4	4	4
	Углубленіе въ 10 ч. смѣну.	1′	9″	3″	5″

[16.] **Общія замѣчанія, относящіяся до углубленія шурфовъ.** Прежде всего надо замѣтить, что въ мокрыхъ шурфахъ скорость работы уменьшается, примѣрно, на 25%. Въ случаѣ, если притокъ воды сдѣлается болѣе 45 ведеръ въ смѣну, то удобнѣе будетъ отливать воду насосомъ. Насосы самой простѣйшей конструкціи: труба изъ листоваго желѣза, поршень деревянный, клапаны кожаные. При діаметрѣ поршневой трубы въ 4″ и при глубинѣ шурфа отъ 2 — 5 саж., два рабочихъ въ смѣну могутъ выкачать 200 кубич. футовъ воды и болѣе.

При порохострѣльной работѣ вообще можно руководствоваться данными, приведенными ниже, въ отдѣлѣ горныхъ работъ. Въ шурфѣ, съ круглымъ поперечнымъ сѣченіемъ, закладываютъ три шпура, при прямоугольномъ сѣченіи — 6 шпуровъ.

Устройство воротковъ для подъема породъ при углубленіи шурфовъ весьма просто. Діаметръ барабана 12″, длина кривошипа рукоятки 16″, толщина желѣза для оси барабана и для кривошипа $1^1/_4$″. Для приготовленія такого воротка надо задолжить 2 плотниковъ, 1 кузнеца съ молотобойцемъ и 6 погонныхъ саж. бревенъ. Канатъ діаметромъ около 1″; цѣна такого каната за пудъ отъ $4^1/_2$ до $5^1/_2$ рублей. Бадьи деревянныя съ желѣзной оковкой—для нагрузки въ 3 пуда; стоимость бадей отъ 3—5 руб. При

круглыхъ шурфахъ часто одна бадья, при прямоугольныхъ двѣ, что болѣе раціонально.

Полати, которыя ставятъ въ прямоугольныхъ шурфахъ на Уралѣ, представляютъ помостъ въ шурфѣ, основанный на двухъ перекладахъ; разстояніе между полатями $^1/_2$ сажени.

С. Развѣдочное буреніе.

[17.] Для развѣдокъ пластовыхъ мѣсторожденій и особенно пологопадающихъ, каменнаго и бураго углей, а также каменной соли и т. п., земляное буреніе представляется весьма пригоднымъ способомъ, наиболѣе дешевымъ и скорымъ.

При развѣдочныхъ буровыхъ работахъ приходится примѣнять вращательное и ударное буреніе. Глубина развѣдочныхъ скважинъ доходитъ до 30 сажень и болѣе. Діаметръ буровыхъ скважинъ до 12″. Слѣдуетъ начинать скважину съ діаметра 8″, если не имѣютъ въ виду проходить глубокую скважину, которую пришлось бы закрѣплять трубами; въ противномъ случаѣ начинаютъ съ діаметра 10″ и болѣе, особенно, если породы слабыя, которыя придется закрѣплять нѣсколькими рядами трубъ, ибо надо разсчитывать, что каждая осадная труба уменьшитъ діаметръ скважины на $1^1/_2$—2″. Надо имѣть также въ виду, что діаметръ нижней части скважины не можетъ быть менѣе 3″—4″[1]).

Буровой снарядъ.

Въ буровомъ снарядѣ различаютъ три части: ушковая, штанга и собственно буровой инструментъ.

[18.] **Ушковая часть**, смотря потому производится ли вращательное или ударное буреніе, получаетъ и соотвѣтствующее устройство. Фиг. 1, табл. 1 представляетъ ушковую часть для вращательнаго буренія; фиг. 2 ушковую часть для ударнаго буренія, такъ называемый *уравнительный* (регулирующій) винтъ. Ухо *и* скрѣпляется съ коромысломъ на шарнирѣ, во втулку *і* нижней части ввинчивается штанга съ короткимъ стержнемъ, длиною около 12″, съ ухомъ по срединѣ, куда входитъ стержень для поворачиванія штанги при буреніи. Развинчивая или навинчивая скобу *п*, будемъ удлинять или укорачивать ушковую часть и этимъ сохранять постоянное отношеніе между глубиною скважины и длиною штанги, во время углубленія бура. Длина уравнительнаго винта около 2′, діаметръ около 2″. Назначивъ діаметръ винта, легко опредѣлить размѣры и другихъ частей. Иногда не имѣютъ

[1]) Въ очень крѣпкихъ породахъ извѣстны случаи скважинъ съ діаметромъ $2^1/_2$″ (Уралъ).

уравнительнаго винта, тогда ушковая часть и при ударномъ буреніи получаетъ устройство, какъ на фиг. 1; ухо *a* связывается съ головкой балансира веревкой или цѣпью.

[19.] **Средняя часть или буровая штанга** состоитъ изъ желѣзныхъ стержней, соединенныхъ между собою. На фиг. 3 представлено колѣно желѣзной штанги, для него берется квадратное желѣзо. Верхняя часть колѣна съ винтовой головкой, а нижняя съ винтовой втулкой для соединенія звеньевъ въ штангу (винтовымъ замкомъ). Толщина штанги зависитъ отъ глубины скважины и способа бурепія. При вращательномъ буреніи, при діаметрѣ скважины около 4″, толщина штанги до $1\frac{1}{2}$″. При ударномъ до глубины 50 саж., при работѣ безъ кулисы, толщина штанги 1″; при большей глубинѣ штанга получаетъ толщину $1\frac{1}{4}$″. Если работаютъ съ кулисой, то толщина штанги $= \frac{3}{4} - 1\frac{1}{8}$″. При толщинѣ штанги въ $1\frac{1}{8}$″, діаметръ винтовой головки равенъ $1\frac{1}{8}$″, наружный діаметръ втулки 2″. Впрочемъ при примѣненіи кулисы Эйнгауссена толщина штанги вообще меньше и можетъ понизиться до $\frac{3}{4}$″, а діаметръ винтовой головки штанги до 1″; это крайніе предѣлы при неглубокихъ скважинахъ. Длина нарѣзаннаго конца около $2\frac{1}{2}$″. Вѣсъ 1 пог. ф. желѣзной штанги толщиной 1″ равенъ 4 фунт., а вѣсъ въ водѣ круглымъ числомъ $3\frac{1}{2}$ фунта. Подъ верхнимъ утолщеніемъ, въ разстояніи 6″, всегда имѣется обварка *e*, необходимая для подхватыванія штанги при развинчиваніи звеньевъ. Иногда, при длинныхъ звеньяхъ, такая обварка дѣлается и на срединѣ звена. Длина звеньевъ отъ 7′ — 10′ и 21 фут. Чѣмъ болѣе длина звеньевъ, тѣмъ лучше, ибо тѣмъ меньше будетъ соединеній; длина же вообще зависитъ отъ высоты буроваго зданія.

Иногда концы съ нарѣзкой дѣлаютъ коническими, чѣмъ достигается особенная прочность; но приготовленіе такихъ коническихъ винтовъ очень затруднительно; можно и при цилиндрической головкѣ достигнуть той же прочности, стоитъ только придать ей нѣкоторое утолщеніе у самаго основанія, не нарѣзая его. Число нарѣзокъ винта на 1″ длины равно 4 — 5. При основаніи винтъ не нарѣзывается. Кромѣ длинныхъ звеньевъ, размѣры которыхъ приведены выше, для постепеннаго удлиненія или наращиванія штанги, во время бурепія, должно имѣть еще звенья и меньшей длины, напр. при длинѣ звеньевъ штанги въ 10′, длина малыхъ колѣнъ будетъ: 1′, $1\frac{1}{2}$′, $2\frac{1}{2}$′ и 5′. Кромѣ винтоваго соединенія употребляли прежде еще и вилочное, представленное на фиг. 4, но это соединеніе можетъ быть рекомендовано только при толстыхъ штангахъ.

Для поддержанія штанги на вѣсу, при подъемѣ инструмента, служитъ *буровая вилка* (фиг. 5), а для свинчиванія и развинчиванія—*одноручный* или *двуручный ключъ* (фиг. 6 и 7).

Звенья штанги приготовляютъ изъ вязкаго, лучшаго желѣза (такъ-называемаго Сибирскаго). Гайки должны плотно приходиться къ винтамъ.

Важное условіе: *оси звеньевъ, свинченныхъ въ штангу, должны составлять одну прямую линію.*

Нижнее колѣно штанги, помѣщаемое между буромъ и напр. кулисой Эйнгауссена, называется *ударной штангой;* она дѣлается нѣсколько большихъ размѣровъ, нежели обыкновенная штанга.

При діаметрѣ скважины:

отъ 3″ —	5″	діаметръ нарѣзанной головки штанги			$1^{3}/_{4}$″
„ 5″ —	6″	„	„	„	$2^{1}/_{4}$″
„ 6″ —	10″	„	„	„	3″

Діаметръ тѣла ударной штанги во всякомъ случаѣ не менѣе діаметра головки.

Длина ударной штанги зависитъ отъ діаметра буровой скважины, вѣса бура и размѣровъ штанги. Вообще измѣняется отъ 1 — $2^{1}/_{2}$ саж. Чѣмъ больше діаметръ скважины, тѣмъ короче, но тѣмъ и толще ударная штанга. Вообще, вѣсъ ударной штанги долженъ относиться къ вѣсу бура, какъ 2 : 1. При развѣдочныхъ скважинахъ этотъ вѣсъ можетъ быть отъ 5 — 10 пуд.

[20.] **Нижнюю часть** буроваго снаряда составляютъ различнаго рода буры. Въ зависимости отъ того производится-ли буреніе вращательное или ударное и буры приготовляются *пустотѣлые* или *сплошные* (ударные).

Пустотѣлые буры дѣйствуютъ на породу рѣзаніемъ при ихъ вращеніи, а потому употребляются при проводкѣ развѣдочныхъ буровыхъ скважинъ вообще въ породахъ мягкихъ: въ пескѣ, глинѣ и пр.

Главные типы пустотѣлыхъ буровъ суть: *буравъ, рѣзакъ, свитокъ* и *черпакъ.*

Буравъ (фиг. 8) примѣняется въ слабыхъ глинахъ или суглинкахъ.

Рѣзакъ (фиг. 9) **и свитокъ** (фиг. 10) примѣняются въ глинахъ, глинистыхъ пескахъ, мергелѣ, каменномъ углѣ и т. п., смотря по твердости породъ. Чѣмъ болѣе пластичны породы, тѣмъ менѣе лопасть должна быть согнута, свернута, т. е. шире долженъ быть продольный прорѣзъ. Длина прибора 1 — $1^{1}/_{2}$ фут. Рѣжущія части насталены, какъ и во всѣхъ другихъ подобныхъ инструментахъ.

Черпакъ (фиг. 11) употребляется въ сыпучихъ и плывучихъ породахъ. Черпакъ дѣлаютъ изъ кубоваго желѣза толщиною въ $^{1}/_{8}$″ со стальнымъ кольцомъ, башмакомъ, или лезвіемъ *e* и клапаномъ, прикрѣпленнымъ къ кольцу. Длина черпака $1^{1}/_{2}$ — 3′ и болѣе. Къ вершинѣ діаметръ черпака нѣсколько уменьшается, такъ при длинѣ въ 18″ нижній діаметръ 5″, а верхній 4″. Если въ плывучей породѣ попадаются гальки, то хорошо работаетъ черпакъ съ шаровымъ клапаномъ (фиг. 12). Черпакъ съ изогнутымъ лезвіемъ (фиг. 13) примѣняется при болѣе компактныхъ породахъ.

Черпаки или желонки служатъ также и для очистки скважины отъ породы, разрыхленной другими инструментами. Высота желонки равна десять

разъ взятому діаметру. При очисткѣ скважины производятъ быстрыя качанія желонки въ продолженіе, примѣрно 10 минутъ.

Въ твердыхъ породахъ а также для разрыхленія большихъ валуновъ, примѣняются, такъ называемые, *сплошные буры* или *долота*, которыми работаютъ ударомъ. Къ сплошнымъ бурамъ относится *долото* (фиг. 14 и 15). Форма этого долота предпазначена для скважины діаметромъ до 9″. Уголъ, составляемый плоскостями лезвія,—не болѣе 70°. Чѣмъ тверже порода, тѣмъ уголъ больше и обратно. При скважинахъ діаметромъ болѣе 9″ можно примѣнять долото фиг. 14 или 15; но лучше двойное долото фиг. 16, которое особенно хорото для очень твердыхъ породъ. Въ породахъ слоистыхъ примѣняютъ *опычикъ*.

Для выравниванія выступовъ и вообще неровностей въ бокахъ скважины примѣняютъ *кружало* или *долото съ ушами* (фиг. 17).

Закалка долотчатыхъ буровъ должна быть сдѣлана такимъ образомъ, чтобы закалилось только одно лезвіе; для этого раскаленный буръ погружаютъ въ воду на глубину $1\frac{1}{4}$ — 2″, а по истеченіи 5 — 10 минутъ опускаютъ въ воду и весь буръ.

Буръ скрѣпляется съ ударной штангой винтовымъ соединеніемъ, иногда чекой, какъ на фиг. 17. Если нарѣзанный конецъ бура будетъ имѣть діаметръ 3″, то соотвѣтственно втулка штанги будетъ имѣть наружный діаметръ $4\frac{3}{4}$″; такой размѣръ годится для скважины, діаметръ которой не менѣе $6\frac{3}{4}$″. Нарѣзанные концы бура могутъ имѣть діаметръ въ $2\frac{1}{2}$″, 2″ и въ $1\frac{3}{4}$″, соотвѣтственно имъ втулки штанги будутъ 4″, 3″ и $2\frac{1}{2}$″; послѣдній размѣръ пригоденъ для скважины діаметромъ отъ 3″ — $3\frac{1}{2}$″.

Въ случаѣ обрушенія въ скважину валуновъ изъ породъ, по которымъ проходитъ скважина, ихъ можно вылавливать мѣшечнымъ буромъ; но этотъ буръ съ успѣхомъ можетъ быть примѣненъ только для широкихъ скважинъ.

[21.] При случайныхъ поломкахъ штангъ и пр. необходимо бываетъ прибѣгать къ *ловильнымъ* инструментамъ. Главнѣйшіе изъ нихъ: *колоколъ* (фиг. 18, табл. 2) съ коническою внутри нарѣзанною поверхностью. Онъ примѣняется при вытаскиваніи сломанныхъ частей снаряда или развинтившихся звеньевъ штангъ. Опустивъ колоколъ, вращаютъ его, нажимая къ низу; колоколъ нарѣжетъ винтъ на сломанномъ концѣ штанги и такимъ образомъ можно будетъ вытащить сломанную часть.

Ловильный крюкъ (фиг. 19), имъ стараются захватить сорвавшуюся часть штанги подъ обварку. Сюда также надо отнести *топоръ* (фиг. 20), и *кошку* (фиг. 21). *Крюкъ* (фиг. 22) служитъ для подъема сорвавшейся желонки.

Производство буренія.

[22.] Вращательное буреніе вообще примѣняется для малыхъ глубинъ, до 25 саж., діаметръ скважины не превосходитъ 8″, чаще 4″—6″. Въ простѣйшемъ своемъ видѣ примѣняется для развѣдки почвъ, отысканія торфяниковъ, а также золотыхъ розсыпей; при этомъ работаютъ буромъ, (фиг. 23, табл. 2), безъ станка; діаметръ бура около 2″; скважина можетъ достигнуть глубины около 7 футъ; на проводъ такой скважины потребуется времени отъ 10 — 15 минутъ. Черезъ опредѣленные промежутки времени вытаскиваютъ буръ и изслѣдуютъ приставшія къ нему частицы породы. При сухой почвѣ, которая не пристаетъ къ буру, вливаютъ въ скважину нѣкоторое количество воды.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ на Уралѣ при развѣдкѣ на бурые желѣзняки примѣняютъ инструментъ, называемый *щупомъ*. Щупъ представляетъ желѣзный стержень въ 2, 4 или 6 арш. длины и 1″ въ діаметрѣ съ проушиной на одномъ концѣ и съ копьевиднымъ утолщеніемъ на другомъ; на утолщеніи съ боковъ имѣются вырѣзки. Въ началѣ работы вбиваютъ щупъ въ 2 арш., потомъ въ 4 и 6 арш. и опредѣляютъ качество глинъ, приставшихъ въ выемкахъ утолщенія щупа. При ударѣ по инструменту, если слышится чистый, металлическій звукъ, то это указываетъ на руду; глухой звукъ указываетъ на песокъ или известнякъ, а слѣдовательно на отсутствіе руды. Послѣ работы щупомъ изслѣдуютъ мѣсторожденіе вращательнымъ буреніемъ и наконецъ шурфами.

Если буреніе должно производиться на большую глубину, тогда берутъ уже буры съ составными штангами. Укрѣпляютъ на почвѣ прочную доску съ отверстіемъ, діаметръ котораго равенъ діаметру бура и начинаютъ буреніе буромъ (фиг. 9 или 10, табл. 1), на штангу котораго навинчивается ушковая часть (фиг. 1). По мѣрѣ углубленія скважины наращиваютъ буръ штангами въ $1\frac{1}{2}$ арш. длины; при этомъ для удержанія бура при свинчиваніи и навинчиваніи служитъ *вилка* и *ключъ* (фиг. 5 и 6).

Если встрѣтится очень твердая порода, такъ что вращательнымъ буреніемъ нельзя углубляться, тогда навинчиваютъ долотчатый буръ и дѣйствуютъ ударомъ, приподнимая и опуская буръ, примѣрно съ высоты 12″ и болѣе. Каждый разъ послѣ углубки на 10—12″ поднимаютъ буръ и опускаютъ желонку (фиг. 11) для очистки скважины. При помощи подобнаго бура вѣсомъ въ 2—$2\frac{1}{2}$ пуда 1 рабочій въ день можетъ провести отъ 4—5 скважинъ глубиною въ 2—3 сажени, если породы мягкія.

При болѣе глубокихъ скважинахъ напр. до 8 сажень, когда потребуется болѣе тяжелый инструментъ, то для удобства работы ставятъ надъ скважиной *коперъ*, въ видѣ простаго тренога съ блокомъ въ верху (фиг. 24,

табл. 2). Высота треногa отъ $1\frac{1}{2}$ — 2 с., толщина бревенъ 5″. Задолжается при работѣ 2 человѣка; одинъ придерживаетъ за канатъ, идущій отъ штанги бура черезъ блокъ, придавая этимъ вертикальное положеніе буру; другой производитъ вращеніе.

При твердыхъ породахъ и работѣ долотчатымъ буромъ одинъ рабочій при помощи каната можетъ производить удары поднманіемъ и опусканіемъ бура, другой же находится при бурѣ для повертыванія его.

[23.] **При буреніи на глубину до 15 сажень,** коперъ дѣлается нѣсколько солиднѣе, высотою около 3 — 4 с., толщина бревенъ въ верхнемъ отрубѣ около 5 в. Къ копру прикрѣпляютъ воротъ *a* (фиг. 24), для поднятія и опусканія инструмента. Радіусъ барабана 6″, радіусъ рукоятки 16″. При помощи этого устройства можно работать и ударомъ; для этого канатъ, идущій отъ штанги черезъ блокъ, навиваютъ на барабанъ два или три раза вообще столько разъ, чтобы, придерживая слегка за свободный его конецъ и вращая барабанъ, не происходило скольженія; поднявъ такимъ образомъ буръ до извѣстной высоты, освобождаютъ конецъ каната и буръ свободно падаетъ.

Для приданія правильности скважинѣ и укрѣпленія ея устья вставляется *матица a* (фиг. 25), т. е. деревянная труба или желѣзная длиною отъ $1\frac{1}{2}$ — 3 арш., внутренній діаметръ равенъ діаметру скважины + 1″, а толщина стѣнокъ около 4″ (при деревѣ). Устье матицы закрывается иногда ножницами, подобно фиг. 26, а конецъ ея оковывается желѣзнымъ обручемъ. Коль скоро долото углубится ниже матицы, то въ устье ея вставляютъ деревянную втулку съ отверстіемъ, діаметръ котораго около 3″. Это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы штанга не имѣла значительныхъ качаній и не разбивала устья матицы.

[24.] **При проводѣ болѣе глубокихъ развѣдочныхъ скважинъ, напр. до 30 с. и болѣе,** примѣняютъ тѣже инструменты, но большихъ размѣровъ. Коперъ дѣлаютъ высотою до 5 с. о 4 погахъ, или какъ на фиг. 27, табл. 2; а устье скважины располагаютъ на днѣ неглубокой шахты отъ 1 — 2 с. глубиною и около 1×2 саж. въ поперечномъ сѣченіи (фиг. 28, табл. 2). Въ устье скважины вставляютъ матицу. Если буреніе производятъ въ забоѣ довольно глубокаго шурфа, то матицу закрѣпляютъ, какъ на фиг. 29, табл. 3.

Простой воротъ иногда замѣняютъ сложнымъ, т. е. съ одной шестерней и однимъ зубчатымъ колесомъ; къ вороту присоединяютъ тормазъ, для удобства спуска инструмента.

Для приданія инструменту перемѣнно-возвратнаго движенія при ударномъ буреніи примѣняютъ *буровой станокъ* фиг. 30, или еще проще, какъ на фиг. 31. Къ короткому плечу балансира прикрѣпляется буровой снарядъ, а на длинное дѣйствуютъ рабочіе. Длина рычага 14′ и болѣе; отношеніе плечъ, какъ $\frac{1}{3}$ или какъ $\frac{1}{4}$. Высота подъема 8 — 12″. При балансирѣ слѣ-

дусть устраивать отбой, особенно это необходимо при свободнопадающихъ инструментахъ. Отбой въ верху станка представляетъ подобіе рессоры, составленной изъ досокъ, а конецъ балансира и нижняя часть отбоя снабжаются подушкой [1]). При углубленіи удлиненіе снаряда производится винтомъ ушковаго прибора *b*, (фиг. 30), и вставными стержнями или звеньями штанги.

Для поднятія всего инструмента изъ скважины, напр. для очистки ея, подкладываютъ вилку или ножницы, разъединяютъ ушковую часть съ коромысломъ, и опускаютъ канатъ съ крюкомъ (фиг. 32), которымъ и подхватываютъ подъ утолщеніе штанги (обварку); далѣе при помощи ворота поднимаютъ инструментъ, подхватываютъ его ножницами и развинчиваютъ штанги; за тѣмъ опускаютъ снова крюкъ и т. д. Поднявъ инструментъ, очистку скважины можно произвести желонкой. Діаметръ желонки долженъ быть менѣе діаметра скважины на 1″.

Иногда же имѣютъ спеціальный канатъ, желоночный, съ особеннымъ воротомъ и блокомъ. Въ концѣ смѣны всегда вынимаютъ инструментъ и очищаютъ скважину. Спускъ инструмента совершается тѣми же пріемами, какъ и подъемъ; но надо замѣтить, что при опусканіи инструмента Фабіана, надо повертывать штангу.

Примѣчаніе. Изъ описанія подъема буроваго инструмента видно, что каждый разъ приходится развинчивать звенья штанги, на что идетъ очень много времени. При буреніи шахтъ иногда избѣгаютъ этого, штангу не вытаскиваютъ, а буръ поднимаютъ на канатахъ, ибо онъ можетъ скользить по штангѣ. Намъ неизвѣстно, чтобы этотъ методъ (Гибаля) былъ когда-либо примѣненъ для буровыхъ скважинъ, вѣроятно вслѣдствіе малаго ихъ діаметра. При діаметрѣ въ 31″, при вращательномъ буреніи, этотъ способъ несомнѣнно можетъ быть примѣненъ, какъ показалъ опытъ буренія шахты (см. Глава III, способъ Гибаля).

Выше мы предполагали штанги *непрерывными*; при болѣе или менѣе значительной глубинѣ такія штанги должны быть непремѣнно замѣнены *сдвижными*, для чего примѣняется *кулиса Эйнгауссена* (фиг. 33). Ходъ кулисы отъ 12—18″. Съ успѣхомъ также примѣняютъ при развѣдочномъ буреніи и свободнопадающій инструментъ Фабіана (фиг. 34). Однако надо замѣтить, что діаметръ его не можетъ быть менѣе $5\frac{1}{4}$″, толщина стѣнокъ цилиндра *a* не менѣе $\frac{1}{2}$″. При свободнопадающихъ инструментахъ необходима ударная штанга и къ ней направляющая корзинка (фиг. 35).

Крѣпленіе скважины.

[25.] Для предохраненія скважины отъ обваловъ примѣняютъ желѣзныя трубы. Деревянныя трубы въ настоящее время почти не примѣняются. Крѣпленіе можетъ производиться или *непрерывными* трубами или *потай-*

[1]) Кожаный мѣшекъ набитый волосомъ.

ными (фиг. 36 и 37, табл. 3). Первый способъ дороже втораго. Толщина кубоваго желѣза, идущаго для трубъ, зависитъ отъ діаметра послѣднихъ:

При діаметрѣ трубы въ	8 — 10″	толщина желѣза	$^{2}/_{16}$	до	$^{3}/_{16}$″
» » » »	7″	» »	$^{1}/_{8}$″
» » » »	6″	» »	$^{1}/_{8}$″
» » » »	5″	» »	$^{1}/_{12}$″
» » » »	4″	» »	$^{1}/_{16}$″
» » » »	3″	» »	$^{1}/_{16}$″

Діаметръ трубъ долженъ быть менѣе діаметра скважины на $^{3}/_{4}$″.

Непрерывныя трубы составляются изъ звеньевъ, которыя соединяются между собою или при помощи муфтъ или въ раструбъ (болѣе дешевый способъ), для чего діаметръ одного конца звена дѣлается менѣе діаметра другаго конца, примѣрно на $^{3}/_{8}$″. Одинъ конецъ трубы входитъ въ другой на 6″ и соединяется заклепками въ два ряда. *Число заклепокъ въ ряду равно числу дюймовъ въ діаметрѣ трубы;* діаметръ заклепокъ при этомъ не менѣе $^{7}/_{16}$″. Головки заклепокъ должны быть по возможности невысокими. Въ продольныхъ рядахъ діаметръ заклепокъ не менѣе $^{7}/_{16}$″, а разстояніе между ними 3″. Иногда склепываютъ трубы потайными заклепками, такое соединеніе обходится дороже, ибо отверстія для заклепокъ должны быть разцинкованы; но это соединеніе надо считать наилучшимъ[1]).

Нижній край осадной трубы долженъ быть рѣжущимъ, а потому къ нему приклепываютъ болѣе толстое кольцо *A* (башмакъ желѣзный или стальной) съ острымъ нижнимъ краемъ (фиг. 37).

Склепка трубъ производится такимъ образомъ, что опускаютъ въ собранную трубу бабу или наковальню (фиг. 38 *a* и *b*), и устанавливаютъ ее противъ отверстій для заклепокъ; вставляютъ заклепку снаружи и въ началѣ легкими ударами расклепываютъ; отверстія при этомъ способѣ должны быть разцинкованы. Другой способъ соединенія — винтами: опускаютъ винты (фиг. 39, табл. 4) на шнурѣ въ трубу и улавливаютъ ихъ проволочнымъ крючкомъ, завинчиваютъ гайку снаружи и отсѣкаютъ конецъ винта. Такимъ-же образомъ можно производить соединеніе и заклепками *b* (фиг. 39): заводятъ ихъ съ внутренней стороны трубы во всѣ отверстія, опускаютъ наковальню и расклепываютъ. Опусканіе заклепки можетъ производиться также на особомъ инструментѣ (фиг. 40).

Иногда труба опускается отъ собственнаго вѣса вслѣдъ за углубленіемъ скважины, иногда же ее понуждаютъ опускаться при помощи грузовъ, рычаговъ и т. п. (фиг. 41 и 42), или ударяютъ по трубѣ деревянной бабой, раскачиваютъ балансиромъ, поворачиваютъ рычагами и пр. Если труба совершенно перестаетъ опускаться, то примѣняютъ расширительные инстру-

[1]) По данной толщинѣ кубоваго желѣза, діаметръ заклепокъ опредѣлится по извѣстнымъ правиламъ механики.

менты или опускаютъ другую трубу меньшаго діаметра внутри первой и крѣпятъ *непрерывными* или *потайными трубами*. Здѣсь надо замѣтить, что на каждую трубу скважина теряетъ въ діаметрѣ отъ 1 до 2″.

Если первая труба имѣла діаметръ:

8″,	то вторая 6″,	третья	4″
$6\frac{3}{4}$″,	» » $4\frac{3}{4}$	»	$2\frac{3}{4}$—3″.
$5\frac{3}{4}$″,	» » $3\frac{3}{4}$	»	3″ maximum.

Верхнее звено трубы, выходящее на поверхность, снабжается кольцомъ съ закраинами или верхній край трубы разрѣзаютъ и отгибаютъ края. Будетъ болѣе безопасно, если труба въ скважинѣ будетъ, такъ сказать, висѣть на верхнихъ закраинахъ

При опусканіи трубъ въ скважину необходимы 2 натяжныхъ хомута (фиг. 43). Во время склепки нижняя труба зажата въ хомутѣ и виситъ надъ устьемъ скважины, задерживаясь хомутомъ. Второй хомутъ въ это время прикрѣпленъ къ верхнему звену, приклепываемому; при опусканіи трубы, ее первоначально нѣсколько поднимаютъ, нижній хомутъ снимаютъ, и потомъ уже опускаютъ, удерживая ее у устья скважины вторымъ верхнимъ хомутомъ.

Закрѣпленіе буровой скважины потайными трубами дешевле обходится, нежели непрерывными; но вообще оно сопряжено съ большими затрудненіями и большимъ сокращеніемъ діаметра скважины, нежели при непрерывныхъ трубахъ, принявъ въ разсчетъ діаметръ воронки. Склепка трубъ, соединеніе ихъ и пр. дѣлаются такъ, какъ и при непрерывныхъ. Верхній край потайной трубы дѣлается расширеннымъ, съ воронкой (фиг. 44), и здѣсь приклепывается кольцо *a*. Опусканіе производится на приборѣ съ крыльями *cc* (фиг. 45) или на приборѣ *b* (фиг. 44).

При обвалахъ, коль скоро труба откажется идти дальше, то опускаютъ потайную или непрерывную трубу меньшаго діаметра, или расширяютъ скважину. Для расширенія примѣняютъ *расширительный приборъ* (фиг. 46 и 47); первый приборъ—для слабыхъ породъ при вращательномъ буреніи, а второй—при крѣпкихъ, при ударномъ буреніи. Во время опусканія приборовъ, крылья *k* опущены; коль скоро приборъ дойдетъ до нижняго края остановившейся трубы, то крылья поднимаются подъ вліяніемъ пружины *r*.

По миновании надобности въ развѣдочной скважинѣ желательно, въ виду экономіи, *добыть обратно трубы*. Если трубы непрерывныя, то ихъ легко вытащить: захватываютъ трубу цѣпью или канатами подъ кольцо верхняго края и при помощи воротковъ, рычаговъ, домкратовъ или тому подобныхъ приспособленій стараются вытащить трубу (фиг. 48 и 49). При этомъ можно подхватить трубу и подъ башмакъ—инструментомъ, подобнымъ тому, который употребляется для опусканія потайныхъ трубъ. Очень часто

для добыванія трубы малыхъ размѣровъ довольствуются *болваномъ* (фиг. 50); онъ деревянный и опускается на штангѣ. Діаметръ болвана почти равенъ внутреннему діаметру трубы. Опустивъ приборъ въ трубу, насыпаютъ на него щебня и песку, и затѣмъ поднимаютъ.

Соотношеніе между діаметрами трубъ и буровъ представлено въ слѣдующей таблицѣ:

Діаметръ трубы			діаметръ бура		
"	"	$13\frac{3}{4}''$	"	"	$13\frac{3}{8}''$
"	"	12	"	"	$11\frac{3}{4}$
"	"	$10\frac{5}{8}$	"	"	$10\frac{3}{8}$
"	"	$9\frac{1}{2}$	"	"	$9\frac{1}{8}$
"	"	$8\frac{1}{4}$	"	"	8
"	"	$7\frac{1}{4}$	"	"	7
"	"	$6\frac{1}{4}$	"	"	$6\frac{1}{8}$
"	"	$5\frac{1}{4}$	"	"	$5\frac{1}{16}$
"	"	$4\frac{1}{4}$	"	"	$4\frac{1}{8}$
"	"	$3\frac{1}{2}$	"	"	$3\frac{3}{8}$
"	"	$2\frac{3}{4}$	"	"	$2\frac{9}{16}$

[26.] **При буровыхъ работахъ ведется журналъ**, форма котораго приложена ниже.

Мѣсяцъ и число.	Смѣна.	Число рабочихъ.	Время употребленное на буреніе.	Пройдено.		Время на чистку.	№ пробы.	Діаметръ скважины.	Углублено съ поверхности.		Свойство породъ.	Особыя примѣчанія.
				Фут.	Дюйм.				Фут.	Дюйм.		
	Дневная.											
	Ночная.											

[27.] **Стоимость буровыхъ инструментовъ и провода буровой скважины.** Инструменты для ручнаго буренія можно получить на мѣстныхъ заводахъ по цѣнѣ отъ 8 до 10 руб. за пудъ, смотря по числу и формѣ буровъ, а также длинѣ штанги. Осадныя трубы стоятъ отъ 7—9 руб. за пудъ. Буровые инструменты заграничной работы въ настоящее время обходятся крайне дорого: такъ, напр., рѣзаки и черпаки для скважинъ отъ $3\frac{1}{2}$ до 7″ стоютъ отъ 24 — 60 руб., Долотчатые буры для скважинъ отъ $3\frac{1}{2}$—7″

стоютъ 14—24 руб. Прибоpъ для ручнаго ворота—18 руб. Приборъ Фабіана—до 90 руб.

Механическій заводъ г. Вибера въ Тулѣ, неоднократно готовившій инструменты для развѣдочнаго буренія, даетъ слѣдующія цѣны. Для скважины, глубиною въ 30 саж., буровая штанга стоитъ 375 руб., діаметръ скважины около 7″; за пудъ штангъ приходится 12 р. 50 к. Буровая ложка въ 7″ стоитъ 50 р., въ 5″—35 руб. Желонка въ 6″ стоитъ—35 руб., въ 4″—25 р. Свободнопадающій приборъ Фабіана для 7″ скважины, съ ударной штангой и корзинкой, стоитъ 130 р. Долото составное для 7″ скважины, съ 5 лезвіями различныхъ размѣровъ, стоитъ 90 руб. Три долота плоскихъ въ $3^{3}/_{4}$″ стоютъ 24 руб. Регулирующій винтъ съ принадлежностями—65 руб. Трубы для крѣпленія скважинъ заводъ готовитъ по 8 р. 50 к. за пудъ. Расширительный инструментъ для слабыхъ породъ—20 р., для крѣпкихъ породъ—50 р.; приборы эти расширяютъ скважину до 9″. Наковальня для склепки трубъ, діаметромъ въ 8″ стоитъ 20 р., въ 6″—15 р., въ $4^{1}/_{2}$″—12 р. Натяжной хомутъ, желѣзный, для трубъ, діаметромъ въ 8″, стоитъ 13 руб., въ $4^{1}/_{2}$″—10 руб. Полный приборъ для ворота—15 р. Блокъ—9 р., вилка—4 р., поворотный ключъ—8 р., ловильный крюкъ—6 р.

Проводъ буровой скважины, глубиною въ 25 с., діаметромъ отъ 6—8″ обходится отъ 500—1000 р. при среднихъ условіяхъ. При развѣдочныхъ работахъ на бурый уголь при породахъ: въ пескахъ мелкихъ и крупныхъ, съ гальками кварца и пр., и въ пескахъ плывучихъ, въ суглинкахъ, въ глинахъ съ гальками кварца и по бурому углю—проходъ скважины въ 30 с. среднимъ числомъ обходится отъ 150—200 р.; времени потребно 3—4 недѣли. Въ началѣ задолжается 3 рабочихъ, а въ концѣ работъ 8.

Время, потребное для выбуриванія скважины діаметромъ около 6″ на глубину 1 фута, зависитъ отъ качествъ породъ, такъ:

по гнейсу	23—32 час.
по плотнымъ известнякамъ, песчаникамъ, глинистымъ сланцамъ	20—29 „
по мягкому глинистому сланцу	14—23 „
по сланцеватой глинѣ, гипсу и т. п.	8—17 „
по соленосной глинѣ, мергелю, мѣлу	2—11 „

Въ круглыхъ цифрахъ при развѣдочномъ буреніи глубиною до 40 с. по песчаникамъ и сланцамъ въ каменноугольной почвѣ, 1 погон. метръ (3,28 фут.) проходятъ въ $^{3}/_{4}$ смѣны. По мелкозернистому песчанику и конгломерату—0,89 смѣны.

Ниже приводимъ нѣкоторыя числа, относящіяся до новѣйшихъ буровыхъ работъ во Франціи, произведенныхъ фирмами Degousée, Vendel, Dru St. Just и др. съ цѣлью открытія каменноугольныхъ пластовъ.

Полная глубина скважины.	Почвы и породы, пересѣченныя скважиной.		Углубленіе скважины въ 1 мѣсяцъ.	Время полнаго углубленія.	Стоимость 1 пог. сажени.
	Названіе.	Толщина.			
саж.		сажени.	сажени.	мѣсяцы.	руб.
173	Тріасъ	105	4,3	40	212
	Камен. почва	68			
188	Лейасъ	44	5,2	36	212
	Тріасъ	58			
	Каменноуг. почва	86			
212	Конгломераты	100	2,8	74	153
	Неокомiенъ	89			
	Лейасъ	23			
104	Оксфордскій ярусъ	31	3,4	30	192
	Тріасъ	63			
	Каменноуг. почва	10			
287	Оолитъ	139	9,5	30	106
	Лейасъ	37			
	Тріасъ	44			
	Каменноуг. почва	67			
141	Лейасъ	141	8,9	17	660
55	Тріасъ	55	10,6	$31^{1}/_{3}$	160

При развѣдочномъ буреніи стоимость скважины за 1 погон. метръ (3,28 футъ) возростаетъ въ ариѳметической прогрессіи черезъ каждые 10 метровъ (32,8 ф.); такимъ образомъ:

При глубинѣ отъ	0	—	20	метровъ	1
» » »	20	—	30	»	2,7
» » »	30	—	40	»	5,4
» » »	40	—	50	»	8,10
» » »	50	—	60	»	10,80
» » »	60	—	70	»	13,50
» » »	70	—	80	»	16,20
» » »	80	—	90	»	18,80
» » »	90	—	100	»	21,60

Если встрѣтятся породы чрезвычайной крѣпости, то правильность возростанія платы нарушается [1]).

Примѣчаніе. При производствѣ развѣдочнаго буренія, напр. на каменную соль и т. п., интересно бываетъ получить пробу изъ скважины въ цѣльномъ кускѣ, для этого выбуриваютъ столбикъ породы при помощи *пробника*, (фиг. 51 или 52) и срываютъ потомъ этотъ столбикъ *а рватслемъ* (фиг. 53).

[1]) См. прибавленіе въ концѣ книги.

ГЛАВА II.

Горныя работы.

(Табл. 5—15.)

[28.] Способы, при помощи которыхъ горныя породы *добываются*, называются *горными работами*. Инструменты, сюда относящіеся, называются *горными инструментами*.

Свойства горныхъ породъ, вліяющія на способы ихъ добычи, суть слѣдующія:

1) **Твердость**, или сопротивленіе прониканію остраго инструмента въ породу.

2) **Вязкость или крѣпость**, — сопротивленіе породы разрыву.

3) **Способность къ вывѣтриванію.**

4) **Растворимость въ водѣ.**

5) **Трещиноватость.**

По отношенію къ болѣе трудной или легкой *добываемости* (сопротивленію добычѣ), горныя породы раздѣляются:

1) **Вязкія и твердыя въ высшей степени**, сильно сопротивляющіяся прониканію остраго инструмента и съ большимъ трудомъ отдѣляющіяся отъ сплошной массы, сюда принадлежатъ: кварцъ, роговой камень, порфиръ, гранитъ, діоритъ и т. п.

2) **Вязкія и твердыя**, сюда относятся: песчаники, плотные известняки, нѣкоторые сланцы и вообще породы, содержащія много кварца.

3) **Ломкія**, или полутвердыя каковы: мѣлъ, каменная соль, мергель, известняки и т. п.

4) **Мягкія**, не представляющія значительнаго сопротивленія прониканію остраго инструмента; напр. сланцеватыя глины, иногда каменный уголь и т. п.

5) **Рыхлыя или сыпучія**, сюда относятся: песокъ, болотныя руды, торфъ и т. п.

[29.] Для добычи горныхъ породъ примѣняются слѣдующія работы:

a) Лопатная.
b) Кайловая.
c) Кирковая.
d) Клиновая.
e) Порохострѣльная.
f) Работа динамитомъ.
g) Огненная работа.

b) Гидравлическая работа.

Послѣднія двѣ системы работъ, особенно огненная, въ настоящее время почти не встрѣчаются и могутъ имѣть мѣсто только въ рѣдкихъ случаяхъ, а потому мы ихъ опускаемъ, замѣтивъ только, что гидравлическая работа при извѣстныхъ условіяхъ можетъ быть съ выгодой примѣнена [1]); но огненная, требующая огромнаго количества горючаго матеріала, должна быть въ настоящее время положительно оставлена.

a) Лопатная работа.

[30.] Лопатная работа примѣняется для породъ рыхлыхъ, сыпучихъ, при вскрышѣ наносовъ, при перемѣщеніи породъ, уже добытыхъ другимъ способомъ, при нагрузкѣ и т. п.

Къ лопатной работѣ относятся слѣдующіе инструменты:

1) **Лопата** (фиг. 1 табл. 5) приготовляется изъ хорошаго желѣза или стали. Рѣжущій край округленъ или съ притупленными углами, для лучшаго прониканія въ породу. Длина лопасти — 9″, ширина — $8\frac{1}{4}$″ и болѣе. Рукоятка изогнутая или прямая, длиною — $4\frac{1}{2}$′ — 5′, толщиною — $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{3}{4}$″; поперечное сѣченіе нѣсколько овальное. Уголъ между лопастью и рукояткой 135°—150° (135° при работѣ на поверхности); этотъ уголъ увеличивается съ уменьшеніемъ высоты выработки. Вѣсъ лопаты — до 7 фунтовъ.

2) **Черпакъ** (фиг. 2) примѣняется для добычи рыхлыхъ породъ изъ-подъ воды, напр. для озерныхъ желѣзныхъ рудъ.

3) **Гребокъ** (фиг. 3) главнѣйше примѣняется для нагрузки добытой породы; при этомъ гребкомъ сгребаютъ породу на *лотокъ*, представляющій деревянный или желѣзный ящикъ съ однимъ открытымъ бокомъ. Одинъ кузнецъ съ молотобойцемъ могутъ приготовить въ смѣну 14 гребковъ изъ спеціальнаго сорта желѣза.

4) **Вила и грабля** представляютъ гребокъ, но не со сплошной лопастью, а съ зубчатою; онѣ служатъ вспомогательными инструментами при нагрузкѣ. Длина зубцовъ 4,5—6,5″, число отъ 2—6; длина рукоятки до 7′ и болѣе.

5) **Заступъ** (фиг. 4), форма лопасти прямоугольная съ притупленными углами или трапецоидальная. Ширина лопасти отъ 6—7″, длина отъ 7—9″. Лопасть и рукоятка находятся въ одной плоскости. Длина рукоятки 2,5—3′. *Заступъ примѣняется при болѣе плотныхъ породахъ.* Фиг. 4, *b* — заступъ, примѣняемый при добычѣ торфа.

---

[1]) Она примѣняется напр. при разработкѣ золотыхъ розсыпей и соленосныхъ глинъ, о чемъ мы скажемъ въ своемъ мѣстѣ.

Производительность. 1) Для добычи 1 куб. саж. породы лопатною работою, напр. при вскрышахъ золотоносныхъ песковъ, можно положить 2 — 2,5 поденщиковъ. 2) Одинъ рабочій въ смѣну можетъ добыть 240 пуд. озерной руды. 3) 2 рабочихъ могутъ добыть сѣтчатымъ черпакомъ съ глубины 90—270″ озерной руды 95—408 пуд. 4) При помощи гребка въ смѣну можно выработать 20,5 куб. ф. породы. 5) Въ смѣну рабочій можетъ вырѣзать заступомъ до 3000 торфяныхъ кирпичей съ размѣрами: длина 12—13″, ширина $4\frac{1}{2}$″, толщина 5″. 6) Рабочій можетъ погрузить въ таратайку рыхлой земли 1 куб. саж. въ 8,1 час., а въ тачку въ 6,5 час.

b) Кайловая работа.

[31.] Кайловая работа примѣняется для породъ ломкихъ и мягкихъ и, какъ вспомогательная работа — при породахъ болѣе вязкихъ. Чаще встрѣчаемъ слѣдующіе виды кайлы.

1) **Одно-лопастная кайла** прямая или изогнутая по дугѣ круга (фиг. 5 и 6, табл. 5)[1]). Кривая лопасть очерчивается изъ центра, принимаемаго въ локтѣ рабочаго или въ плечѣ, смотря потому будетъ ли работа производиться въ тѣсныхъ помѣщеніяхъ, внутри рудника или на поверхности. Длина лопасти 8—12″, рѣже 4—16″. Вѣсъ кайлы 2—6 фунт., рѣже $1\frac{1}{4}$—8 фунт. Фиг. 7, *b* представляетъ наиболѣе употребительную кайлу при каменноугольныхъ разработкахъ; длина лопасти 10—14″, поперечное сѣченіе квадратное, 1″ въ квадратѣ, или прямоугольное— $1\frac{1}{4}'' \times \frac{3}{4}''$; вѣсъ до 5 фунт. Фиг. 7,*a* представляетъ кайлу, называемую *ривелень* и употребляемую для образованія глубокихъ и узкихъ врубовъ. Чертежъ представляетъ типъ инструмента рудниковъ въ Серенъ. Иногда придаютъ форму кайлѣ, какъ на фиг. 8; но остріе должно находиться на пересѣченіи внутренняго прямаго бока съ дугою внѣшняго бока лопасти, описанною, какъ выше сказано. На Уралѣ и въ Сибири почти исключительно употребляютъ однолопастную кайлу.

2) **Дву-лопастная кайла** *c* и *d* (фиг. 9 и 10), въ тѣсныхъ выработкахъ не позволяетъ дѣлать значительныхъ размаховъ. Длина отъ 16—20″. Поперечное сѣченіе, какъ и въ одно-лопастной, прямоугольное. Фиг. 10 *a* и *b* представляютъ кайлу — ривелень: *a* — англійскихъ рудниковъ, *b* — изъ Мопса.

Лопасти кайлъ приготовляются изъ желѣза, а концы ихъ наставливаются.

---

[1]) Фиг. 5 представляетъ кайлу Бельгійскихъ рудниковъ.

Остріе должно непремѣнно находиться на дугѣ, очерчивающей лопасть. Вообще кайлы изогнутыя выгоднѣе прямыхъ.

Закалка лезвея кайлы производится при желтомъ каленіи, а при болѣе твердыхъ породахъ — при синемъ каленіи.

Самая практическая форма отверстія ушка кайлы, это—трапецоидальная или эллиптическая. Рукоять кайлы длиною около 3′, поперечное сѣченіе эллиптическое, 1,5″ и 2″—длины осей эллипсиса.

Къ разряду *кайлъ* надо причислить также *врубовой молотокъ* и *горное долото*. Врубовой молотокъ (фиг. 11 *a* и *b*) примѣняютъ для образованія врубовъ, для выработки твердыхъ прослойковъ въ каменноугольныхъ пластахъ или для выработки твердыхъ породъ, разрушенныхъ уже порохострѣльной работой, при чемъ онъ служитъ, какъ кайла или клинъ, или какъ молотокъ. Рукоять врубоваго молотка должна проходить черезъ центръ тяжести инструмента. Фиг. 11 *a*—врубовой молотокъ Англійскихъ рудниковъ. *Горное долото* представляетъ прямоугольный съ притупленными углами желѣзный стержень толщиною $^3/_4$—1″ и длиною до 6′. Иногда желѣзный стержень имѣетъ деревянную рукоятку съ желѣзной оправой на концѣ. Горное долото примѣняется для образованія глубокихъ врубовъ, иногда при немъ употребляютъ и балду (напр. на Грушевкѣ).

Хотя кайловая работа примѣняется собственно для добычи, но чаще, какъ вспомогательная работа, для образованія *врубовъ* или *подбоевъ*, т. е. для обнаженія забоя. Врубъ представляетъ глубокую и возможно узкую щель, образованную при почвѣ пласта или въ другомъ мѣстѣ забоя, пользуясь трещинами или мягкими прослойками. Вертикальный врубъ, проводится перпендикулярно къ первому. Высота врубовъ до 6″, глубина до 40″. Во избѣжаніе преждевременнаго обвала, при горизонтальныхъ врубахъ, ставятъ деревянныя стойки (бабки въ Ю. Россіи) или оставляютъ столбики каменнаго угля.

Обнаженный тремя врубами забой представится, какъ на фиг. 12. Обнаженную массу породы *A* отдѣляютъ клиньями, ломами и т. п. инструментами.

Въ виду уменьшенія расходовъ на ремонтъ кайлъ предлагали дѣлать ихъ составными, т. е. въ желѣзную лопасть кайлы вставляютъ стальное лезвее; но такія кайлы не получили распространенія (фиг. 13).

Приготовленіе и ремонтъ кайлъ. Кузнецъ съ молотобойцемъ въ смѣну могутъ приготовить 10 — 12 кайлъ вѣсомъ 45 фунтовъ, для чего потребно матеріала: желѣза—55 фунт., стали—1,8 ф., кузнечнаго угля $2^3/_4$ пуда. При исправленіи кайлъ, для навастриванія 100 штукъ, потребно $4^1/_2$ часа кузнечной поденщины и 25 фунтовъ угля.

Для приготовленія 10 кайлъ вѣсомъ по 2,6 ф. потребно желѣза 32 ф., стали $1^1/_4$ ф. и древеснаго угля 14 фунтовъ.

За наварку кайлы платятъ по 2 коп., за отвастриваніе по 0,4 к. При ремонтѣ кайлъ надо разсчитывать среднимъ числомъ на одну кайлу 0,09—0,1 ф. стали томлянки. На Гороблагодатскомъ рудникѣ пудъ кайлъ обходиться около 2 р. 60 к.

Производительность. Можно положить, что въ 8 ч. смѣну одинъ рабочій при каменномъ углѣ можетъ сдѣлать врубъ, горизонтальное сѣченіе котораго будетъ равно около 1 кв. саж.; при этомъ глубина вруба, около 40″. Здѣсь на производительность человѣка вліяетъ крѣпость угля, толщина пласта и т. п. Въ твердыхъ породахъ, какъ напр. въ Мансфельдскихъ мѣдистыхъ сланцахъ, въ одну 8 ч. смѣну рабочій дѣлаетъ врубъ длиною 63″—42″, глубиною 7—6″, высотою около 2″.—Въ смѣну рабочій иступитъ 3—4 кайлы.

c) Кирковая работа.

[32.] Кирковая работа примѣняется при породахъ крѣпкихъ, вязкихъ и очень вязкихъ. Въ прежнее время (до изобрѣтенія порохострѣльной работы), кирковая работа примѣнялась въ обширныхъ размѣрахъ для добычи; теперь же ее примѣняютъ чаще для выравниванія поверхностей, для образованія гнѣздъ, отдѣлки стѣнъ выработокъ и т. п. При разсматриваемой работѣ примѣняютъ инструменты: *кирку* и *молотокъ*.

Кирка (фиг. 14 табл. 5), приготовляется изъ стали или изъ желѣза съ насталенными концами. Лезвее пирамидальной формы съ закругленными боками (фиг. 15); чѣмъ порода тверже, тѣмъ тупѣе уголъ острія. Поверхность тупаго конца дѣлается иногда выпуклою. Проушина прямоугольной или овальной формы сдѣлана на срединѣ длины кирки или нѣсколько ближе къ острому концу. Высота проушины $1\frac{3}{8}-2$″, ширина $\frac{1}{2}$″—$\frac{3}{4}$″. Поперечное сѣченіе кирки квадратное отъ 1″ до $1\frac{3}{8}$″. Длина кирки отъ 5—7″ и до $10\frac{1}{2}$″. Длина рукоятки—1′. Вѣсъ кирки отъ 2—5 фунт.

Приготовленіе и ремонтъ киронъ. Кузнецъ съ молотобойцемъ въ смѣну могутъ приготовить около 15—17 кирокъ. При ремонтѣ за наварку кирки платятъ около 2 к. со штуки, а за отвастриваніе по 0,4 к. отъ штуки.

Молотокъ (фиг. 16) желѣзный, бой наваривается сталью. Молотокъ изогнутъ по дугѣ круга, радіусъ котораго—$2\frac{1}{3}$ фут., плоскость боя расположена по радіусу. Длина рукоятки—14″ и болѣе. Поперечновсѣченіе молотка квадратное отъ 1—$2\frac{1}{4}$″. Длина молотка—5—$7\frac{1}{2}$″. Вѣсъ молотка отъ 2 до 5 и до 7 фунтовъ, смотря потому идетъ ли работа снизу вверхъ или обратно.

Для приготовленія 10 молотковъ потребно: желѣза—61 ф., стали—10 ф., угля—6 пуд., кузнечныхъ поденщинъ $2\frac{1}{4}$. На наварку молотка идетъ 1 ф. стали.

Работа киркою производится различнымъ образомъ. Загоняютъ кирку молоткомъ въ трещины и отламываютъ породу, какъ бы клиномъ. Если забой не представляетъ трещинъ и порода весьма вязкая, то добыча производится при помощи бороздокъ въ такомъ порядкѣ, какъ показано на фиг. 17. Разстояніе одной бороздки отъ другой — $1\frac{1}{4}$—$1\frac{1}{2}$″. Другой методъ кирковой работы, уступами, показанъ на фиг. 18. При углубленіи шахтъ, почва ихъ вырабатывается уступами совершенно такъ, какъ на фиг. 18.

Производительность. Общія цифры для производительности при кирковой работѣ трудно установить. Въ гнейсѣ въ 8 ч. смѣну приходится на человѣка 7 куб. ф., при болѣе твердыхъ породахъ приходится только 2 куб. ф. При болѣе мягкихъ породахъ производительность возвышается до 24 куб. ф. и болѣе.

d) Клиновая работа.

[33.] Клиновая работа, какъ самостоятельная, особенно пригодна при трещиноватыхъ породахъ и, какъ вспомогательная, при другихъ работахъ. Здѣсь примѣняются разнаго вида *клинья* и *балды*.

Клинья желѣзные съ насталеннымъ острісмъ или сплошные стальные. Поперечное сѣченіе клина прямоугольное, продолговатое или квадратное. Ширина прямоугольнаго клина $1\frac{1}{2}$″—3″, толщина въ головкѣ 1″—$1\frac{1}{2}$″ и болѣе, длина 10″ до 15″. При клиньяхъ съ квадратнымъ поперечнымъ сѣченіемъ толщина 1—$1\frac{1}{4}$″, длина 6—8″ иногда до 2′. Вѣсъ клина 2—3 фунт., иногда до 6 фунт.

Для приготовленія 18 клиньевъ, имѣющихъ форму кирки, изъ которыхъ 9 вѣсомъ $4\frac{1}{4}$ фунт. и 9 вѣсомъ около 3 фунт., потребно: желѣза—64 фунт., стали—6,5 фун., угля — 66 фунт. и одинъ кузнецъ съ молотобойцемъ. За наварку клина платятъ на Уралѣ по 2 коп.

Балда дѣлается такого же вида, какъ молотокъ при кирковой работѣ, но вѣсъ болѣе, отъ 7 до 10 фунт. иногда до 12 фунт. и болѣе. Радіусъ изгиба балды 3′. За наварку балды сталью платятъ 12 к., стали потребно 2 фунта.

Клиновая работа, какъ вспомогательная, примѣняется довольно часто. Если напр. не очень вязкая порода обнажена врубами кайловой работы, то загоняютъ клинья въ трещины и отламываютъ породу, какъ напр. это дѣлается при каменноугольныхъ разработкахъ. При разработкахъ уступами отдѣленіе большихъ массъ породы также производится рядомъ клиньевъ, если порода трещиновата или замѣчается слоеватость.

Съ нѣкотораго времени снова обратили вниманіе на примѣненіе *иглы-клина* (l'aiguille-coin, l'aiguille infernale, Foderkeil), представляющаго весьма древній горный инструментъ. Въ шпуръ вкладываютъ двѣ полу-ци-

линдрическія пластинки, между которыми и забиваютъ клинъ, смазавъ его предварительно саломъ. Такой инструментъ можетъ оказать большую услугу въ выработкахъ съ рудничнымъ газомъ, гдѣ нельзя примѣнять порохострѣльной работы. Для усиленія дѣйствія, въ настоящее время забиваютъ клинъ не обыкновенной балдой, а примѣняютъ для этого перфораторы, которые въ этомъ случаѣ дѣйствуютъ, какъ молотъ. Такая работа введена въ настоящее время на рудникахъ въ Серенъ извѣстнымъ инженеромъ Demanet, который усовершенствовалъ иглу въ томъ направленіи, что наибольшая разрывающая сила дѣйствуетъ на днѣ шпура.

е) Порохострѣльная работа.

Инструменты и припасы.

Порохострѣльная работа примѣняется для добычи породъ вязкихъ и твердыхъ, а также вязкихъ и твердыхъ въ высшей степени. Здѣсь употребляются слѣдующіе инструменты и припасы.

[34.] **Буръ** (фиг. 19, табл. 6), стальной или желѣзный съ насталеннымъ нижнимъ концомъ, лезвеемъ, а иногда и верхнимъ концомъ. Поперечное сѣченіе стержня бура квадратное съ притупленными углами, иногда круглое, что менѣе удобно. Нижній конецъ бура можетъ имѣть форму, какъ на фиг. 19, это—*долотчатый* буръ, или какъ на фиг. 20, это—*вѣнцевой* буръ. Первый примѣняется въ сплошныхъ и твердыхъ породахъ; при этомъ, чѣмъ тверже порода, тѣмъ уголъ лезвея тупѣе, однако не болѣе 60°; второй, вѣнцевой буръ, пригоденъ для трещиноватыхъ породъ и въ настоящее время примѣняется вообще рѣдко, приготовленіе его обходится дорого. Далѣе мы будемъ вездѣ говорить только о долотчатомъ бурѣ.

Діаметръ бура (лезвея или пера) измѣняется, смотря потому для какой работы назначается буръ: для *одно-ручнаго, дву-ручнаго, трехъ-ручнаго* или *четырехъ-ручнаго* буренія [1]). Обыкновенно примѣняютъ одно или дву-ручное буреніе. Діаметръ пера для одно-ручнаго бура отъ $^5/_8''$ — $^7/_8''$ и $1''$ — $1^1/_4''$; для дву-ручнаго $1^1/_2''$ — $2''$; толщина собственно стержня дѣлается менѣе толщины пера на $^1/_8$ — $^1/_3''$ — $^1/_2''$. Длина бура измѣняется съ глубиной шпуровъ; но во всякомъ случаѣ начинаютъ бурить болѣе короткими бурами, *забурниками*, затѣмъ берутъ *средній буръ* и кончаютъ уже шпуръ большимъ буромъ. При одно-ручномъ буреніи длина *забурника* $10''$—$12''$, затѣмъ примѣняютъ *средній буръ* длиною 18—$20''$ и наконецъ *длинный или большой буръ* отъ 28 — $36''$. Обыкновенно длина бура должна быть на $6''$ болѣе глубины шпура. Для дву-ручнаго буренія длина буровъ

[1]) Названіе происходитъ отъ того, ведется-ли работа 1-мъ рабочимъ, 2, 3 или 4-мя.

дѣлается, соотвѣтственно прежнимъ обозначеніямъ, въ 30″, 42″, 50″ и болѣе. При работѣ головки буровъ изнашиваются, уменьшаются въ діаметрѣ, а потому при замѣнѣ напр. забурника буромъ, слѣдуетъ у послѣдняго діаметръ головки уменьшить сравнительно съ головкой забурника, на $\frac{1}{16}$″ — $\frac{1}{12}$″, иногда до $\frac{1}{4}$″.

Вотъ нѣкоторые примѣры размѣровъ буровъ.

При дву-ручномъ буреніи въ очень твердомъ гнейсѣ:

	длина	діам. головки
Забурникъ	16″	1,57″
Средній буръ	33	1,33
Большой буръ.	76	1,18

На Гарцѣ въ сѣровакковой породѣ при дву-ручномъ буреніи:

	длина	діам. головки
Забурникъ № 1.	27″	1,65″
Забурникъ № 2.	36	1,42
Средній буръ	39	1,42
Большой буръ.	45	1,22

Вѣсъ молотка, при этомъ употребляемаго, около 10 фунт., а глубина шпура будетъ отъ 23″ — 34″.

При одно-ручномъ буреніи, весьма часто примѣняемомъ напр. при проходѣ шахтъ, штрековъ и вообще въ малыхъ выработкахъ, размѣры буровъ:

	длина	діам. головки
Забурникъ	11″	0,90″
Средній буръ	18	0,67
Большой буръ.	29	0,55

Глубина шпура до 18″.

На Гарцѣ при одно-ручномъ буреніи:

	длина	діам. головки
Забурникъ	16″	1,18″
Средній буръ	24	0,94
Большой буръ.	30	0,87

Вѣсъ молотка 7 фунт.

Глубина шпура 17 — 22″.

Закалка буровъ соотвѣтствуетъ крѣпости породъ, для которыхъ буры назначаются: для каменноугольныхъ песчаниковъ — соломенножелтое каленіе.

Приготовленіе и ремонтъ буровъ. Кузнецъ съ молотобойцемъ въ смѣну могутъ приготовить 20 большихъ буровъ, общій вѣсъ которыхъ 220 фунтовъ; потребно: желѣза 220 фунт., стали 13 фунт. и угля 3 пуда. Для

приготовленія 25 меньшихъ буровъ вѣсомъ 168 фунтовъ, потребно: желѣза 168 фунт., стали—10 фунт. и угля—3 пуда. При вѣсѣ бура въ 5 фунт. и при длинѣ около 1 арш., кузнецъ съ молотобойцемъ приготовляетъ въ смѣну отъ 40 — 50 буровъ. Цѣна буру 20 к. (на Уралѣ).

При исправленіи буровъ, напр. для насталиванія 18 буровъ, —необходимо: 5 фунт. стали, 1,6 пуд. угля и 4½ часа времени. Для завостренія 100 буровъ необходимо—2,6 пуда угля и 12½ ч. работы одного кузнеца. Обыкновенно приготовленіе и ремонтъ буровъ, какъ и другихъ инструментовъ, устанавливается на задѣльной платѣ. Такъ напр., платятъ за наварку пера (лезвея) бура по 2,5 к., за наварку тупаго конца 1,5 к., за отвастриваніе бура 1 к. При наваркѣ пера бура надо разсчитывать среднимъ числомъ на 1 буръ 0,25 ф. стали.

Не такъ еще давно начали дѣлать буры изъ литой стали. Опыты показываютъ, что такіе буры очень хороши. Опыты производились съ цѣлью сравнить буры изъ литой стали съ бурами желѣзными со стальными лезвеями.

1) Сравнительный опытъ надъ опредѣленіемъ изнашиванія стальныхъ буровъ и желѣзныхъ показалъ, что стальные буры выгоднѣе желѣзныхъ въ отношеніи, какъ 2,8 : 1.

2) Опыты по ремонтировкѣ буровъ показали, что въ то врема, какъ кузнецъ въ смѣну исправляетъ 140 стальныхъ буровъ, онъ исправляетъ только 90 желѣзныхъ.

3) Соединивъ результаты перваго опыта съ результатами втораго, нашли, что ремонтъ стальныхъ буровъ на 1 погон. футъ шпура обходится дешевле въ три раза, нежели желѣзныхъ буровъ.

4) Стоимость стальныхъ буровъ въ двое болѣе стоимости желѣзныхъ буровъ. Такъ для приготовленія 100 буровъ потребно:

Буры изъ литой стали	15,39 пуд. стали	94 р. 71 к.
	Плата рабочимъ	1 „ 37 „
	Угля 3 пуда	„ „ 13 „
		96 р. 21 к.
Желѣзные, насталенные буры.	15,25 пуд. желѣза	34 р. 37 к.
	0,73 пуд. стали	3 „ 90 „
	Плата рабочимъ	3 „ 43 „
	Угля	„ „ 45 „
		42 р. 15 к.

Кузнецъ съ молотобойцемъ въ смѣну приготовляетъ 100 — 110 стальныхъ буровъ и 30 — 40 желѣзныхъ, насталенныхъ.

5) Наконецъ, углубленіе шпура стальнымъ буромъ идетъ быстрѣе, нежели желѣзнымъ въ отношеніи, какъ 10 : 7.

При этихъ опытахъ буры имѣли длину 23,6″, толщина стержня—0,98″ и головки—1,18″.

Любопытные также опыты произведены были надъ опредѣленіемъ наивыгоднѣйшей толщины стержня стальныхъ буровъ при постоянныхъ размѣрахъ головки бура и его длины. При длинѣ — 23,6″ діаметръ головки — 1,18″ наивыгоднѣйшая толщина стержня — 0,71″ — 0,79″. Вообще надо замѣтить, что меньшая толщина стержня облегчаетъ выходъ муки изъ шпура и свободнѣе буръ ходитъ въ шпурѣ; далѣе, чѣмъ тоньше стержень, тѣмъ легче буръ, масса его меньше и тѣмъ меньше онъ поглощаетъ работы движителя при ударѣ. Но, съ другой стороны, слишкомъ уже тонкіе стержни буровъ дрожатъ, а потому во всѣхъ отношеніяхъ неудобны и невыгодны.

Стальные буры позволяютъ уменьшать діаметръ шпура, а это уменьшеніе вообще выгодно. Если обозначимъ черезъ d — діаметръ шпура, черезъ h — глубину шпура, черезъ zh — разстояніе отъ устья шпура до центра заряда, то расходъ пороха будетъ пропорціоналенъ $2d^2h(1-z)$, а полезное дѣйствіе взрыва будетъ пропорціонально выраженію:

$$\frac{2dh(1-z)}{2d^2h(1-z)} = \frac{1}{d}$$

т. е. *чѣмъ меньше діаметръ шпура, тѣмъ дѣйствіе взрыва больше.*

[35.] **Молотокъ** — вѣсомъ отъ 4 — 8 фунтовъ при одно-ручномъ буреніи. Въ Ю. Россіи при одно-ручномъ буреніи вѣсъ молотка доходитъ до 8 фунт. На Алтаѣ при одно-ручномъ буреніи вѣсъ молотка обыкновенно 3 фунт. При дву-ручномъ буреніи вѣсъ молотка отъ 12 — 16 фунт. Вообще болѣе легкіе молотки примѣняются тогда, когда приходится производить удары снизу вверхъ. Надо замѣтить, что теоретическіе разсчеты показываютъ, что вѣсъ молотка выгоднѣе дѣлать вообще большимъ, нежели вѣсъ бура. Если обратимся къ практикѣ, то замѣчаемъ, что вѣсъ бура обыкновенно меньше вѣса молотка. Въ самомъ дѣлѣ, на Мѣднорудянскомъ рудникѣ вѣсъ бура 5 фунт. вѣсъ молотка до 7 фунт. Въ Бельгіи при одно-ручномъ буреніи вѣсъ бура отъ 3,17 — 4,49 фунт. и вѣсъ молотка отъ 3,66 — 4,88 фунт. Самое выгодное отношеніе—3,29 фунт. вѣсъ бура и 4,88 фунт. вѣсъ молотка. Число ударовъ молотка въ минуту отъ 60 — 80.

Длина черена молотка для одно-ручнаго буренія равна 10—12″, а при дву-ручномъ 24 — 30″. При желѣзныхъ бурахъ молотки наваріваются сталью; при стальныхъ бурахъ молотки дѣлаются безъ стальной наварки. За наварку молотка полагается около 6 к., стали расходуется 1 фунтъ.

[36.] **Чищалка** примѣняется для очистки шпура отъ буровой муки; она представляетъ тонкій стержень съ загнутымъ концомъ въ видѣ плоской или выпуклой лопасти и съ продолговатымъ ухомъ на другомъ концѣ. Чищалка приготовляется изъ желѣза, толщина стержня $^1/_4$″, длина равна длинѣ бура.

Для приготовленія 10 чищалокъ потребно: желѣза — 7,3 фунт., угля 31 фунт., рабочаго времени — $5\frac{1}{2}$ часовъ. На Бельгійскихъ рудникахъ примѣняютъ чищалку формы, представленной на фиг. 21, B, табл. 6.

Забойникъ (фиг. 21, A) представляетъ желѣзный стержень, къ одному концу утолщенный. Діаметръ тонкаго конца равенъ $\frac{1}{2}$ діаметра шпура, а толстаго конца — $\frac{4}{5}$ діаметра шпура. Въ утолщенномъ концѣ забойника имѣется продольное углубленіе, куда можетъ помѣщаться штревель во время забивки. Забойникъ долженъ быть приготовленъ *изъ мягкаго желѣза и отнюдь не изъ стали*. Иногда забойники приготовляютъ мѣдные (Тагилъ), или только съ мѣдными утолщенными концами; такіе забойники дороги, но менѣе опасны. Иногда дѣлаютъ деревянные забойники, что очень практично, дешево и безопасно; эти послѣдніе забойники можно особенно рекомендовать.

Штревель, (фиг. 21, C) тонкій заостренный стержень съ круглымъ ухомъ на концѣ, приготовляется обыкновенно изъ мѣди во избѣжаніе искръ, которыя могли бы образоваться при треніи штревеля о кварцевыя породы. Иногда штревель дѣлаютъ на половину изъ мѣди, на половину изъ желѣза (болѣе толстый конецъ и ушко). Діаметръ ушковаго конца штревеля — $\frac{3}{4}$″.

Для приготовленія 10 штревелей послѣдняго образца потребно: 13,4 фунт. желѣза, 6,1 фунт. мѣди, 30,5 фунт. угля; задолжается времени 5 ч. 20 мин.

Кромѣ выше приведенныхъ, главныхъ инструментовъ, употребляются при порохострѣльной работѣ еще нѣкоторые вспомогательные, такъ, напр.: *затиральникъ* — деревянный, круглый стержень, употребленіе котораго объяснится ниже, *клещи* — для вытаскиванія бура изъ шпура въ случаѣ поломки и пр.

[37.] **Порохъ.** Въ Россіи для горнаго дѣла употребляется, такъ называемый, *пушечный порохъ*. На Гарцѣ для горныхъ работъ употребляютъ трехъ родовъ порохъ, составы котораго показаны въ слѣдующей таблицѣ:

Составъ.	№ 1. Самый крупный и самый сильный.	№ 2. Менѣе сильный.	№ 3. Самый слабый.
Селитры.....	62,12	61,94	64,32
Сѣры.....	26,44	16,56	16,24
Угля.....	19,18	20,04	17,76
Воды.....	1,30	1,33	1,67

Французскій горный порохъ состоитъ изъ 15 частей угля, 65 частей селитры и 20 частей сѣры; этому составу приблизительно соотвѣтствуетъ слѣдующая формула:

$$2KNO_3 + 3C + S.$$

Послѣ взрыва получаются продукты:

$$2N + 3CO_2 + K_2S.$$

Вообще рудничный порохъ содержитъ меньшее количество селитры и долженъ обладать въ наименьшей степени *метательными* свойствами, ибо главнѣйше въ горномъ дѣлѣ требуется, чтобы онъ *не разбрасывалъ горной породы, а только разрывалъ ее, разрыхлялъ*. Хорошій порохъ долженъ быть сухъ, имѣть равномѣрной и малой величины зерна, достаточно плотныя, на столько, чтобы между пальцами нельзя было раздавить ихъ; они не должны оставлять слѣдовъ на бѣлой бумагѣ. Подмѣшиваніе въ порохъ при заряженіи шпуровъ инертныхъ веществъ, какъ напр. древесныхъ опилокъ и т. п., не привело къ положительнымъ результатамъ и обыкновенно берутъ порохъ безъ всякихъ примѣсей.

Затравки. Самый простой видъ затравки представляютъ трубочки тростниковыя, вымазанныя внутри пороховой мякотью, приготовленной на спиртѣ или наполненныя мелкимъ порохомъ; длина этихъ трубочекъ отъ 6″ — 15″. Дѣлаютъ также затравки изъ лучинокъ или бумажныхъ питей, вымазанныхъ пороховой мякотью. Въ Ю. Россіи затравки приготовляются изъ калины или бузины, прожигая насквозь прутъ раскаленою проволокой. Такую затравку (дудку) наполняютъ составомъ: $^1/_2$ ф. пороха, $^1/_4$ ф. толченаго угля и $^1/_4$ ф. селитры. *Такими затравками работаютъ и при мокрыхъ шпурахъ*, напр. при углубленіи шахтъ. Въ настоящее время самая употребительная затравка это, такъ называемая, *предохранительная затравка Бикфорда*. Она пріобрѣтается рудниками готовою и приготовляется нѣсколькихъ номеровъ на спеціальныхъ фабрикахъ: для сухихъ, для сырыхъ и для мокрыхъ шпуровъ. Скорость сгоранія Бикфордовой затравки — 1, 2′ — 1, 5′ — 4′ въ 1 м.; но необходимо для каждой партіи сдѣлать испытаніе на рудникѣ. Въ шпурѣ, затравка горитъ въ двое медленнѣе. Цѣна [1]) затравкамъ за кругъ въ 8 метр. для сухихъ шпуровъ — 7,2 коп., для сырыхъ шпуровъ — 10,8 к., для мокрыхъ шпуровъ — 27 к. На Уралѣ затравка для сырыхъ шпуровъ обходится за 1 саж. — 20 к.

Сѣрянки служатъ для сообщенія горѣнія затравкѣ обыкновенной (не Бикфордовой, которая не требуетъ сѣрянки). Сѣрянка представляетъ бумажную нить, пропитанную сѣрой. Она должна медленно горѣть, чтобы рабочій успѣлъ уйти до взрыва.

[1]) На мѣстѣ, въ Вѣнѣ, въ Bureau für Sprengtechnik von Mahler.

Производство порохострѣльной работы.

[38.] **Выборъ мѣста для заложенія шпура.** Надо обращать особенное вниманіе на надлежащій выборъ мѣста для заложенія шпура. Мѣсто должно быть выбрано такъ, чтобы зарядъ произвелъ наибольшее разрушающее дѣйствіе. Большое разнообразіе свойствъ горныхъ породъ, различное положеніе забоевъ по отношенію къ залеганію породъ, трещиноватость и проч. не позволяютъ дать въ этомъ случаѣ какихъ либо неизмѣнныхъ правилъ. Слѣдуя профессору Эйхвальду, Лотнеру, Каллону и др., надо руководствоваться слѣдующими практическими правилами.

1) При порохострѣльной работѣ надо прежде всего стараться образовать врубъ какой бы то ни было работой, ибо чѣмъ болѣе забой имѣетъ обнаженныхъ поверхностей, тѣмъ полезное дѣйствіе заряда будетъ больше.

2) Каждый шпуръ долженъ закладываться такъ, чтобы могъ образовать выступъ для послѣдующаго шпура.

3) Шпуры всегда должны проводиться въ крѣпкой и плотной породѣ забоя.

4) Шпуръ не должно направлять въ трещины или отдѣльности. Если трещины находятся близко одна отъ другой, то шпуръ долженъ пересѣкать ихъ и дойти до плотика; если же онѣ находятся далеко одна отъ другой, то шпуръ долженъ не доходить до трещины на 3 или 4″.

5) Должно пользоваться трещинами, выполненными мягкою породою и дѣлать въ нихъ по возможности глубокіе врубы, возлѣ которыхъ и закладывать шпуръ.

6) Въ сплошныхъ породахъ, при сплошномъ забоѣ шпуръ проходитъ подъ нѣкоторымъ угломъ къ плоскости забоя; этотъ уголъ тѣмъ меньше, чѣмъ тверже и вязче порода; наименьшая его величина 15°. Первый шпуръ (фиг. 22) закладывается малой глубины, послѣдующіе могутъ быть глубже и круче. Если порода трещиновата или слоиста, то шпуры закладываются въ крестъ этихъ трещинъ или слоевъ и для образованія вруба первые шпуры выбуриваются при потолкѣ, если трещины падаютъ къ забою; если же трещины падаютъ отъ забоя, то при почвѣ забоя.

Успѣшное дѣйствіе заряда слѣдуетъ опредѣлять не количествомъ оторванныхъ и отброшенныхъ кусковъ породы, а числомъ трещинъ или вообще количествомъ разрыхленной породы, которая потомъ можетъ легко добываться какою либо изъ выше описанныхъ работъ.

[39.] **Проводъ шпуровъ.** Выбравъ мѣсто и опредѣливъ направленіе шпура, выравниваютъ киркой площадку и приступаютъ къ бурению шпура, дѣлая въ началѣ легкіе удары. Шпуръ долженъ быть наполненъ водой. Глубина шпуровъ при одноручномъ буреніи отъ 8″ до 12″—18″ и иногда до 24″; при дву-ручномъ буреніи — отъ 30″ до 40″.

Жига даетъ слѣдующіе наивыгоднѣйшіе размѣры для шпуровъ:

При діаметрѣ въ $^3/_4''$ глубина 8 — 12″
„ „ „ 1″ „ 12 — 18″
„ „ „ $1^1/_3''$ „ 18 — 24″
„ „ „ $1^3/_4''$ „ 24 — 36″
„ „ „ 2 „ 36 — 60″

Относительно размѣровъ шпуровъ надо вообще замѣтить, что въ сплошныхъ породахъ не очень вязкихъ, находятъ выгоднѣе дѣлать глубокіе шпуры (14—18″); въ породахъ же вязкихъ и крѣпкихъ или въ трещиноватыхъ, выгоднѣе находятъ дѣлать короткіе шпуры (8 — 10″). Съ другой стороны, въ породахъ вязкихъ и мягкихъ лучше проводить шпуры большаго діаметра; при крѣпкихъ же породахъ лучше проводить шпуры малаго діаметра. Вообще, надо стараться уменьшать діаметръ шпура и увеличивать глубину его.

[40.] **Заряженіе шпура.** Не слѣдуетъ прямо насыпать порохъ въ шпуръ, а непремѣнно вводить его въ патронахъ. При сухихъ шпурахъ патроны могутъ быть приготовлены изъ простой бумаги. Если шпуръ сырой, то патронъ покрывается воскомъ, саломъ или смолою, а если мокрый (напр. при углубленіи шахтъ), то приготовляютъ патронъ изъ холста, просмоленнаго, или пропитаннаго саломъ, или изъ пузыря, гуттаперчи, кожи, и т. п. Въ Ю. Россіи приготовляютъ патроны изъ картона, иногда изъ сахарной бумаги. Патронъ надѣваютъ на конецъ штревеля (при сухихъ шпурахъ) и такимъ образомъ опускаютъ въ шпуръ. Штревель долженъ входить до половины длины патрона. Затѣмъ, не вынимая штревеля, опускаютъ пыжъ и на него забойку, которую забиваютъ забойникомъ, поворачивая при этомъ штревель. Для пыжей употребляютъ: старые канаты, паклю, шерсть, мохъ (очень хорошо), сѣно; иногда насыпаютъ песку на 1 — $1^1/_2''$, глину и т. п. Пыжъ долженъ удовлетворять тому условію, чтобы плотно прилегалъ къ шпуру и не продолжалъ горѣть послѣ взрыва. Забойка должна удовлетворять тому требованію, чтобы во время забивки не давала искры при треніи [1]); для нея примѣняютъ иловатую глину, которая не должна содержать кварцевыхъ зеренъ; примѣняютъ также вообще мягкія не кварцевыя породы, которыя тутъ-же могутъ быть подъ руками.

Вынувъ штревель изъ шпура, въ каналъ опускаютъ обыкновенную затравку, къ концу и съ боку которой прикрѣпляютъ сѣрянку. Поджигаютъ сѣрянку и такимъ образомъ производятъ взрывъ. При сырыхъ и мокрыхъ шпурахъ [2]) приготовляютъ патронъ такимъ образомъ, что затравка изъ тростника ранѣе вставляется въ патронъ, обматывается нитками и смазывается саломъ въ мѣстѣ соединенія, чтобы не допустить просачиванія воды. Та-

[1]) Это замѣчаніе относится и до пыжей. [2]) Если вода просач. черезъ щели, то шпуръ наполняютъ глиной и вывертываютъ затиральникомъ.

кимъ образомъ патронъ съ затравкой вставляется въ шпуръ и слѣдовательно этимъ избѣгается употребленіе штревеля, что очень важно. При Бикфордовыхъ затравкахъ штревель также никогда не употребляется, ибо затравка ранѣе вставляется въ патронъ и затѣмъ дѣлается забойка; при этихъ затравкахъ не употребляютъ сѣрянокъ. Надо здѣсь замѣтить, что затравка должна проходить до средины или центра заряда; во всякомъ случаѣ углубляться въ зарядъ не менѣе, какъ на 2″.

При подводныхъ шпурахъ Бикфордова затравка прикрѣпляется заранѣе къ патрону, перевязывается, затѣмъ патронъ обмакивается въ смолу или сало, или еще лучше въ смѣсь изъ 8 частей смолы, 1 части воску и 1 части сала.

Воспламенивъ затравку или сѣрянку, рабочіе удаляются въ безопасныя мѣста, напр. въ боковыя выработки. Если же таковыхъ близко не имѣется, то строятъ деревянныя предохранительныя стѣнки. Если шпуръ не взорвало, тогда слѣдуетъ обождать не менѣе $^1/_4$ часа и потомъ уже можно подойти къ нему. Въ невзорванномъ шпурѣ можно перемѣнить затравку или, заливъ водою, выбурить и перезарядить [1]); иногда же бросаютъ этотъ шпуръ и рядомъ проводятъ новый.

Величина заряда. Вообще въ глубокіе шпуры кладется больше пороха, нежели въ мелкіе. Для одно-ручнаго шпура полагаютъ пороха отъ 8—12 и до 16 золотн. Обыкновенно зарядъ занимаетъ около $^1/_4$ до $^1/_3$ глубины шпура. Въ Ю. Россіи при одно-ручномъ бурѣніи вѣсъ заряда иногда доходитъ 24 — 30 золотн. Легко опытомъ въ каждомъ частномъ случаѣ опредѣлить наивыгоднѣйшій вѣсъ заряда.

Кратчайшее разстояніе отъ заряда въ шпурѣ до обнаженной поверхности забоя называется *линіей наименьшаго сопротивленія*. Фиг. 22, табл. 6, *d c*—есть линія наименьшаго сопротивленія. *Вѣсъ заряда пропорціоналенъ кубу длины линіи наименьшаго сопротивленія*. При открытыхъ работахъ, въ гранитныхъ ломкахъ извѣстно старое правило, по которому *вѣсъ заряда въ англійскихъ фунтахъ равенъ половинѣ куба длины линіи наименьшаго сопротивленія, выраженной въ футахъ*. Это правило имѣетъ мѣсто при работахъ уступами.

[41.] **Время, потребное на выбуриваніе шпуровъ, производительность порохострѣльной работы и проч.**

1) **Въ гнейсѣ** средней твердости 1 рабочій выбуриваетъ шпуръ глубиною отъ 18″ — 19″ и діаметромъ отъ $^7/_8$ — 1″ въ 60 — 80 минутъ; въ гнейсѣ болѣе твердомъ въ 205 минутъ. Въ гнейсѣ средней твердости въ $6^1/_2$ рабочихъ часовъ 1 рабочій *выбуритъ и выпалитъ* 2 шпура глубиною отъ 16 — 18″, а при твердомъ гнейсѣ только 1 шпуръ глубиною 20″.

[1]) Въ Англіи законъ запрещаетъ выбуривать зарядъ изъ шпура, онъ долженъ быть оставленъ нетронутымъ.

2) **Въ глинистомъ сланцѣ,** 1 рабочій въ 6 рабочихъ часовъ выбуриваетъ и выпаливаетъ отъ 2 — 3 шпуровъ глубиною отъ 15 — 20″. *Въ отвердѣвшей глинѣ* 1 рабочій въ 8 часовую смѣну выбуриваетъ и выпаливаетъ 3 шпура глубиною 20 — 24″, при этомъ на каждый шпуръ съ зарядомъ въ 8 лотовъ пороха добывается отъ 24—30 кубическихъ футовъ породы.

3) **Въ сіенитѣ,** при углубленіи шахты, въ 6 рабочихъ часовъ, 1 рабочій выбуриваетъ и выпаливаетъ 2 шпура, глубиною отъ 14 — 20″.

4) **Въ мергелистомъ песчаникѣ:** 1 рабочій въ 8 часовую смѣну можетъ выбурить и выпалить $2\frac{1}{2}$ шпура глубиною 22″. При зарядѣ въ 8 лот., на шпуръ добывается около 10 куб. футъ породы.

5) **Въ плотномъ песчаникѣ,**—при углубленіи шахты, 1 рабочій въ 6 рабочихъ часовъ выбуриваетъ и выпаливаетъ 1 шпуръ глубиною отъ 14 — 20″. *Въ кварцевой жилѣ,* 1 рабочій въ 12 час. смѣну выбуриваетъ и заряжаетъ 3 шпура глубиною 16″.

6) **Въ сѣровакковой породѣ,** 1 рабочій въ 2 часа выбуриваетъ шпуръ глубиною 10″. Въ той же породѣ, при дву-ручномъ буреніи 2 рабочихъ въ 8 час. смѣну выбуриваютъ отъ 2—3 шпуровъ глубиною отъ 12—18″.

7) **Въ каменномъ углѣ,** 1 рабочій выбуриваетъ шпуръ глубиною въ 20″ въ 30 минутъ, въ 24″ глубиною въ 45 минутъ, въ 30 — 36″ глубиною въ $1\frac{1}{4}$ часа. Для заряженія и паленія потребно $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ часа. Въ 4 рабочихъ часа 1 рабочій можетъ выбурить и выпалить 3 шпура глубиною около 20″.

8) **Въ каменной соли,** 1 рабочій въ 12 час. смѣну выбуриваетъ и выпаливаетъ 4—5 шпуровъ діаметромъ 1″, глубиною отъ 9 — 10″. Въ Величкѣ дву-ручнымъ шпуромъ глубиною 29″, съ зарядомъ въ $\frac{1}{4}$ фунта, добывается 154 куб. ф. соли.

9) **Въ очень мощной жилѣ цинковой обманки** на 1 шпуръ, глубиною 16″, съ зарядомъ отъ 0,15 — 0,22 фунт. пороха, добываютъ руды 0,77 куб. ф.

10) **При поперечной разработкѣ каменнаго угля,** при предварительномъ образованіи врубовъ на 1 шпуръ глубиною отъ 24 — 30″, съ зарядомъ въ $\frac{1}{4}$ фунта, добываютъ 20 — 30 шеффелей угля (1 шеффель = 3072 куб. дюйма). Вообще на 6 — 8 лотовъ пороха приходится отъ 11 — 18 шеффелей. По другимъ даннымъ на 0,3 фунт. пороха 140 куб. ф. угля.

11) **При проходкѣ штрека** съ поперечнымъ сѣченіемъ $5{,}25' \times 3{,}94'$, *въ крѣпкомъ сланцѣ,* расходуютъ на 35 куб. ф. породы 4 фунта пороха.

12) **При проходѣ штрека въ гранитѣ** очень твердомъ, (поперечное сѣченіе штрека $6{,}56' \times 2{,}77'$), расходуютъ на 35 куб. ф. породы 5,3 фунта пороха.

13) **Въ крѣпкомъ орудѣнѣломъ кварцѣ** Черепановскаго рудника, при слѣдующихъ условіяхъ: глубина шпура 8 вершковъ, діаметръ $\frac{3}{4}$ в., вѣсъ за-

ряда 16 золотн., высота заряда въ шпурѣ 2 вершка, нижъ — глина, забойка — мелкій трассъ, добываютъ — въ забоѣ орты на 1 шпуръ отъ 8,5—12 пудовъ жильной породы, при потолкоуступной работѣ на 1 шпуръ 4,7 — 11,7 пуд. (Миклашевскій, Г. Ж. 1851 г.).

14) **Въ Ю. Россіи при углубленіи шахтъ** съ значительнымъ притокомъ воды: одноручное буреніе, глубина шпуровъ (бурки) до 15 верш. *въ глинистомъ сланцѣ* и отъ 6—8 верш. *въ песчаникѣ*; вѣсъ заряда при сухихъ шпурахъ до 48 золотн., при мокрыхъ отъ 24 — 30 золотн. При этихъ условіяхъ на 1 фунтъ пороха добываютъ 150—180 пудъ сланца и только 90 пудъ песчаника, иногда-же только 60 пуд.

15) **Въ сіенитовомъ гнейсѣ** на 1 рабочаго въ 12 час. смѣну расходуется: 24 бура, при этомъ выбуриваетъ 1 рабочій отъ 3 — 4 шпуровъ.

16) **Въ кварцевомъ порфирѣ** малой твердости на 1 шпуръ глубиною 12 — 14″ расходуется 3—6 буровъ; при большой твердости 10, 15, 20 и до 30; при средней твердости, при шпурѣ глубиной отъ 10 — 15″, расходуется 5 буровъ.

17) **Въ штрекѣ**, поперечное сѣченіе котораго 1,2 × 0,5 саж., проходящемъ *по кварцевой рудоносной жилѣ*, на добычу 1 куб. с. породы расходуется 40,3 фунт. пороха и $114\frac{1}{8}$ подеципины. При проходкѣ штольной по крѣпкимъ породамъ расходовалось на 1 двуручный шпуръ: 6 штукъ буровъ, 14 лотовъ стали и желѣза $\frac{1}{2}$ фунта.

18) **При проводѣ гезенка** (поперечное сѣченіе $3\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$ саж.) *по жилѣ кварца* потребно на 1 куб. саж. породы 30,47 фунт. пороха.

19) **На желѣзныхъ рудникахъ Данемара** въ Швеціи расходуютъ на 1 куб. с. руды при почвоуступной работѣ: отъ 10 — 20 фунт. желѣза, отъ 2—$3\frac{3}{4}$ фунт. стали и отъ 8 — 15 фунт. пороха. При углубленіи гезенковъ тамъ же расходъ увеличивается въ два раза.

20) **Въ Сала въ Швеціи**, разсчитываютъ, при разработкѣ уступами *жилы цинковой и свинцовой руды*, на 1 куб. с. руды въ уступѣ (въ рудникѣ) 30 подеципинъ, 48 шпуровъ въ 24″ глубины, 15 фунт. пороха, 7 фунт. желѣза и 4 фунт. стали. При проходѣ ортовъ и углубленіи гезенковъ въ два раза болѣе.

21) **При углубленіи шахты** съ поперечнымъ сѣченіемъ 8 × 9 футовъ, *по глинистому сланцу*, расходуютъ на 6 погон. футовъ углубленія 80 фунт. пороха.

22) **При проходкѣ штрека** въ *каменноугольномъ песчаникѣ* расходовали на 35 куб. ф. $6\frac{1}{4}$ подеципины и 4,57 фунт. пороха.

23) **Въ Питкарантѣ при работѣ въ жилѣ діорита** съ сѣрнымъ колчеданомъ, мѣднымъ колчеданомъ и проч., на 11 фунт. пороха причиталось 1 куб. саж. жильной породы.

24) Разсчитываютъ въ годъ на человѣка 8 молотковъ и 2 рукоятки въ недѣлю.

[42.] Слѣдующая таблица представляетъ болѣе общія цифры расхода пороха и времени для добычи 35 куб. фут. различныхъ породъ при проходѣ квершлаговъ.

ТАБЛИЦА А.

Породы.	Пороха въ фунтахъ.	Рабочихъ часовъ.	Поперечное сѣченіе квершлага въ футахъ.
1) Въ плотной, кварцевой жильной породѣ	16,60	210	6,24×3,94
2) Въ плотномъ и вязкомъ гнейсѣ	11,32	171	6,56×3,28
3) Въ плотномъ гнейсѣ съ серебряными рудами	9,46	143	6,56×3,28
4) Въ подобной же жильной породѣ съ глинистой оторочкой въ зальбандѣ	5,37	111	6,89×2,72
5) Въ породѣ, состоящей изъ гнейсовыхъ прожилковъ, связанныхъ глинистымъ цементомъ	3,17	66	8,09×4,81
6) Въ кристаллическомъ, кремнистомъ, твердомъ и плотномъ известнякѣ	6,10	53	6,24×3,28
7) Въ плотномъ мраморѣ	4,88	48	6,89×5,45
8) Въ нѣсколько слоистомъ мраморѣ	3,78	45	7,54×4,92
9) Въ плотномъ известнякѣ, литографическомъ камнѣ	2,20	30	8,20×6,56
10) Въ каменной соли	0,80	19	8,20×9,84
11) Въ мягкомъ глинистомъ сланцѣ	0,66	13	7,54×4,92

Въ послѣднее время на Богословскихъ рудникахъ были произведены опыты надъ порохострѣльной работой въ діоритѣ. Результаты опытовъ представлены въ таблицѣ *B*.

ТАБЛИЦА. B.

	Расходы на 1 куб. с. добытой породы.					Примѣчанія.
	Число поденщинъ.	Число шпуровъ.	Сумма глубинъ шпуровъ въ ф.	Вѣсъ израсходованнаго пороха.	Стоимость добычи 1 куб. саж. породы.	
1) Діоритъ 1 ст. крѣп.	172	290	388	69	133 р. 45 к.	Поденная плата 60 к. Порохъ 17 р. 53½ к. за пудъ. Въ разсчетъ стоимости 1 к. саж. приняты расходы на поденную плату и на порохъ.
2) » 2 » .	167	174	202	39½	117 » 51 »	
3) » 3 » .	124	187	218	46¾	94 » 89 »	
4) » 4 » .	102	103	120	29	73 » 91 »	
5) » 5 » .	91	104	124	34	69 » 50 »	
6) » 6 » .	72	90	106	30¾	56 » 68 »	
Средній выводъ	121	158	184	41½	91 р.	

[43.] Слѣдующая таблица *C* еще болѣе обобщаетъ вопросъ. Въ ней принято раздѣленіе породъ по твердости и вязкости то, которое нами приведено въ началѣ настоящей главы.

Въ таблицѣ разсчитаны расходъ пороха и рабочихъ дней на проходку 1 п. с. штрека, штольны или т. п. выработки съ площадью поперечнаго сѣченія 0,77□ с. или 37,67 кв. фут. ($3^1/_2$ м.); полагаемъ, что работа ведется въ 2 смѣны и что въ мѣсяцѣ 25 рабочихъ дней, плата рабочему 1 руб., цѣна пороху 40 к. за 1 фунтъ.

ТАБЛИЦА C.

Породы.	Число подсѣчинъ на 1 пог. саж.	Расходъ пороха въ фунт. на 1 пог. саж.	Мѣсячн. подвиганіе забоя въ саж.	Стоимость 1 погон. саж. штольни.	Стоимость добычи 1 куб. саж. породы.
1) *Въ породахъ* № 1, исключительной твердости и вязкости	$106^1/_2$	62,5	0,94	$131^1/_2$	171
2) *Въ породахъ*, № 1, гранитъ твердый	$42^1/_2$—64	41,7—52,1	1,56—2,34	59—86	77—112
3) *Въ породахъ* № 1, жильная порода очень твердая и очень кварцевата	51	18,2	1,87	58	$75^1/_2$
4) *Въ породахъ* № 2, принадлежащихъ къ породамъ каменноугольной почвы, очень твердыхъ, кварцеватыхъ, въ конгломератахъ и т. п.	32—$42^1/_2$	20,8—41,7	2,34—3,13	41—$50^1/_2$	$53^1/_2$—76
5) *Въ породахъ* № 2, каменноугольной почвы, довольно твердыхъ, а также въ обыкновенныхъ гранитахъ	23—32	15,6—20,8	3,13—4,69	27—$40^1/_2$	35—53
6) *Въ породахъ* № 3, каменноугольной почвы; глинистый сланецъ или слюдистый, мягкій	15—21	7,8—15,6	4,68—6,55	18—27	$23^1/_2$—35
7) *Въ породахъ* № 3, породы каменноугольн. почвы, слабыя	$8^1/_2$—13	5,2—7,8	7,02—11,71	$10^1/_2$—16	14—21
8) *Въ породахъ* № 4, каменный уголь, при забояхъ съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 64,56□ ф.	$4^1/_2$—$8^1/_2$	0—1,5	11,71—23,43	$4^1/_4$—9	$6^1/_2$—12

Зная теперь цѣну на порохъ и размѣры поденной платы легко разсчитать въ каждомъ частномъ случаѣ по вышеприведенной таблицѣ стоимость проходки 1-ой погонной сажени штрека съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 0,77□ с.

(3,5м. □); но, чтобы перейти отъ этого, такъ сказать нормальнаго штрека, къ раздѣнкѣ выемки 1 куб. саж. породы при выработкѣ другихъ размѣровъ и видовъ, нужно прибѣгнуть къ *таблицѣ коэффиціентовъ или модулей.*

На этотъ коэффиціентъ помножается стоимость выемки 1 куб. с. породы при нормальномъ штрекѣ, чтобы получить стоимость 1 к. с. при выработкѣ данныхъ размѣровъ и вида.

Таблица *D.*

Выработки.	Коэффиціенты.
1) Штольнообразная выработка съ поперечнымъ сѣченіемъ отъ 2—4,4□ саж.	0,5—0,75
2) При штольнообразныхъ выработкахъ съ очень большимъ поперечнымъ сѣченіемъ папр въ 387□ ф., при чемъ работа ведется уступомъ (почвоуступная работа), такъ, что забой раздѣляется на двѣ части: верхняя въ 129□ ф. и нижняя 258□ ф., для верхняго забоя	0,5—0,75
На нижнемъ забоѣ работа идетъ успѣшнѣе, а потому для него коэффиціентъ равенъ	0,33
3) При открытыхъ работахъ уступами	0,25
4) При подработкѣ вверхъ, напр. гезенковъ	1,5
5) При углубленіи шахтъ съ большимъ или меньшимъ притокомъ воды	1,5—2
6) При потолко-уступной разработкѣ жильныхъ мѣсторожденій:	
Если жила тонкая	0,66—0,75
Если жила средней толщины	0,5
Если жила мощная	0,33—0,5

Поясним употребленіе коэффиціентовъ примѣромъ. Положимъ, углубляется шахта съ поперечнымъ сѣченіемъ 3□ с. по породамъ твердости № 2. Положимъ, что выемка 1 куб. саж. породы № 2 при нормальномъ штрекѣ обходится 100 р., тогда 1 погон. саж. при углубленіи шахты обойдется: $(100 \times 3)(0{,}75+2)=450$ руб.

Коэффиціентъ 0,75 берется потому что выработка имѣетъ большее сѣченіе сравнительно съ нормальнымъ, а коэффиціентъ 2 потому, что случай относится къ углубленію шахты съ значительнымъ притокомъ воды. Здѣсь принимается *только стоимость выемки* породы.

По другимъ даннымъ расходы на работу и матеріалы, при порохострѣльной работѣ, выраженные въ процентахъ общихъ расходовъ и круглыми числами, показаны въ ниже слѣдующей таблицѣ.

Работа и матеріалы.	Порода крѣпкая.	Гнейсъ.	Порода обыкновенной крѣпости.	Порода средней крѣпости.	Порода мягкая.
Жалованье	71	59	72	74	72
Сталь	21	29,6	18	13	17
Порохъ	6	14,6	8	11	8,5
Затравки	1	5,8	1,5	1,7	1,7

Всѣ вышеприведенныя данныя не могутъ по сущности дѣла представлять неизмѣнныхъ цифръ, но тѣмъ не менѣе могутъ облегчить разсчеты при составленіи проектовъ, смѣтъ и т. п.

[44.] **Которая изъ двухъ системъ наиболѣе выгодна: система одно-ручнаго буренія шпуровъ или дву-ручнаго?** Въ выше приведенныхъ таблицахъ показаны среднія цифры расхода пороха и рабочаго времени на добычу 1 куб. с. породы или 1 п. с. пормальнаго штрека, не принимая въ соображеніе ведется ли работа одноручнымъ буреніемъ или дву-ручнымъ. Очень часто не придаютъ этому различію въ системахъ порохострѣльной работы надлежащаго значенія и выборъ той или другой обусловливается одною привычкой, обычаемъ. Изслѣдованія послѣдняго времени, направленныя къ разъясненію этого вопроса, показали всю его важность. Не входя въ детальное, теоретическое разсмотрѣніе этого предмета, мы представимъ здѣсь только окончательные выводы.

Въ Бельгіи при одно-ручномъ буреніи діаметръ шпура колеблется между 0,98″ и 1,18″ (25—30 m. m.) а вѣсъ молотка 3,83 фунт. (1,57 к.). Практика Бельгійскихъ каменноугольныхъ рудниковъ показываетъ, что при прохожденіи штольнообразныхъ выработокъ работа одно-ручнымъ буреніемъ выгоднѣе работы дву-ручнымъ буреніемъ среднимъ числомъ на 25% и maximum на 30% — при сланцѣ; экономія уменьшается съ увеличеніемъ твердости породъ [1]).

Спеціальные опыты показали, что при прохожденіи квершлага (поперечное сѣченіе 5,9 × 6,6 фут. = 1,8 м. × 2 м.) по сланцу, песчанику средней твердости и песчанику очень твердому, выгода на сторонѣ одно-ручнаго буренія по отношенію рабочихъ часовъ: при сланцѣ на 21%, при песчаникѣ средней твердости на 18% и при песчаникѣ очень твердомъ на 17%. Соотвѣтственно этому экономія въ расходѣ пороха: $14\frac{1}{2}\%$, $13\frac{1}{2}\%$, и $9\frac{1}{2}\%$.

[1]) При дву-ручномъ буреніи; діаметръ шпура — 1,18″ до 1,57″, вѣсъ молотка — 7,08 фунт.

Въ песчаникѣ твердомъ въ высшей степени, при одно-ручномъ буреніи, на погонную единицу квершлага требуется работы на 18% больше и времени на 10% меньше, нежели при дву-ручномъ способѣ.

Если заставить рабочихъ работать вмѣсто 8 ч.,— 10 часовъ, то въ песчаникѣ твердомъ въ высшей степени при дву-ручномъ буреніи общая экономія въ расходахъ доходитъ до 15% и только тогда можно посовѣтовать примѣнять одноручное буреніе, когда желаютъ работу вести какъ можно скоро, не обращая вниманія на расходы.

f) Работа динамитомъ.

[45.] Попытки замѣнить порохъ въ горномъ дѣлѣ другими взрывчатыми веществами, болѣе сильными, были дѣлаемы много разъ съ большимъ или меньшимъ успѣхомъ. Предложено было очень много взрывчатыхъ веществъ, сила которыхъ превосходила порохъ. Наибольшее распространеніе получилъ *динамитъ*, о которомъ только мы и будемъ говорить.

Выбуриваніе шпуровъ для динамита производится также, какъ и для пороха, а потому здѣсь изложимъ только свойства динамита, заряженіе имъ и паленіе шпуровъ, такъ какъ послѣднія работы отличаются отъ подобныхъ же при порохѣ.

Динамитъ. Свойства нитроглицерина, какъ весьма сильнаго взрывчатаго вещества, былъ извѣстны давно. Въ 1867 году Нобелю удалось показать, что инфузорная земля (kieselguhr) сильно впитываетъ въ себя нитроглицеринъ и въ этомъ видѣ можетъ быть взрываема дѣйствіемъ гремучей ртути. Эта смѣсь названа Нобелемъ *динамитомъ*. Въ настоящее время въ горномъ дѣлѣ извѣстно три номера динамита.

№ 1, представляетъ пластичную массу, темнобураго или рыжеватаго цвѣта съ удѣльнымъ вѣсомъ 1,6 (если хорошо спрессовать) и съ содержаніемъ нитроглицерина 75%.

№ 2 менѣе пластиченъ, буроватаго цвѣта, удѣльный вѣсъ 1,3, содержитъ нитроглицерина 48—50%.

№ 3, порошкообразнаго сложенія, удѣльный вѣсъ менѣе 1,3, содержитъ нитроглицерина 30—35%[1]).

Главныя и существенныя свойства динамита, съ точки зрѣнія примѣненія его къ рудничному дѣлу, слѣдующія:

1) Газы, образующіеся послѣ взрыва динамита, дѣйствуютъ менѣе вредно нежели пороховые и вообще почти безвредны. Газы же, отдѣляю-

[1]) Въ послѣднее время явился въ торговлѣ динамитъ № 4, спеціально назначенный для каменнаго угля.

щіеся при обыкновенномъ неполномъ горѣніи динамита, очень вредны. Вслѣдствіе этихъ свойствъ, при работѣ динамитомъ, строго надо наблюдать, чтобы до взрыва непроизошло неполнаго горѣнія динамита въ патронѣ [1]).

Опыты на Анзенскихъ копяхъ показали, что при работѣ динамитомъ воздухъ въ выработкахъ получается *болѣе испорченный*, нежели при работѣ порохомъ; въ первомъ случаѣ необходима болѣе дѣятельная вентиляція.

2) Безопасность при перевозкѣ, сотрясеніи и т. п. имѣетъ мѣсто только до тѣхъ поръ, пока нитроглицеринъ составляетъ тѣсную, однородную смѣсь съ инфузорной землей. Если же хотя бы и малыя части нитроглицерина выдѣлились, то такой динамитъ крайне опасенъ.

3) Если положить динамитъ на наковальню и ударить молоткомъ, то получится взрывъ. Если ударъ произвести на деревѣ и другихъ болѣе мягкихъ тѣлахъ, то взрыва не происходитъ. Боченки съ динамитомъ, брошенные съ значительной высоты, не давали взрыва. Взрывъ однако можетъ иногда произойти, если динамитъ заключенъ въ прочную оболочку или находится между двумя металлическими плитами. Во всякомъ случаѣ удара слѣдуетъ избѣгать.

4) При воспламененіи динамитъ сгораетъ безъ взрыва, если не заключенъ въ закрытомъ пространствѣ и при незначительныхъ количествахъ. Въ большихъ массахъ динамита спустя 5—10 минутъ послѣ воспламененія происходитъ взрывъ. Бикфордова затравка не всегда зажигаетъ патронъ.

5) Въ водѣ динамитъ мало по малу разрушается, нитроглицеринъ вытѣсняется водою. По этому подъ водою должно употреблять динамитъ въ водонепроницаемыхъ оболочкахъ, если патронъ долго долженъ оставаться подъ водой. Сохранять динамитъ слѣдуетъ въ сухихъ мѣстахъ.

6) Динамитъ отвердѣваетъ (замерзаетъ) при температурѣ отъ $+4^{\circ}$ до $+12^{\circ}$ С. Замерзаніе или отвердѣваніе начинается съ поверхности и идетъ во внутрь, причемъ желтовато-бурый цвѣтъ переходитъ въ бѣлый. *Вполнѣ* отвердѣвшій динамитъ лучше сопротивляется дѣйствію удара, нежели мягкій. Полузамерзшій динамитъ очень опасенъ. Патронъ съ отвердѣвшимъ динамитомъ не слѣдуетъ разламывать, не оттаивъ предварительно.

7) Мягкій динамитъ взрывается отъ удара пули, пущенной даже съ весьма значительныхъ разстояній.

8) Взрывъ одной массы динамита передается другой массѣ при значительномъ даже разстояніи между ними. Разстояніе, на которое передается взрывъ, зависитъ отъ величины заряда взорваннаго динамита. Эта зависимость выражается уравненіемъ $e=0{,}90c$, гдѣ e—разстояніе въ метрахъ и c—вѣсъ заряда въ килограммахъ. Такъ напр. при величинѣ взрывающагося

[1]) По видимому вполнѣ этого достигнуть нельзя, какъ показываютъ опыты Анзенскихъ копей.

заряда въ 5 килограммовъ, разстояніе, на которое можетъ передаться взрывъ равно 4,5 м. Эта формула составлена для динамита съ содержаніемъ нитроглицерина въ 55%. При динамитѣ № 1, коэффиціентъ 0,90 долженъ быть увеличенъ. Взрывъ передается и подъ водою. Замерзшему динамиту взрывъ не передается.

9) Электрическая искра не производитъ взрыва динамита.

10) Нитроглицеринъ, заключенный механически въ динамитѣ, представляетъ сильный ядъ. Противоядіе — уксуснокислый морфій въ смѣси съ сахаромъ; при легкихъ отравахъ крѣпкій, черный кофе находитъ полезнымъ. Головныя боли, которыя чувствуются при работѣ динамитомъ на первыхъ порахъ непривычными рабочими, впослѣдствіи становятся менѣе чувствительными.

Патроны. Динамитъ обыкновенно доставляется съ фабрикъ въ патронахъ, которые представляютъ цилиндрики діаметромъ 0,79″ до 2″ (20—52 мм.), длиною отъ 1″ до 8″; при діаметрѣ 0,9″ и длинѣ 3,94″ вѣсъ патрона 70 грам. Имѣя подъ руками разнообразной длины патроны, легко составить изъ нихъ требуемой величины зарядъ, который слѣдовательно будетъ представлять нѣсколько патроновъ, поставленныхъ другъ на друга.

Патроны должны быть приготовлены изъ такого матеріала который не поглощалъ бы нитроглицерина, а также не пропускалъ-бы воды, былъ-бы въ извѣстной степени водонепроницаемъ. Для патроновъ берутъ пергаментъ, особо приготовленный, или также водонепроницаемый холстъ и т. п.; но очень рѣдко дѣлаютъ металлическіе патроны. Динамитъ долженъ быть плотно уложенъ въ патронъ; однако слишкомъ сжимать не слѣдуетъ, чтобы не выдѣлился нитроглицеринъ.

[46.] **Перевозка динамита.** Патроны связываютъ въ пакеты, которые укладываютъ въ деревянныя ящики, со внутренней оболочкой изъ картона, пересыпаютъ древесными опилками, мелкимъ пескомъ или перекладываютъ паклей. Вмѣсто ящика можно взять боченокъ, но съ деревянными обручами. Для устраненія толчковъ подъ ящики на повозкѣ подкладываютъ слой соломы. Перевозка должна совершаться медленно, стараться избѣгать толчковъ. Слѣдуетъ строго запрещать ставить одинъ ящикъ съ динамитомъ на другой. Ящики или боченки на телѣгахъ слѣдуетъ прикрывать, напр. рогожами, и вообще не оставлять продолжительное время подвергаться солнечному жару, а также дождю. Вмѣстѣ съ динамитомъ не слѣдуетъ перевозить капсюлей въ однихъ и тѣхъ же ящикахъ.

[47.] **Пріемка динамита.** 1) Чтобы убѣдиться хорошо ли былъ отмытъ нитроглицеринъ, употребленный для динамита, отъ кислотъ, поступаютъ такъ: промываютъ динамитъ въ дистилированной водѣ и кипятятъ воду, внеся въ пары ея лакмусовую бумажку, которая не должна краснѣть.

Присутствіе кислотъ въ нитроглицеринѣ (слѣдовательно и въ динамитѣ) способствуетъ его разложенію. Если разложеніе динамита началось, то бумажка, пропитанная іодомъ съ крахмаломъ, должна *синѣть*, если держать ее надъ динамитомъ. Если замѣчено будетъ выдѣленіе изъ динамита красно-бурыхъ паровъ, то слѣдовательно разложеніе находится въ полной силѣ. Во всѣхъ этихъ неблагопріятныхъ случаяхъ динамитъ долженъ быть уничтоженъ.

2) Чтобы опредѣлить количество нитроглицерина въ динамитѣ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: навѣску динамита въ 20 грам. сжигаютъ и взвѣшиваютъ золу, разность вѣсовъ представитъ приблизительно вѣсъ нитроглицерина, обыкновенно нѣсколько больше дѣйствительнаго содержанія. Иначе: обработываютъ навѣску динамита эфиромъ, который растворяетъ нитроглицеринъ, остатокъ высушиваютъ при 100° С. и взвѣшиваютъ; разность въ вѣсахъ дастъ вѣсъ нитроглицерина. При сжиганіи зола должна быть почти бѣлою, однородною, не сплавившеюся.

3) Сжимаютъ патронъ и разламываютъ, при этомъ изломъ долженъ представляться однороднымъ. При сжатіи изъ патрона не долженъ выдѣляться нитроглицеринъ.

4) Для сравненія силы динамита разныхъ номеровъ или фабрикъ берутъ металлическую квадратную плиту, напр. желѣзную въ 12″ въ квадратѣ, толщиною 1″ и взрываютъ равное количество динамита на подобныхъ плитахъ. Большее или меньшее разрушеніе плитъ позволитъ сдѣлать заключеніе объ относительной силѣ взрыва разныхъ сортовъ динамита.

[48.] **Храненіе динамита.** Ящики съ динамитомъ храняться въ магазинахъ или каменныхъ погребахъ, въ разстояніи не менѣе одной версты отъ поселеній. Толщина стѣнокъ магазина 4 фута. Двери двойныя — внутреннія деревянныя, а наружныя желѣзныя. Крыша деревянная, обложенная дерномъ; лучше магазинъ закрыть сводомъ и обложить дерномъ. Внутри погребъ обшивается досками. Въ магазинахъ, напр. въ Швеціи, дозволяется хранить не болѣе 200 цент. динамита. Одинъ магазинъ отъ другаго раздѣляютъ насыпями.

Для относительно небольшихъ количествъ динамита (около 30 п.), для текущихъ расходовъ, дѣлаютъ магазины внутри рудника, въ особыхъ выработкахъ, въ значительномъ разстояніи отъ рабочихъ забоевъ, въ сухомъ мѣстѣ, съ двойными дверями.

Вообще магазины должны хорошо провѣтриваться, температура въ нихъ не должна превосходить 40°. Отъ времени до времени надо испытывать реактивной бумагой не подвергается ли динамитъ измѣненію. Ящики съ патронами должны быть открыты. Въ рудникѣ лучше имѣть два магазина: одинъ запасный, а другой для храненія динамита, отпущеннаго рабочимъ напр. на $^1/_2$ недѣли и потребляемаго ежедневно.

[49.] **Капсюли и затравки.** Капсюль или пистонъ съ гремучей ртутью (около 1 грам.), діаметромъ 5 мм. и высотою 20 мм.

Затравки Бикфорда трехъ родовъ 1) обыкновенная — для сухихъ шпуровъ, 2) гуттаперчевая — для сырыхъ и 3) гуттаперчевая двойная — для подводныхъ. Затравки продаются кругомъ въ 8 м. каждый. Цѣна затравкамъ приведена выше. Затравки должны испытываться относительно скорости горѣнія передъ употребленіемъ ихъ въ дѣло.

[50.] **Размѣры шпуровъ и ихъ положеніе.** Глубина шпуровъ для динамита можетъ быть такая же, какъ и при порохострѣльной работѣ. Діаметръ шпура 1″. Достаточно брать буръ съ головкой діаметромъ 0,87″ (22 мм.). Линія наименьшаго сопротивленія должна быть увеличена на $^1/_3$ сравнительно съ длиной, опредѣленной для пороха и врубы должны быть большіе, т. е. забой болѣе обнаженъ. Находятъ выгоднѣе дѣлать шпуры глубокими, такъ чтобы зарядъ занималъ $^1/_8$ — $^1/_6$ часть глубины. Въ слоеватыхъ породахъ, при добычѣ строительнаго камня и каменнаго угля, дѣлаютъ глубокіе и малаго діаметра шпуры, съ слабымъ зарядомъ. Трещины въ породахъ, соединяющіяся со шпуромъ, не уменьшаютъ дѣйствія динамита и если эти трещины заполнены, то можно по нимъ вести шпуръ.

При проводѣ штольнообразныхъ выработокъ направленіе шпуровъ можетъ быть нормальнымъ къ плоскости забоя. Можно работу вести такимъ образомъ, что въ срединѣ забоя закладываютъ центральный шпуръ относительно большихъ размѣровъ, съ большимъ зарядомъ. Воронкообразное углубленіе, которое образуется отъ взрыва этого шпура, облегчитъ дальнѣйшую работу меньшими шпурами, закладываемыми около этой воронки. Если имѣется въ виду получить породу въ крупныхъ кускахъ, то слѣдуетъ уменьшить діаметръ шпура до 0,78″, увеличить глубину, уменьшить вѣсъ заряда и употреблять менѣе сильный динамитъ, напр. № 3. При породахъ-же очень твердыхъ совѣтуютъ увеличивать діаметръ шпура, уменьшая глубину и заряжая динамитомъ № 1 до половины глубины шпура. — Вообще относительно размѣровъ шпуровъ и величины заряда динамита — данныя крайне не сходятся между собою. Въ каждомъ частномъ случаѣ для инженера не трудно будетъ опредѣлить наивыгоднѣйшіе размѣры шпура, заряда и пр.

Для соображеній при работѣ динамитомъ можно привести слѣдующія правила. Обозначимъ: t — глубина шпура, v — длина линіи наименьшаго сопротивленія, h — высота заряда, e — разстояніе между шпурами, b — высота забойки. Полагаютъ:

$$t = 1{,}5\ v — 2v$$

$$h \leq {}^2/_3\ t$$

$$e = v — 1{,}5\ v$$

$$b = 2\ h$$

Если P вѣсъ заряда въ килограм., v въ метрахъ, то

$$P = \tfrac{2}{3} kv^3$$

$k = 0{,}70$ для крѣпкихъ песчаниковъ
$k = 0{,}45$ для менѣе крѣпкихъ песчаниковъ
$k = 0{,}36$ для болѣе мягкихъ породъ.

Приведенные коэффиціенты относятся до динамита № I; для динамита № II ихъ надо увеличить весьма незначительно; для динамита № III приходится увеличить въ два раза и болѣе.

При забояхъ хорошо обнаженныхъ врубами можно положить,

$$P = \tfrac{1}{2} kv^2$$

При углубленіи шахтъ съ круглымъ поперечнымъ сѣченіемъ, дѣлаютъ кольцевой врубъ по окружности шахты неглубокими шпурами, оставшуюся въ центрѣ глыбу взрываютъ однимъ или нѣсколькими центральными, сильными зарядами, или ведутъ работу, какъ и при забоѣ штольнообразной выработки. При шахтахъ съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, совѣтуютъ вести работу слѣдующимъ образомъ: 4 вертикальными шпурами, 50″—60″ глубиною, образуютъ врубъ a (фиг. 23, a, табл. 6), затѣмъ малыми шпурами производятъ врубы b, потомъ взрываютъ оставшіяся глыбы A шпурами 1, 2, 3 и 4, расположенными почти горизонтально, съ зарядами въ 200—250 грам.

При открытыхъ работахъ, если полученіе мелкихъ кусковъ не представляетъ неудобства, ведутъ работу сильными зарядами.

[51.] **Выборъ надлежащей силы или № динамита для данной работы.** Смотря по свойствамъ породъ и условіямъ добычи, при выборѣ номера динамита, руководствуются слѣдующими соображеніями.

Динамитъ № 1 примѣняется: 1) когда быстрота работы ставится первымъ условіемъ; 2) при подводныхъ работахъ [1]); 3) при очень твердыхъ породахъ, когда не заботятся получать крупные куски, напр. при ломкахъ камня на флюсъ и т. п., при проходкѣ квершлаговъ, шахтъ, при добычѣ твердыхъ и мелковкрапленныхъ рудъ, въ породахъ трещиноватыхъ и съ пустотами. Если требуется весьма быстрая работа, то при № 1 можно обойтись безъ забойки или примѣнять воду, какъ забойку, если не долго будетъ оставленъ заряженный шпуръ.

Динамитъ № 2 примѣняется въ тѣхъ же случаяхъ, какъ и № 1 (исключая подводныхъ шпуровъ); но при меньшей степени твердости породъ. Необходима забойка.

[1]) Для подводныхъ работъ иногда приготовляютъ динамитъ № 0, еще болѣе сильный.

Динамитъ № 3 примѣняется: 1) при породахъ мягкихъ и средней твердости; 2) при добычѣ каменнаго угля; 3) при добычѣ богатыхъ рудъ и 4) вообще въ тѣхъ случаяхъ, когда желаютъ избѣгнуть измельченія добываемой породы. Необходима забойка.

[52.] **Заряженіе шпуровъ.** Прежде чѣмъ приступить къ заряженію шпура, посмотримъ, какъ надлежитъ приготовить *пальникъ*. Пальникъ представляетъ обыкновенный патронъ съ динамитомъ, вѣсомъ отъ 15 — 20 грам., высотою до $1\frac{1}{2}''$. Берутъ капсюль, смотрятъ его, чтобы начинка, гремучей ртутью была въ исправности и вставляютъ въ капсюль конецъ Бикфордовой затравки. Затѣмъ края капсюля сжимаютъ щипцами и смазываютъ воскомъ по краямъ, варомъ или, разогрѣвъ немного гутаперчевую затравку, наворачиваютъ ногтемъ на края капсюля. Далѣе, приготовленный такимъ образомъ капсюль съ затравкой вставляютъ въ патронъ-пальникъ такъ, чтобы капсюль погрузился въ динамитъ примѣрно до половины своей длины, строго наблюдая, *чтобы затравка не приходила въ соприкосновеніе съ динамитомъ*. Вставивъ капсюль, заворачиваютъ края патрона и обматываютъ ниткой вокругъ затравки. Этимъ оканчивается приготовленіе пальника; совершенно снаряженный онъ представленъ на фиг. 23 табл. 6. За неимѣніемъ капсюлей, въ крайнемъ случаѣ, можно обойтись безъ нихъ, употребивъ порохъ: берутъ деревянный капсюль съ малымъ отверстіемъ для затравки и, наполнивъ порохомъ, вставляютъ затравку. Шпуръ съ такимъ запаломъ долженъ быть сильнѣе забитъ.

Въ шпуръ кладутъ столько патроновъ съ динамитомъ, сколько необходимо для полученія заряда опредѣленнаго вѣса. Послѣ вставленія въ шпуръ каждаго патрона его плотно нажимаютъ деревяннымъ забойникомъ, чтобы не оставить пустотъ въ шпурѣ. На патроны ставятъ пальникъ *совершенно свободно, безъ всякихъ заколачиваній*. Забойка кладется *безъ уколачиванія* и состоитъ изъ мягкаго песка или глины. Величина заряда должна быть опредѣлена опытомъ. Опытъ можно начать съ заряда, вѣсъ котораго равенъ $\frac{1}{3}$ вѣса пороховаго заряда и затѣмъ, смотря по результатамъ, вѣсъ динамитнаго заряда можно нѣсколько увеличить или уменьшить. Обыкновенно динамитный зарядъ занимаетъ $\frac{1}{4}$ часть глубины шпура при породахъ твердыхъ и если забой хорошо подготовленъ врубомъ, то $\frac{1}{6}$ и до $\frac{1}{8}$. При работѣ въ каменномъ углѣ, высота заряда $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{12}$ и даже до $\frac{1}{15}$ глубины шпура.

Заряженіе мокрыхъ шпуровъ мало отличается отъ только что описаннаго порядка. Нѣтъ надобности освобождать шпуры отъ воды или высушивать ихъ. Патроны непремѣнно должны плотно прилегать другъ къ другу. При готовленіе пальника дѣлается съ соблюденіемъ того условія, чтобы вода не проникла въ капсюль; съ этою цѣлью тщательно прикрываютъ борта капсюля воскомъ, варомъ и пр. какъ было замѣчено выше. Затравка — водонепрони-

цаемая Бикфорда. Мѣсто соединенія патрона съ затравкой обматываютъ пакле́й и смазываютъ саломъ. Забойки никакой не надо, вода служитъ забойкой. Не слѣдуетъ долго оставлять зарядъ въ шпурѣ подъ водой, иначе его надо обезпечить отъ дѣйствія воды. Въ послѣднемъ случаѣ патроны изъ пергамента смазываются камедью, растворенной въ спиртѣ или также саломъ. Лучше въ такихъ случаяхъ брать одинъ длинный патронъ.

Если случится осѣчка, то надо принять за неизмѣнное правило, въ виду могущихъ быть несчастныхъ случаевъ, *не разбуривать шпура, а оставить его и рядомъ съ нимъ выбурить другой шпуръ.*

Твердый или замерзшій динамитъ. Выше было замѣчено, что динамитъ при температурѣ ниже +12° замерзаетъ. Такой замерзшій динамитъ взрывается труднѣе, нежели мягкій. Имѣются нѣсколько способовъ для взрыва замерзшаго динамита. 1) Примѣняютъ особые пальники, которые Нобель для отличія отъ обыкновенныхъ окрашиваетъ на одномъ концѣ красной краской (вѣроятно они содержатъ пироксилиновый динамитъ). Зажигательный патронъ или пальникъ открываютъ съ краснаго конца и въ небольшую трубочку, которая тамъ помѣщена, вставляютъ пистонъ съ затравкой. Пистоны для этихъ пальниковъ готовятся также особые, съ усиленнымъ количествомъ гремучей ртути. Этотъ пальникъ не боится холода и взрываетъ замерзшій динамитъ. 2) Патронъ съ пироксилиновымъ динамитомъ представляетъ лучшій пальникъ для замерзшаго динамита. 3) Обыкновенный пальникъ съ обыкновеннымъ капсюлемъ и *мягкимъ* динамитомъ всегда взрываетъ замерзшій динамитъ, а потому пальники-патроны слѣдуетъ носить въ карманѣ, чтобы они незатвердѣвали, если температура ниже +12°. Во всякомъ случаѣ ношеніе въ карманѣ патроновъ-пальниковъ—практично.

Предлагаютъ также оттаивать замерзшій динамитъ въ ящикахъ съ двойными стѣнками, въ промежуткѣ между которыми наливается теплая вода.

Надо помнить при заряженіи шпура замерзшимъ динамитомъ, что патроны не должно прибивать забойникомъ, а свободно ставить въ шпуръ.

[53.] **Производительность работы динамитомъ.** Хотя и имѣется достаточное количество опытовъ надъ работой динамитомъ, главнѣйше имѣвшихъ цѣлью сравнить его съ порохомъ, но результаты этихъ опытовъ не обобщены. Приведемъ нѣсколько числовыхъ данныхъ.

1) Въ Кладно, шахта имѣла площадь поперечнаго сѣченія 18,26 м. кв. (196½ кв. ф.). Результаты по углубленію этой шахты при помощи динамита представлены въ слѣдующей таблицѣ:

Мѣсяцы.	Пройдено.	Израсходовано динамита.	Породы встрѣченныя при углубленіи.
	Футы.	Фунты.	
Отъ 14—31 Августа.	32,41	74,48	Крупнозернистый песчаникъ.
Въ СентябрѢ	52,98	134,30	Глина, песчаникъ и подъ конецъ конгломератъ.
Въ ОктябрѢ.	56,11	177,04	Конгломератъ съ прослойками глины.
Въ Ноября.	62,34	177,04	Песчаникъ съ прослойками конгломерата, прослойки угля и пластъ глины.
Въ Декабрѣ.	49,87	195,35	Сѣрый песчаникъ, переходящій въ конгломератъ, перемѣжающійся съ слюдянымъ и глинистымъ сланцемъ; далѣе мелкозернистый, очень твердый слюдистый и желѣзистый песчаникъ съ прослойками угля.

Таблица показываетъ, что среднее углубленіе въ мѣсяцъ равнялось 17,10 м. (около 8 саж.). На каждую погонную сажень углубленія израсходовано динамита 21,23 фунт. (4 к., 114 на 1 м. пог.) или на каждую кубическую сажень породы около 5 фунт. (0 к., 2 на 1 куб. м.). Во время этихъ работъ притокъ воды былъ 1105 литровъ (38,7 куб. ф.) въ минуту.

2) Нижеслѣдующая таблица даетъ расходъ динамита, затравокъ и капсюлей при діоритѣ различной твердости, по опытамъ произведеннымъ въ Богословскомъ рудникѣ.

Число подсѣчекъ.	Сумма подсѣчной платы.	Число шпуровъ.	Общая длина шпуровъ.	Динамитъ.		Затравки.		Капсюли.		Расходы на 1 куб. саж. добытой породы.	Породы.
				Вѣсъ.	Стоимость.	Длина.	Стоимость.	Число.	Стоимость.		
80	48 р.	66	85	$13^{37}/_{96}$	18 р. 5 к.	85	2 р. $12^{1}/_{2}$ к.	68	34 к.	68 р. $51^{1}/_{2}$ к.	Діоритъ 1 степени твердости.
51	30 » 60 к.	21	37	$5^{45}/_{96}$	6 » $42^{1}/_{4}$ »	32	80 »	23	$11^{1}/_{2}$ »	37 » $93^{1}/_{2}$ »	» 2 » »
42	25 » 20 »	44	66	$11^{79}/_{96}$	13 » 89 »	76	1 » 90 »	61	$30^{1}/_{2}$ »	41 » $29^{1}/_{2}$ »	» 3 » »
42	25 » 20 »	15	32	$5^{71}/_{96}$	6 » $74^{1}/_{4}$ »	28	70 »	17	$8^{1}/_{2}$ »	32 » $72^{3}/_{4}$ »	» 4 » »
60	36 »	60	94	$15^{38}/_{96}$	18 » 9 »	76	1 » 40 »	65	$32^{1}/_{2}$ »	56 » $31^{1}/_{2}$ »	» 5 » »
51	30 » 60 »	38	63	9	10 » $57^{1}/_{2}$ »	55	1 » $37^{1}/_{2}$ »	41	$20^{1}/_{2}$ »	42 » $50^{3}/_{4}$ »	» 6 » »
55	33 р.	41	63	$10^{45}/_{96}$	12 р. 30 к.	59	1 р. $47^{1}/_{2}$ к.	46	23 к.	47 р.	Средніе выводы.

[54.] **Общія замѣчанія о динамитѣ.** Многочисленные сравнительные опыты надъ динамитомъ и порохомъ даютъ полное право отдать преимущество динамиту. Чѣмъ породы крѣпче, тѣмъ выгода на сторонѣ динамита больше. Только при очень мягкихъ (относительно) породахъ преимущества динамита могутъ быть не замѣтны и примѣненіе въ такихъ случаяхъ пороха, какъ менѣе сильнаго взрывчатаго вещества, будетъ вполнѣ раціонально.

1) Среднимъ числомъ, полезное дѣйствіе динамита относится къ полезному дѣйствію пороха, какъ 8 : 3; по нѣкоторымъ значительно больше и тѣмъ больше, чѣмъ порода крѣпче.

2) Экономія рабочаго времени вслѣдствіе того, что при динамитѣ діаметръ шпуровъ можетъ быть уменьшенъ, осушеніе шпуровъ, а иногда и забойка совершенно могутъ быть избѣгнуты. Въ одно и тоже время рабочій выбуриваетъ и выпаливаетъ три шпура съ динамитомъ и только два шпура съ порохомъ, отсюда экономія въ инструментахъ и пр.

3) Послѣ взрывовъ не остается вредныхъ газовъ или въ меньшей степени, нежели при порохѣ. Это положеніе требуетъ еще подтвержденій.

4) Экономія вообще въ расходахъ на единицу объема добываемой породы. Такъ по Богословскимъ опытамъ расходъ при порохѣ почти въ двое болѣе, нежели при динамитѣ.

5) Полнѣйшее удобство для подводныхъ работъ.

6) Безопастность храненія, перевозки и вообще обращенія съ динамитомъ. Несчастные случаи съ динамитомъ весьма рѣдки; но за то послѣдствія ихъ страшны, а потому обращеніе съ динамитомъ должно быть въ высшей степени осторожное.

7) Трауцель полагаетъ среднимъ числомъ, что экономія, при работѣ динамитомъ, при проходкѣ штольнообразныхъ выработокъ достигаетъ 30% по времени и 30% по работѣ.

По другимъ даннымъ, экономія въ полныхъ издержкахъ на кубическую единицу добываемой породы, при работѣ въ известнякѣ 17,5%. Экономія же во времени въ тѣхъ же самыхъ породахъ среднимъ числомъ около 38%.

При породахъ мягкихъ и средней твердости, особенно, если желаютъ получить крупные куски (какъ напр. при каменномъ углѣ), и при условіи сухихъ шпуровъ, обыкновенный порохъ не уступаетъ динамиту; при такихъ же условіяхъ, но при мокрыхъ шпурахъ, слѣдуетъ предпочесть динамитъ.

Одновременное паленіе шпуровъ при помощи электрической искры. Вообще при одновременномъ паленіи нѣсколькихъ шпуровъ полезное дѣйствіе каждаго шпура больше, нежели при паленіи каждаго шпура отдѣльно. При Викфордовыхъ затравкахъ, при проходѣ напр. квершлаговъ, шахтъ и т. п. выработокъ, строго говоря, одновременнаго взрыва нѣсколькихъ шпуровъ достигнуть нельзя. Совершенно одновременнаго взрыва нѣсколькихъ шпу-

ровъ можно достигнуть только при помощи электричества. Весьма важное удобство электрическаго паленія шпуровъ—это устраненіе несчастныхъ случаевъ отъ несвоевременнаго взрыва шпура при обыкновенныхъ затравкахъ, когда рабочіе не успѣли еще скрыться; особенно это обстоятельство имѣетъ важное значеніе при углубленіи шахтъ. Въ настоящее время лучшими электрическими машинами считаются машины Борнгардта. Надо всегда имѣть запасныя электрическія машинки, ибо онѣ подвергаются порчѣ. Въ настоящее время электрическое паленіе шпуровъ еще не получило общаго употребленія. Машина Борнгардта стоитъ въ Вѣнѣ 75 гульденовъ. Затравки для электрическаго паленія шпуровъ за 100 ш. отъ 4,75—7,25 гульд., смотря по длинѣ и по назначенію, для сухихъ, мокрыхъ или сырыхъ шпуровъ.

При углубленіи шахты въ Rossitz опытъ показалъ, что электрическое паленіе шпуровъ обходится даже дешевле на каждый шпуръ, нежели обыкновенное паленіе. Опыты въ Bezenet надъ электрическимъ паленіемъ шпуровъ при прохожденіи квершлага дали неудовлетворительные результаты.

Машины, примѣняемыя при горныхъ работахъ.

[55.] Горныя работы, которыя мы разсмотрѣли выше, производятся силою человѣка. Если разсматривать здѣсь человѣка, какъ движителя, то съ механической точки зрѣнія пользованіе силой человѣка, въ данномъ случаѣ, крайне не раціонально: коэффиціентъ полезнаго дѣйствія движителя очень малъ. Въ самомъ дѣлѣ, если принять нормальную работу человѣка въ 10 ч. смѣну равною 81000 к. м., то работа человѣка кайлой составляетъ только отъ 10—22% этой работы; а при выбуриваніи шпуровъ отъ 5—12%, смотря по тому работаетъ ли человѣкъ буромъ съ молоткомъ или при помощи одного бура длиннаго и тяжелаго.

Полагаютъ, что при ручномъ буреніи работа человѣка расходуется слѣдующимъ образомъ:

На обратное движеніе молотка	50%
„ измѣненіе формы инструмента	21
„ разбивку бура	5,1
„ измельченіе породы	1,7
„ неправильные удары	17
„ углубленіе шпура	4,7

Эти данныя ясно показываютъ невыгоды ударнаго буренія, что впрочемъ можно было-бы увидѣть также изъ формулы, опредѣляющей силу удара и потерю работы вообще при ударѣ. Формула (см. какой-либо курсъ аналитической механики) показала-бы также, что выгодно дѣлать буръ малаго

вѣса по отношенію къ вѣсу молотка. Въ самомъ дѣлѣ: сила удара пропорціональна выраженію: $\frac{2M'}{M+M'}$, гдѣ M — масса бура, M' — масса молотка; чѣмъ меньше M, тѣмъ дѣйствіе удара будетъ больше.

Такой низкій процентъ полезнаго дѣйствія объясняется неудобнымъ положеніемъ, при которомъ приходится работать человѣку въ рудникѣ, потерей работы при ударахъ и пр. Кромѣ этого, ручныя работы, напр. выбуриваніе шпуровъ въ очень твердыхъ породахъ, идутъ крайне медленно, вслѣдствіе этого проходка шахтъ, штековъ и пр. крайне замедляется; ограниченные размѣры забоевъ при этихъ выработкахъ не позволяютъ ускорить эту работу увеличеніемъ числа рабочихъ. Всѣ вышеозначенныя причины ведутъ къ увеличенію расходовъ вообще, иногда до весьма значительныхъ размѣровъ.

Вышеупомянутыя обстоятельства заставляютъ инженеровъ изыскивать способы къ наивыгоднѣйшему пользованію работой человѣка или даже къ совершенной замѣнѣ ея работой неодушевленныхъ движителей. Въ настоящее время извѣстно очень много приборовъ, которые даютъ возможность или болѣе выгодно пользоваться работой человѣка при выбуриваніи шпуровъ, — это ручныя бурильныя машинки, или для совершенной замѣны человѣка — это перфораторы, дѣйствующіе сжатымъ воздухомъ; а для образованія врубовъ — врубовыя машины. Здѣсь будутъ представлены данныя только относительно наиболѣе лучшихъ машинъ.

А. Перфораторы.

[56.] 1. **Ручная бурильная машинка системы Лисбе.** Машинка Лисбе предназначается для выбуриванія шпуровъ съ діаметрами отъ 1″—1½″. Приборъ представляетъ винтовой пустотѣлый стержень h, (фиг. 24, табл. 6) съ прикрѣпленной къ нему муфтой m. Стержень проходитъ черезъ гайку g, могущую вращаться около горизонтальной оси o, въ подушкахъ e e. Эти подушки могутъ передвигаться по раздвижной рамѣ a a'. Собственно буръ или сверло p проходитъ сквозь стержень h и на концѣ своемъ имѣетъ храпчатку k. Буръ свободно вращается внутри стержня h; но поступательное движеніе можетъ получить только вмѣстѣ съ h, что достигается боковой шпонкой въ муфтѣ g. Если требуется придать буру поступательное движеніе, то стоитъ только придвинуть хропчатку къ муфтѣ g такъ, чтобы зубъ i хропчатки зацѣпилъ за зубецъ муфты, тогда стержень h повернется въ гайкѣ e и получитъ поступательное движеніе вмѣстѣ съ буромъ p. Приборъ устанавливается отъ забоя въ разстояніи 2,3—2,6 фута (0,70 м.—0,80 м.) при мягкихъ породахъ и на 0,72 фут. (0,25 м.) при болѣе твер-

дыхъ. Въ первомъ случаѣ буръ берется надлежащей длины и діаметра такъ, что шпуръ получается разомъ надлежащихъ размѣровъ. При болѣе твердыхъ породахъ примѣняютъ послѣдовательно два бура: въ началѣ болѣе тонкій и короткій, а затѣмъ уже берутъ буръ надлежащаго діаметра.

Ниже приводимъ таблицу опытовъ надъ приборомъ Лисбе, произведенныхъ во Франціи въ различныхъ породахъ.

	Глубина шпура.	Затрачено времени.			
		На установку прибора.	На перемѣну буровъ.	На выбуриваніе шпура.	Всего
		Мин.	Мин.	Мин.	Мин.
1. Сланецъ твердый	0,600 m. $23^1/_2$″	3	0,5	2,5	6
2. Тоже болѣе твердый	0,950 m. $37^1/_2$″	2,5	1	5	8,5
3. Крупнозернистый песчаникъ	0,565 m. $22^1/_4$″	—	0,5	14,5	15
4. Тоже	0,515 m. $20^1/_4$″	—	—	—	5,5
5. Песчаникъ твердый	0,200 m. $7^3/_4$″	—	—	—	11

При опытахъ замѣчено, что влажность вредитъ этому бурѣнію, такъ какъ буровая мука образуетъ тѣсто, мѣшающее свободному дѣйствію бура, такъ что здѣсъ не слѣдуетъ вгонять въ шпуръ струю воды, какъ это дѣлается напр. при ударномъ бурѣніи. При работѣ приходится задолжать 2 рабочихъ.

Въ Бельгіи были также произведены опыты надъ приборомъ Лисбе въ сланцѣ средней твердости. Два рабочихъ при помощи прибора Лисбе въ 28 минутъ выбурили шпуръ въ 54″ (1,37 м.) глубиной; въ этотъ же періодъ времени два человѣка ручнымъ буромъ дѣлаютъ шпуръ глубиною $28^3/_8$″ (0,72 м.), т. е. вдвое менѣе. Вообще можно замѣтить, что приборъ Лисбе съ выгодой можетъ примѣняться только для породъ относительно мягкихъ, какъ напр. въ каменноугольныхъ сланцахъ. Особенно выгодно работать прибором съ низу въ верхъ при сухомъ шпурѣ [1]).

Съ выгодой также приборъ Лисбе можетъ быть примѣненъ при разра-

[1]) См. опыты надъ приборомъ Лисбе при прохожденіи штольнообразныхъ выработокъ, глава III.

боткѣ каменной соли, особенно если она представляетъ массу однородную [1]). Если же соль составляетъ не однородную массу по твердости, напр. если въ ней попадается часто гипсъ, известнякъ, и проч., слѣдовательно вообще твердость измѣняется, тогда перфораторъ Лисбе представляетъ нѣкоторыя затрудненія, вслѣдствіе несоотвѣтственнаго поступательнаго движенія, что и было замѣчено въ Зальцбургѣ, гдѣ Бальцбергъ предложилъ нѣкоторыя измѣненія въ приборѣ Лисбе; но онѣ не вполнѣ удовлетворительно разрѣшили вопросъ. Форма лезвія бура, найденная въ Зальцбургѣ наиболѣе раціональной, изображена на фиг. 24 *a* табл. 6; толщина лезвія не болѣе $^3/_8$″.

[57.] 2. **Ручная бурильная машинка системы Weaber'a** (Phönixvill въ Пенсильваніи). Работа производится ударнымъ буреніемъ, слѣдовательно приборъ можетъ примѣняться для твердыхъ породъ. Устройство прибора въ сущности такое, какое имѣетъ толчея съ вращающимся пестомъ; при этомъ сила удара увеличивается еще спиральными пружинами. Машинка пригодна только для вертикальныхъ шпуровъ. Два человѣка въ минуту выбуриваютъ шпуръ глубиною въ 2″ (50 мм.), діаметромъ въ $1^9/_{16}$″ (40 мм.), въ плотномъ известнякѣ.

[58.] 3. **Ручная бурильная машина Іордана.** Стержень бура *g* (фиг. 25) проходитъ въ трубкѣ *l*, поршень которой *i* ходитъ въ цилиндрѣ *c*. При поднятіи трубки *l* при помощи муфты *h* и кулаковъ *kk* поднимается и стержень *g*. Въ это время воздухъ въ цилиндрѣ *c* сжимается; при паденіи же бура сжатый воздухъ усиливаетъ его дѣйствіе. Вращеніе бура происходитъ вслѣдствіе тренія между кулаками *kk* и муфтою *h* во время подъема. Поступательное движеніе прибора совершается слѣдующимъ образомъ: Верхній конецъ стержня *g* имѣетъ винтовую нарѣзку, соотвѣтственно которой имѣетъ внутри нарѣзку и трубка *d*, которая можетъ независимо отъ муфты *h* вращаться вмѣстѣ съ коническимъ зубчатымъ колесомъ *c* и *c'*. Трубка *d* по сквозной шпонкѣ можетъ подниматься и опускаться внутри втулки колеса *e* вмѣстѣ съ *h*. Предположимъ, что винтомъ *b* колеса *c* и *c'* закрѣплены неподвижно, тогда при поднятіи стержня *g* онъ будетъ вращаться въ трубкѣ *d* и получитъ поступательное движеніе къ забою. Если же при помощи рукоятки *a* будутъ вращаться колеса *e* и *e'*, а слѣдовательно и трубка *d*, тогда поступательное движеніе будетъ уже результатомъ разности скоростей вращенія колеса *e* и стержня *g*. Закрѣпивъ винтомъ *B* шестерни или вѣрнѣе затормозивъ ихъ, можно придать большую или меньшую скорость поступательному движенію стержня.

Давленіе на буръ ..... 130—140 фунт.
Вѣсъ прибора безъ маховыхъ колесъ ..... 21 пуд.

---

[1]) См. Глава IV, добыча каменной соли.

Вѣсъ прибора съ маховыми колесами . . . . . 32 пуд.
Цѣна въ Лондонѣ . . . . . 500—550 р.

Въ одну минуту приборъ выбуриваетъ шпуръ въ гранитѣ глубиною 2″.

Кромѣ описанныхъ выше трехъ системъ ручныхъ бурильныхъ машинъ, извѣстно еще нѣсколько другихъ, особенно интересны машины, производящія выбуреніе шпура алмазами. Вообще ручные перфораторы собственно въ рудничномъ дѣлѣ не получили особеннаго роспространенія и въ послѣднее время почти совершенно оставлены въ виду замѣны болѣе выгодными перфораторами, дѣйствующими сжатымъ воздухомъ. Этихъ послѣднихъ въ настоящее время извѣстно очень много системъ. Здѣсь мы ограничимся описаніемъ только системы Дюбуа—Франсуа, Шрама и Дарлингтона.

[59.] 4. **Перфораторъ системы Дюбуа и Франсуа.** Фиг. 27, табл. 7, представляетъ перфораторъ въ вертикальномъ разрѣзѣ по оси цилиндра, а фиг. 28 въ планѣ [1]). Распредѣленіе сжатаго воздуха въ цилиндрѣ совершается слѣдующимъ образомъ. Сжатый воздухъ входитъ въ золотниковую коробку a черезъ трубку q. Къ золотниковой задвижкѣ d прикрѣплены на стержняхъ два поршня b и c, которые могутъ двигаться въ соотвѣтствующихъ цилиндрахъ. Діаметръ поршня b меньше діаметра поршня c; вслѣдствіе разности давленій сжатаго воздуха поршень c подвинется на право, а золотниковая задвижка откроетъ воздухопроводный каналъ e, воздухъ проникнетъ въ цилиндръ A и поршень n получитъ поступательное движеніе впередъ. Въ это же время сжатый воздухъ по каналу u пройдетъ въ пространство o и давленіе на заднюю и переднюю поверхность поршня c уравновѣсится, тогда вслѣдствіе давленія на поршень b онъ подвинется на лѣво и золотниковая задвижка откроетъ окно i, сжатый воздухъ устремится въ переднюю часть цилиндра D и поршень n начнетъ обратное движеніе. При обратномъ движеніи утолщеніе r на стержнѣ g подниметъ рычагъ h, который нажметъ на клапанъ z и позволитъ сжатому воздуху изъ пространства o выйти. Вслѣдствіе этого снова давленіе на поршень c превзойдетъ давленіе на поршень b, золотниковая задвижка устремится на право и т. д. Вообще впускъ и выпускъ сжатаго воздуха изъ цилиндра AD совершается золотниковой задвижкой, какъ обыкновенно въ паровыхъ машинахъ. Вращательное движеніе стержня f, а слѣдовательно и бура совершается слѣдующимъ образомъ: По бокамъ золотниковой коробки имѣется два вертикальныхъ цилиндра x и y (фиг. 28 и 29, табл. 7 и 8), которые сообщаются съ воздухопроводными каналами e и i (фиг. 27). Въ цилиндрахъ y и x ходятъ поршеньки pp. Подъ вліяніемъ сжатаго воздуха эти пор-

[1]) Размѣры на чертежѣ въ миллиметрахъ.

шеньки попеременно то поднимаются, то опускаются и при помощи рычаговъ k и k' приводятъ въ качательное движеніе стержень t (фиг. 27). Стержень t при помощи собачки n (фиг. 30), приводитъ въ круговое перемѣнно-возвратное движеніе хропчатку p, которая въ свою очередь вращаетъ ударный стержень g. Поступательное движеніе всего прибора совершается при помощи винта v и коническихъ шестерень rr отъ рукоятки p' (фиг. 28).

Для установа всего прибора устраивается подвижная рама (фиг. 31 и 32) для двухъ или четырехъ приборовъ. Каждый приборъ на шарнирѣ прикрѣпляется къ муфтѣ u, насаженной на соотвѣтствующій вертикальный винтовой стержень s. Другой конецъ прибора лежитъ на подставкѣ a, утвержденной въ кулисѣ b, (фиг. 31,33 и 34, табл. 8), которая прикрѣплена къ муфтѣ u, могущей опускаться или подниматься по вертикальному винтовому стержню s. При помощи этихъ приспособленій можно придавать прибору различныя положенія, какъ въ вертикальной, такъ и въ горизонтальной плоскости.

Буры для перфораторовъ *приготовляются такимъ образомъ, что* стержень дѣлаютъ желѣзнымъ и къ нему привариваютъ очень тщательно стальную головку. Форма лезвія бура дѣлается различно. При породахъ средней твердости наилучшая форма головки бура представлена на фиг. 35, табл. 9. При очень крѣпкихъ породахъ, нетрещиноватыхъ можетъ быть примѣненъ долотчатый буръ; если же при этомъ порода трещиновата, то прибѣгаютъ къ вѣнцевому буру (фиг. 36).

Каждому прибору принадлежитъ нѣсколько номеровъ буровъ, различающихся размѣрами, такъ напр. въ Анзенскихъ рудникахъ, буры имѣютъ слѣдующіе размѣры:

№№	Длина бура.	Діаметръ.		Вѣсъ.
		Стержня.	Головки.	
1	480 m.m. 19″	20 m.m. $^{13}/_{16}$″	42 m.m. $1^{11}/_{16}$	1,800 к. 4,39 фунт.
2	600 $23^{1}/_{2}$″	20 $^{13}/_{16}$″	40 $1^{9}/_{16}$	1,800 4,39
3	750 $29^{1}/_{2}$″	20 $^{13}/_{16}$″	38 $1^{1}/_{2}$	2,166 5,28
4	900 $35^{1}/_{2}$″	18 $^{11}/_{16}$″	36 $1^{7}/_{16}$	2,700 6,59
5	1,150 $35^{1}/_{4}$″	18 $^{11}/_{16}$″	34 $1^{5}/_{16}$	3,000 7,32

Вообще діаметръ головки буровъ обыкновенно измѣняется отъ 25 — 40 мм. (1 — $1^9/_{16}$ дюйма). Чѣмъ мягче порода, тѣмъ медленнѣе долженъ уменьшаться діаметръ буровъ и тѣмъ быстрѣе возростать длина его.

Буры на станкахъ должны быть центрированы и точно вывѣрены. Поперечное сѣченіе стержня бура лучше дѣлать многогранное.

При буреніи въ шпуръ впускаютъ струю воды. Въ виду этого за рамой перфораторовъ слѣдуетъ по рельсамъ желѣзный резервуаръ съ водой, вмѣстимостью примѣрно около 18 кубич. фут. Дѣйствіемъ сжатаго воздуха вода выгоняется изъ резервуара по гутаперчевымъ трубкамъ и насадками направляется въ шпуры. Вообще объемъ этого резервуара можетъ быть разсчитанъ въ томъ соображеніи, что на 1 футъ погон. шпура расходуется около 0,5 куб. фут. воды.

Слѣдомъ за резервуаромъ идетъ платформа, на которую помѣщаютъ инструменты, ключи, запасные буры и проч.

Кромѣ тѣхъ размѣровъ перфоратора, которые показаны на прилагаемомъ чертежѣ, ниже приводятся еще нѣсколько цифръ, относящихся къ описываемому прибору.

Ходъ поршня (средній)	0 м., 250 (10″).
Давленіе воздуха въ цилиндрѣ	$2^1/_2$ атмосф. до $3^1/_2$.
Число ударовъ поршня въ минуту	125 — 250.
Число оборотовъ бура въ минуту	20 и болѣе.
Длина, на которую можетъ подвигаться цилиндръ на своей рамѣ	0,800 ($31^1/_2$ дюймовъ).
Вѣсъ прибора безъ бура	220 к. ($13^1/_2$ пуд.).
Вѣсъ ударяющихъ частей (поршень, стержень, буръ)	32 к. (около 2 пуд.).
Цѣна перфоратору (безъ основной рамы и буровъ)	375 руб. (1,500 франк.).
Расходъ сжатаго воздуха въ 1 минуту	245 литр. (8,58 куб. фут.).

По опытамъ оказывается, что перфораторъ Дюбуа при діаметрѣ цилиндра въ 70 мм., при давленіи воздуха отъ $2^1/_2$ — 3 атмос. выбуриваетъ въ 1 минуту шпуръ глубиною:

Въ песчанникѣ	$1^5/_8$	дюйма.
„ порфирѣ (изъ Quenast)	$1^7/_8$	„
„ гранитѣ (изъ Göschenen)	4	„
„ сланцѣ глинистомъ	6—8	„

Примѣчаніе. Сравнительные опыты произведенныя въ послѣднее время надъ перфораторами Дюбуа и Шрама показали, что по отношенію къ скорости буренія второй перфораторъ стоитъ выше перваго, хотя и незначи-

тельно въ отношеніи, какъ 0,91 : 1. Расходъ же воздуха меньше при перфораторѣ Дюбуа, нежели при приборѣ Шрама.

[60.] 5. **Перфораторъ Шрама.** При томъ положеніи поршня, какъ на чертежѣ, сжатый воздухъ изъ золотниковой коробки по каналу v (фиг. 37, табл. 9), входитъ въ цилиндръ c и поршень d идетъ на лѣво. Коль скоро поршень пройдетъ окно e, воздухъ черезъ это окно изъ цилиндра c по каналу ei (показанному пунктиромъ) входитъ въ цилиндръ R давитъ на поршень f и заставляетъ его перевести золотниковую задвижку вправо. Въ это же самое время поршень d откроетъ окно g и такимъ образомъ установитъ сообщеніе цилиндра K черезъ Sсъ A—выпускъ сжатаго воздуха. Итакъ золотниковая задвижка перемѣстившись вправо открыла каналъ h и воздухъ начнетъ входить въ c', а поршень d приметъ обратное движеніе и т. д. Вращательное движеніе поршня, а слѣдовательно и бура производится весьма просто: въ задней крышкѣ цилиндра помѣщена хрончатка p (фиг. 37 и 38, табл. 9), къ которой прикрѣпленъ стержень o, имѣющій спиральную весьма пологую нарѣзку z; стержень входитъ въ поршень d. При поступательномъ движеніи поршня d сжатый воздухъ черезъ каналы u u входитъ въ камеру, гдѣ помѣщена хрончатка p и не даетъ поршеньку q нажимать на собачку r такъ что хрончатка вмѣстѣ съ стержнемъ o вращаются (вслѣдствіе спиральной нарѣзки z) при поступательномъ движеніи поршня d (онъ же не вращается). При обратномъ движеніи поршня d сжатый воздухъ изъ камеры черезъ каналы u u и h уйдетъ въ A; но съ другой стороны сжатый воздухъ изъ золотниковой коробки по каналу m m войдетъ въ цилиндрикъ b (фиг. 38) и будетъ нажимать поршень g на собачку r, которая тогда воспрепятствуетъ хрончаткѣ со стержнемъ o вращаться, а слѣдовательно будетъ вращаться поршень d вмѣстѣ съ буромъ.

Перфораторъ Шрама устанавливается на платформѣ (фиг. 39, таб. X). Надо замѣтить, что здѣсь перфораторъ поддерживается только въ одномъ мѣстѣ, между тѣмъ, какъ въ системѣ Дюбуа, въ двухъ точкахъ, что раціональнѣе.

Шрамъ строитъ двухъ типовъ свои приборы; № I спеціально для горнаго дѣла. Вотъ нѣкоторыя данныя:

Діаметръ шпура	20 — 50 м. ($^3/_4$ — 2″)
Глубина шпура	до 3 м. (9,84′)
Діаметръ цилиндра	72 мм. ($2^7/_8$″)
Ходъ поршня	0,10—0,11 (4—$4^3/_8$″)
Вѣсъ перфоратора	12 к. ($5^1/_2$ пуд.)
Число ударовъ въ минуту	400
Расходъ воздуха въ минуту	0,25 к. м. (8,8 к. ф.).

Цѣна перфоратору № 1—430—560 руб.

Скорость выбуриванія шпуровъ почти такая же, какъ и при перфораторѣ Дюбуа, нѣсколько болѣе даже.

[61.] 6. **Перфораторъ Дарлингтона.** Приборъ отличается необыкновенной простотой своего устройства, здѣсь въ сущности только двѣ части: неподвижный цилиндръ *A* (фиг. 40, табл. 9) и движущійся поршень *B*. Сжатый воздухъ непрерывно входитъ черезъ трубку *X* въ цилиндръ *A* и давитъ на малую кольцевую поверхность поршня, вслѣдствіе этого послѣдній получаетъ задній ходъ. Коль скоро поршень, двигаясь назадъ, откроетъ каналъ *u*, сжатый воздухъ по этому каналу пройдетъ въ часть цилиндра *A'* и поршень получитъ обратный ходъ, (вслѣдствіе разности давленія на противоположныя стороны поршня). Поступательное движеніе поршня продолжается до тѣхъ поръ, пока онъ не откроетъ окна *D*, черезъ которое сжатый воздухъ уходитъ и тогда начинается обратное движеніе поршня.

Установъ перфоратора Дарлингтона — на треногѣ или на прочномъ стержнѣ, раскрѣпляемомъ между боками штрека. Перфораторъ устраивается 3 номеровъ.

	№ 1	№ 2	№ 3
Вѣсъ прибора съ рамой	3	4,5	5,5 пудъ.
Длина цилиндра	16″	16″	19″
Длина хода прибора.....	20″	20″	20″

По опытамъ оказалось, что перфораторъ Дарлингтона въ твердыхъ породахъ особенно успѣшно работаетъ, такъ что въ 1 минуту въ гранитѣ машиной № 2 проходили шпуръ на глубину $5\frac{3}{4}$ дюйма[1]).

[62.] **Различныя данныя, относящіеся до провода штольнообразныхъ выработокъ при помощи перфораторовъ.** Форма поперечнаго сѣченія штольнообразныхъ выработокъ, которыя проходятся перфораторами,— прямоугольная и рѣдко трапецоидальная. Обыкновенно ширина выработки $7\frac{1}{4}$ ф., высота minimum 6 фут. Вообще высота должна быть такова, чтобы рабочій легко доставалъ до верхнихъ точекъ забоя, слѣдовательно не болѣе $7\frac{1}{4}$ фут. Ширина забоя обусловливается возможнымъ перемѣщеніемъ перфоратора въ горизонтальномъ направленіи; это перемѣщеніе для каждаго прибора maximum 4′ и лучше считать только $3\frac{1}{4}$ фут.; далѣе, долженъ оставаться свободный проходъ между рамой прибора и боками выработки; этотъ проходъ не долженъ быть менѣе 1 фут. онъ доходитъ до $1\frac{1}{3}$ фута (Anzin) и болѣе.

Поверхность забоя предварительно должна быть выравнена. Рельсовый путь долженъ доходить до самаго забоя. Рама прибора не доходитъ до забоя

[1]) Выписать можно отъ Thomas, 2, Coleman Street Buildings, Moorgate Street, London.

на 4 фут. Вообще прибор устанавливается по отношенію къ забою такимъ образомъ, чтобы буръ прикасался къ забою, когда поршень находится въ крайнемъ заднемъ положеніи. Начинаютъ работу съ верхнихъ шпуровъ, которые будутъ имѣть уклонъ къ забою 10°. Для большаго успѣха работы дѣлаютъ въ центрѣ забоя или на $^1/_3$ высоты отъ почвы одинъ шпуръ большаго діаметра до 4 дюймовъ, двойнымъ буромъ; вокругъ этого шпура дѣлаютъ 4 тонкихъ и глубокихъ и 2 короткихъ. Центральный шпуръ не заряжаютъ а взрывами окружающихъ тонкихъ шпуровъ (діаметръ до $1^1/_2$″, глубина 36″) образуютъ какъ бы врубъ, что полезно для послѣдующихъ взрывовъ. Иногда центральный шпуръ заряжаютъ болѣе сильнымъ зарядомъ. Но въ настоящее время на нѣкоторыхъ рудникахъ предпочитаютъ вмѣсто центральнаго шпура дѣлать нѣсколько тонкихъ шпуровъ, близко расположенныхъ другъ отъ друга.

Скорость работы въ два и даже въ три раза больше, нежели при ручной работѣ,—при этомъ *стоимость выемки* 1 куб. единицы породы обыкновенно выше стоимости при ручной работѣ; при очень благопріятныхъ условіяхъ расходы почти ровны. Изъ нѣсколькихъ примѣровъ практики можно сдѣлать выводъ, что при проходѣ квершлаговъ по слапцамъ и песчаникамъ и при поперечномъ сѣченіи выработки отъ 43 до 58□ фут. стоимость одной погонной сажени колеблется между 43 и 107 руб. — *Если можно* довольствоваться быстротой работы въ 3 раза большею, нежели при ручной работѣ, то стоимость можно довести до 80 р. и меньше за 1 п. с., смотря по крѣпости породъ и организаціи работы. Если расходы отнести въ кубической единицѣ выработанной породы, то при поперечномъ сѣченіи квершлага около 50□ фут. 1 куб. с. обходится отъ 17 до 35 руб.

Въ виду остановокъ работы при поломкахъ, необходимо имѣть запасные приборы: на 4 дѣйствующихъ перфоратора надо имѣть 1 запасный и одну запасную основную раму. Чтобы избѣжать подъема приборовъ на поверхность для ремонта, весьма хорошо устроить небольшую мастерскую внутри рудника.

Организація работы.

[62.] Можно различить нѣсколько системъ полной организаціи механической проходки ходовъ. Можно вести работу при помощи *только одного* перфоратора, такая система будетъ наименѣе выгодна, ибо много времени теряется на перемѣщеніе прибора. Можно установить смѣшанную работу, т. е. имѣя 2 или три перфоратора, выбуриваютъ перфораторами только нѣкоторые шпуры, для которыхъ не требуется значительныхъ перестановокъ прибора, остальные же ($^1/_3$) выбуриваютъ ручною работой. При такой смѣшанной системѣ подвиганіе забоя идетъ вдвое скорѣе, нежели при ручной работѣ, а

расходы на кубическую единицу выемки достигаютъ только $^2/_3$ или равны стоимости при ручной работѣ.

Наилучшая система (система рудника Ronchamp) для организаціи вообще работы выбуриванія шпуровъ при помощи только перфораторовъ состоитъ въ томъ, что, имѣя нѣсколько перфораторовъ на рамѣ (напр. 4), выбуриваютъ не очень значительное число шпуровъ, но очень глубокихъ, на сколько позволяетъ перфораторъ (2,4 м.=7,8′) и взрываютъ ихъ въ нѣсколько пріемовъ. Работа ведется, не обращая вниманія на продолжительность рабочихъ смѣнъ, ихъ правильность и пр. Подвиганіе забоя идетъ быстро, но расходы относительно велики.

Обыкновенно здѣсь одна партія рабочихъ (5 человѣкъ при 4 перфораторахъ) производитъ механическое выбуриваніе; другая смѣна —заряженіе, паленіе, выработку породы.

Если же время смѣны строго наблюдается, такимъ образомъ напр. чтобы въ 8 ч. смѣну всѣ работы оканчивались, то получается выгода въ расходахъ, но быстрота подвиганія забоя уменьшается. Это — система рудниковъ въ Anzin, гдѣ глубина шпуровъ 1,3—1,5 м. ($4^1/_4$—4,8 фут.).

При одномъ перфораторѣ необходимо задолжить 2 человѣкъ; но если работаетъ 4 перфоратора, то достаточно 5 и даже 4 рабочихъ. При хорошей организаціи можно считать по одному человѣку на перфораторъ.

При прорытіи С. Готардскаго тунеля работы строго раздѣляются на три періода: 1-я смѣна — буреніе, 2-я смѣна — паленіе шпуровъ, 3-я смѣна — уборка породы. Работа идетъ очень быстро, но стоитъ дорого.

Взрывчатымъ составомъ можетъ быть обыкновенный порохъ, но лучше динамитъ. Въ виду быстроты работы, порохъ долженъ быть спрессованъ въ бумажные патроны съ каналомъ по оси, куда входитъ затравка. Вообще все должно быть изготовлено ранѣе: патроны, затравки, забойки и пр. При глубинѣ шпуровъ отъ 20 до 35″ и діаметрѣ $1^1/_8$″—$1^7/_8$″, вѣсъ заряда (порохъ) 144—240 гр. (34—56 золот.); при длинѣ шпура отъ 35″ до 51″ и діаметрѣ $1^1/_2$″ вѣсъ заряда для центральнаго шпура 70 золот., а для другихъ отъ 35 до 47 золот. При глубинѣ шпура отъ 70″ до 90″ и діаметрѣ отъ $1^1/_4$—$1^3/_4$″, вѣсъ заряда—82 зол. Надлежащую величину заряда лучше опредѣлить въ данномъ случаѣ опытомъ. При механическомъ буреніи шпуровъ примѣненіе динамита очень выгодно, ибо при немъ глубина шпуровъ можетъ быть большая нежели при порохѣ, а чѣмъ глубина шпуровъ больше, тѣмъ механическое буреніе выгоднѣе. При глубинѣ шпура въ 65 дюймовъ кладутъ 7—8 патроновъ динамита, вѣсъ патрона 65 грам. (15 золот.), діаметръ ихъ $1^1/_4$″.

Забойка — глина. Она должна быть приготовлена заранѣе въ бумажныхъ патронахъ.

Порядокъ, въ которомъ производится взрывъ шпуровъ, играетъ важную

роль, тѣмъ болѣе, что здѣсь направленіе шпуровъ не избирается наиболѣе выгодное, а совершенно произвольное; здѣсь особенно надо наблюдать за дѣйствіемъ взрыва, чтобы затѣмъ произвести взрывъ того шпура или шпуровъ, отъ которыхъ можно ожидать наибольшаго дѣйствія. Во всякомъ случаѣ воспламеняютъ прежде всего центральные шпуры, затѣмъ другіе уже отдѣльно или нѣсколько заразъ; для этого регулируютъ длину затравокъ, собираютъ ихъ къ центру выработки и разомъ воспламеняютъ. Если шпуры очень глубоки, то взрываютъ ихъ въ 2—3 пріема.

Выемка породы изъ забоя послѣ взрыва производится или тѣми же самыми рабочими, которые производили буреніе и взрывъ (сист. Anzin): 2 изъ нихъ нагружаютъ вагончики и 2 откатываютъ ихъ къ шахтѣ; или выемка производится тою смѣною рабочихъ, которая производила только заряженіе и взрывъ (Ronchamp).

Время t, потребное только на буреніе шпуровъ, составляетъ отъ 33%—74% времени полной смѣны. Чѣмъ это число больше, тѣмъ, слѣдовательно совершеннѣе идетъ вообще работа. Періодъ заряженія и паленія долженъ продолжаться не болѣе 1—2 часовъ. Въ Ronchamp $t=0{,}33$, въ Anzin $t=0{,}46$, при работѣ Монсенискаго тунеля $t=0{,}74$. Слѣдовательно, организаціи работъ въ Ronchamp въ этомъ отношеніи менѣе выгодна, нежели въ Anzin. При $t=0{,}74$ работа идетъ быстро, но стоитъ дорого.

[63.] Число шпуровъ, ихъ расположеніе и пр. Наименьшій предѣлъ числа шпуровъ, для произведенія требуемаго дѣйствія съ наименьшимъ расходомъ пороха, зависитъ отъ свойства породъ. Число шпуровъ должно быть тѣмъ больше, чѣмъ вязче и крѣпче порода. Разстояніе между шпурами должно быть на столько близко, чтобы послѣ взрыва порода между шпурами была разрушена довольно сильно. Разстояніе между шпурами должно быть тѣмъ меньше, чѣмъ глубже шпуры. На практикѣ мы видимъ, что въ Ronchamp, при проходкѣ квершлага (попер. свѣч. 52,1□ ф.) по слапцу и песчанику, а также въ Anzin, при проходкѣ квершлага въ такихъ же породахъ, 1 шпуръ приходился на 0,25 — 0,27□ м. (2,7 — 3□ ф.) площади забоя. На рудникѣ-же St. Leonard, при песчаникахъ мягкихъ, 1 шпуръ приходился на 0,70□ метровъ (7,5□ ф.). При Монсенискомъ тунелѣ на 1 шпуръ причитается 0,13□ м. (1,4□ ф.) забоя. Въ St. Leonard малое число шпуровъ обусловливается тѣмъ, что тамъ выбирали для нихъ напвыгоднѣйшее направленіе. Вообще можно положить: если шпуры очень глубоки (79″—118″) и если взрывъ ихъ производится за одинъ разъ, то на 1,62□ ф. забоя достаточно 1 шпура; если же взрывъ производится въ нѣсколько пріемовъ, то 1 шпуръ—на 2,7□ ф; иначе: при глубокихъ шпурахъ на 10□ ф. забоя надо положить 8 шпуровъ, при мелкихъ шпурахъ ($35\frac{1}{2}$″—39″) только 4 шпура. На фиг. 41 и 42 (табл. 10) изображено расположеніе шпуровъ въ забоѣ. — Для болѣе быстраго подвиганія забоя

слѣдуетъ стремиться къ увеличенію числа перфораторовъ, числа и глубины шуровъ, взрывая ихъ въ одинъ пріемъ. Соотвѣтственно на фиг. 41*a* и 42*a* представлено расположеніе рельсовыхъ путей для платформы перфораторовъ. Фиг. 41 изъ рудниковъ въ Ronchamp; фиг. 42—изъ рудниковъ въ Anzin.

Число шуровъ на 1 погонную сажень хода измѣняется отъ 28—134. Меньшая цифра относится до системы работъ съ глубокими шурами.

Общая глубина шуровъ на 1 погонную сажень хода измѣняется отъ 28—134′. Меньшая цифра относится до системы работъ съ глубокими шурами.

Общая глубина шуровъ на 1 погонную сажень выработки колеблется отъ 161—462 фут. На 1 кубическую сажень добытой породы причитается отъ 131—262 фута шуровъ. Наиболѣе выгодныя цифры относятся къ системѣ работъ съ глубокими шурами.

Результаты механическаго буренія шпуровъ. Скорость подвиганія забоя въ 24 часа измѣняется въ зависимости отъ крѣпости породъ и отъ организаціи работы. Напр. въ Ronchamp наибольшее подвиганіе достигало 6,56 ф., въ Anzin 5,9 фут. При расходахъ нѣсколько большихъ расходовъ при ручномъ буреніи можно положить среднимъ числомъ скорость подвиганія равной $3^1/_4$ ф. (1 м.) въ 24 ч. При М. Сенискомъ тунелѣ эта скорость достигала 6 м. (19,68 ф.); но стоимость значительно превосходила ручную работу. Объемъ вырабатываемой породы въ сутки измѣняется отъ 0,5 — 2 куб. саж.

Расходъ пороха вообще болѣе значителенъ, нежели при ручной работѣ Можно положить среднимъ числомъ отъ 24—31 фунт. на 1 куб. саж. породы. Большій расходъ относится до системы работъ съ глубокими шурами. Динамита—на половину менѣе.

Время потребное на установъ рамы перфораторовъ равно отъ $^1/_2$—2 часовъ. Ориентировка перфораторовъ требуетъ 10 м. времени на каждый шуръ. Собственно буреніе требуетъ 4,5 — 6 м. на 1 погон. фут. шпура. Вообще 75% времени идетъ на установъ рамы и приборовъ и только 25% на буреніе. Отсюда заключаемъ, что очень выгодно имѣть нѣсколько перфораторовъ на одной рамѣ.

[64.] **Примѣненіе перфораторовъ къ проводу шахтъ.** Перфораторы различныхъ системъ примѣняются въ настоящее время къ проводу шахтъ. Собственно въ механизмѣ перфоратора не дѣлается никакихъ измѣненій для этого; но рама получаетъ иное устройство, приноровленное къ требуемой цѣли. Въ перфораторахъ Дюбуа имѣется двѣ системы рамъ. Одна для круглыхъ шахтъ, другая для прямоугольныхъ. Прикрѣпленіе собственно перфоратора къ рамѣ имѣетъ большое сходство съ вышеописаннымъ способомъ. Рама можетъ легко подниматься по шахтѣ, удерживаясь въ надлежащемъ положеніи направляющими въ шахтѣ. На рамѣ можетъ быть установлено 2 или 4 перфоратора. Надо замѣтить, что механическое буреніе

шуровъ при проводѣ шахтъ до настоящаго времени примѣнялось относительно не часто. Фиг. 43, табл. 11 представляетъ расположеніе двухъ перфораторовъ Дюбуа въ прямоугольной шахтѣ.

Компрессоры.

[65.] Машины, сгущающія воздухъ для перфораторовъ, врубовыхъ машинъ и пр., называются *компрессорами*. Въ настоящее время извѣстно очень много системъ компрессоровъ. Имѣя въ виду ограниченные размѣры настоящаго сочиненія, мы кратко опишемъ типы, только наиболѣе употребительные.

При сжиманіи воздуха въ цилиндрѣ компрессора онъ нагрѣвается. Нагрѣваніе влечетъ за собою уменьшеніе полезнаго дѣйствія и пр. (см. воздуходувныя машины). Вслѣдствіе этого, при сжатіи стараются охлаждать воздухъ.

По способу охлажденія компрессоры подраздѣляются на двѣ системы:

1. Поршень компрессора не приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе съ воздухомъ; между поршнемъ и воздухомъ помѣщается нѣкоторый объемъ воды, служащій для охлажденія. Это компрессоры съ *гидравлическимъ поршнемъ* системы Сомелье. Сюда относятся типы заводовъ общества Кокериль, Гумбольтъ и т. п.

2. Поршень компрессора приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе со сжимаемымъ воздухомъ; охлажденіе производится вбрызгиваніемъ воды въ цилиндръ, а также иногда циркулированіемъ воды около цилиндра, въ стержнѣ и поршнѣ. Сюда относятся приборы Колладона, Дюбуа и др.

1-я система. Заводъ общества Кокериль строитъ двухъ типовъ компрессоры: прямаго дѣйствія и съ передачей движенія отъ паровой машины къ компрессору зубчатыми колесами. Общее расположеніе компрессора 1-го типа, прямаго дѣйствія, представлено на фиг. 43 bis, табл. 12. Устройство цилиндра компрессора представлено на фиг. 44; *a* — поршень, двигающійся въ цилиндрѣ *bc*; *ii* — горизонтъ воды, наполняющей вертикальный цилиндръ *bd* и горизонтальный *bc*. При движеніи поршня *a*, горизонтъ *ii* то поднимается, то опускается и, слѣдовательно, дѣйствуетъ какъ поршень, т. е. всасываетъ атмосферный воздухъ чрезъ клапанъ *e*, сжимаетъ его и затѣмъ выгоняетъ чрезъ клапанъ *f* въ трубку *n* и далѣе по воздухопроводамъ въ резервуаръ. На другомъ концѣ цилиндра *ab* расположенъ такой же вертикальный цилиндръ, какъ и *bd*. Пополненіе воды въ компрессорѣ производится изъ коробки *m* черезъ клапанъ *e*. Въ коробку же *m* вода поступаетъ изъ трубки *k*. Трубка *r* не позволяетъ подниматься горизонту воды въ коробкѣ *m* выше требуемаго уровня.

Вотъ главнѣйшіе размѣры этого компрессора:

Діаметръ пароваго цилиндра	0,500 м.
Ходъ поршня	1,200 „
Діаметръ поршней компрессоровъ	0,450 „
Ходъ поршня	1,200 „
Число оборотовъ: maximum	16
„ „ среднее	12
Скорость поршней	0,640 м.
Абсолютное давленіе воздуха отъ	4 до 6 атм.
Объемъ воздуха, доставляемаго въ минуту при 4 атм.	3,053 куб. м.
Объемъ воздуха, доставляемаго въ минуту при 6 атм.	2,035 „ „
Стоимость машины	25000 frs.

2-й типъ компрессоровъ завода Кокериль представленъ въ общемъ расположеніи на фиг. 45 и 46, табл. 12. Цилиндры, клапаны и пр. собственно компрессора ничемъ существенно не отличаются отъ устройства, представленнаго на фиг. 44; но расположеніе нѣсколько иное. Фиг. 46 представляетъ приборъ, установленный на рудникѣ въ Ronchamp, а фиг. 45 представляетъ компрессоръ рудниковъ въ Anzin.

Ниже приводимъ главнѣйшіе ихъ размѣры и нѣкоторыя данныя.

	Ronchamp.	Anzin.
Діаметръ пароваго цилиндра	0,360 м.	0,650 м.
Ходъ поршня	0,740	0,750
Абсолютное давленіе пара	6 атмосф.	
Діаметръ маховаго колеса	3,500 м.	3,800
Вѣсъ маховаго колеса	2155 к.	—
Отношеніе радіусовъ зубчатыхъ колесъ	1:3,5	1:5
Діаметръ цилиндра компрессора	0,450	0,450
Ходъ поршней	1,000	1,400
Число оборотовъ въ минуту	13,5	8
Скорость поршня компрессора	0,450	0,373
Абсолютное давленіе воздуха	$5^1/_2$ атм.	5
Объемъ воздуха, доставляемаго въ минуту при этомъ давленіи	1,560 к. м.	1,424
Объемъ доставляемаго воздуха при 3 атмосф.	—	2,375
Объемъ доставляемаго воздуха при $4^1/_2$ атмосф.	1,908	—
Температура воздуха по выходѣ изъ прибора	18—20° C.	—
Стоимость прибора въ франкахъ	15000 безъ движит.	27360 съ движит.
Система перфораторовъ	Дюбуа.	Дюбуа.
Число дѣйствующихъ одновременно перфораторовъ	4	4

Ко 2-й системѣ компрессоровъ принадлежитъ, между прочимъ, приборъ установленный въ Blanzy. Два горизонтальныхъ цилиндра собственно компрессора расположены по одной оси соотвѣтственно съ двумя паровыми ци-

линдрами; слѣдовательно, машина прямаго дѣйствія безъ зубчатыхъ приводовъ. Охлажденіе производится вбрызгиваніемъ воды въ цилиндръ черезъ особую трубку. Въ пространствѣ между двойными стѣнками цилиндра также циркулируетъ холодная вода.

Вотъ нѣкоторые размѣры этой машины:

Діаметръ паровыхъ цилиндровъ	0,650.
Ходъ поршней	1,000.
Діаметръ цилиндровъ компрессора	0,552.
Ходъ поршней	1,600.
Число оборотовъ въ минуту	25.
Скорость поршней	1,333.
Абсолютное давленіе воздуха	4 атмосф.
Объемъ доставляемаго воздуха	9,572 куб. м.
Температура сжатаго воздуха	45—55° С.

Въ машинѣ Колладона температура воздуха не превосходитъ и 15°, не смотря на высокое давленіе до 8 атмосф. Компрессоры системы Колладона Sautter et Lemonnier въ Парижѣ строятъ нѣсколькихъ номеровъ; ниже приводимъ нѣкоторыя числовыя данныя:

	A.	B.
	m.	m.
Діаметръ цилиндра компрессора	0,270	0,380
Ходъ поршня	0,540	0,760
Скорость поршня:		
Maximum	2,25	2,25
Minimum	0,750	0,750
Средняя	1,50	1,50
Средняя сила машины	25 п. л.	50 п. л.
Объемъ воздуха доставляемаго въ 1 м. при давленіи въ 6 kil. при средней скорости	0,600 км.	1,200 км.
Цѣна компрессору въ франк.:		
Безъ движителя	7200	13500
Съ движителемъ	22500	37800

Кромѣ типовъ *A* и *B* имѣется еще два, которые соотвѣтственно составлены изъ 2 *B* или 3 *B*.

Компрессоръ системы Дюбуа-Франсуа. Этотъ приборъ строитъ заводъ Кокерилля. Фиг. 47, табл. 13 и фиг. 48, табл. 14. Фиг. 47 представляетъ боковой видъ и планъ, а фиг. 48 разрѣзъ воздушнаго цилиндра.

	№ 1.	№ 2.
Діаметръ воздушнаго цилиндра	0,350 м.	0,450 м.
Діаметръ паровaго цилиндра	0,350 „	0,500 „
Ходъ поршней	0,750 „	1,200 „
Число оборотовъ	35 „	30 „

При двойной машинѣ (2 цилиндра воздушныхъ и 2 паровыхъ) количество доставляемаго воздуха въ часъ (при 5 атмосф.) 40 — 200 куб. ф.

Охлажденіе воздуха производится вбрызгиваніемъ воды въ цилиндръ. Вредныя пространства доведены до минимума.

Примѣчаніе. Размѣры компрессоровъ. Опредѣливъ расходъ сжатаго воздуха по числу дѣйствующихъ перфораторовъ, опредѣляютъ объемъ цилиндровъ компрессоровъ и, положивъ, что скорость поршня для 1-й системы компрессоровъ не должна превосходить 0,75 м. (2,46 ф.), а для 2-й — 1,50 м. (4,92 ф.), опредѣляютъ діаметръ цилиндровъ. Подробно объ опредѣленіи размѣровъ см. „воздуходувныя машины“, Томъ I.

[66.] **Выборъ системы компрессоровъ.** Не смотря на то, что на рудникахъ почти исключительно встрѣчаемъ компрессоры 1-й системы, тѣмъ не менѣе слѣдуетъ отдать преимущество компрессорамъ 2-й системы, особенно типа Колладона и Дюбуа, которые и начинаютъ уже появляться на рудникахъ. Они выгодны, какъ въ механическомъ, такъ и въ экономическомъ отношеніи. Сравнительная цѣнность этихъ приборовъ ниже, нежели 1-й системы. Такъ напр. стоимость компрессора M. M. Sautter et Lemonnier (безъ движителя) на 10 куб. футовъ всасываемаго воздуха равна 35 руб., а компрессора Кокерилля 100 руб.

Приборы прямаго дѣйствія вообще менѣе раціональны, нежели приборы съ передачей движенія отъ паровой машины зубчатыми колесами.

[67.] **Резервуары для сжатаго воздуха.** Сжатый воздухъ по выходѣ изъ компрессоровъ собирается въ *резервуарахъ*. Эти резервуары играютъ роль *регуляторовъ и аккумуляторовъ*. Кромѣ этого въ нихъ скопляется вода, уносимая сжатымъ воздуховъ изъ компрессора. По временамъ вода выпускается изъ резервуара особыми кранами. Объемъ резервуара можетъ быть тѣмъ меньше, чѣмъ совершеннѣе компрессоръ, чѣмъ больше число компрессоровъ, чѣмъ большее развитіе имѣютъ вообще воздухопроводы, чѣмъ болѣе регулярно работаютъ перфораторы, врубовыя машины и пр. Вслѣдствіе этихъ многоразличныхъ причинъ, объемъ резервуара измѣняется въ широкихъ предѣлахъ отъ 20 — 80 куб. м. (700 — 2,800 куб. ф.). Въ нормальномъ случаѣ можно положить, что *объемъ резервуара долженъ равняться отъ 10 — 15 разъ взятому объему расходуемаго сжатаго воздуха въ минуту*, напр. перфораторами и только 4 — 5 разъ, если сжатый воздухъ приводитъ въ движеніе напр. откаточныя машины.

Резервуаръ представляетъ одинъ или нѣсколько цилиндровъ изъ котельнаго желѣза [1]), діаметромъ отъ 1 м. — 1,70 м., ($3^1/_4$ — $10^1/_2$ ф.) съ толщиною стѣнокъ, опредѣленной по формулѣ для паровыхъ котловъ. Ре-

[1]) Иногда примѣняютъ здѣсь старые котлы.

зервуаръ долженъ быть склепанъ съ особою тщательностію и хорошо расчеканенъ. Внутри резервуаръ вымазываютъ смолой для предохраненія отъ ржавчины. Резервуаръ долженъ имѣть: лазею, предохранительный клапанъ, манометръ, водопоказательную трубку и кранъ для спуска воды. Резервуары помѣщаютъ иногда прямо на открытомъ мѣстѣ, на подставкахъ изъ дерева, камня или чугуна (фиг. 46 bis, табл. 12).

[68.] **Воздухопроводы.** Теоретически выгоднѣе дѣлать большіе діаметры воздухопроводовъ, нежели малые [1]). На практикѣ же большіе діаметры трубъ влекутъ значительные расходы. Обыкновенно на рудникахъ придаютъ слѣдующіе діаметры воздухопроводнымъ трубамъ:

150 — 250 mm. (6 — 10″) для главныхъ воздухопроводовъ, преимущественно на поверхности.

120 mm. ($4^3/_4$″) для трубы, идущей по шахтѣ.

100 mm. (4″) для трубы, идущей отъ шахты къ забоямъ. Если эта труба раздваивается, то діаметръ каждой вѣтви дѣлается въ 80 мм. ($3^1/_4$″), дальнѣйшія вѣтви имѣютъ діаметръ 56 mm. ($2^1/_4$″). Всѣ эти трубы обыкновенно тянутыя желѣзныя, ибо ихъ можно гнуть; напр. желѣзная трубка діаметромъ 100 mm. (4″) въ холодномъ состояніи можетъ быть изогнута по дугѣ, радіусъ которой—6 м. (20′).

25 mm. — 50 mm. (1—2″) для каучуковыхъ трубъ, примыкающихъ непосредственно къ перфоратору.

Соединеніе трубъ чугунныхъ производится при помощи полей и каучуковыхъ прокладокъ. На фиг. 49, табл. 14, представлено лучшее соединеніе. Толщина каучуковаго кольца 10 — 15 mm. ($^3/_8$ — $^5/_8$″), ширина 30 — 40 mm. ($1^3/_{16}$″ — $1^5/_{16}$″). Число болтовъ: 4 для малыхъ діаметровъ, 6 для діаметровъ отъ 80 — 150 mm. ($3^1/_4$″ — 6″), 8 для діаметровъ 150 — 250 mm. (6″ — 10″).

Соединеніе желѣзныхъ трубокъ представлено на фиг. 50. Поля *a* приготовляются изъ кубоваго желѣза; *b* кольцо красной мѣди, припаивается къ трубѣ и полямъ. Толщина гуттаперчевыхъ прокладокъ 10 — 15 mm. ($^3/_8$ — $^5/_8$″).

Соединеніе каучуковыхъ трубъ съ металлическими и между собою производится такимъ образомъ, что конецъ металлической трубы нарѣзывается въ видѣ винта, на него натягиваютъ конецъ каучуковой трубы и обматываютъ латунной проволокой. Каучуковыя трубы соединяются между собою при помощи металлическихъ муфтъ, вставляемыхъ въ концы соединяемыхъ трубъ и затѣмъ соединеніе обвертывается проволокой.

---

[1]) Скорость движенія воздуха въ трубахъ принимается въ предѣлахъ отъ 5 до 13 футъ.

Укладка трубъ въ выработкахъ. Въ шахтахъ трубы располагаются на основныхъ перекладахъ, какъ показано на фиг. 51, табл. 14. Колѣно *a* изъ красной мѣди предохраняетъ отъ разстройства соединенія, при нѣкоторомъ измѣненіи длины и положенія трубъ. Того же можно достигнуть устройствомъ на подобіе сальниковъ. Такія колѣна ставятъ черезъ 30 — 100 м. (14 — 47 саж.).

Въ горизонтальныхъ выработкахъ лучше подвѣшивать трубы къ потолку (фиг. 52), или прикрѣплять вверху къ стѣнкѣ (фиг. 53); при такомъ расположеніи онѣ не стѣсняютъ движенія и облегчается наблюденіе за ними. Иногда располагаютъ трубы на роликахъ (фиг. 54).

Имѣя въ виду, что въ рудникѣ приходится проводить воздухъ на большія разстоянія, надо приготовлять трубы особенно тщательно, также какъ и соединенія. Передъ употребленіемъ въ дѣло ихъ подвергаютъ пробѣ гидравлическимъ прессомъ двойнымъ давленіемъ. Затѣмъ подъ водой подвергаютъ ихъ давленію воздуха въ 6—10 атмос. Внутри чугунныя трубы должны быть тщательно очищены отъ приставшей формовой земли и пр., затѣмъ два раза покрываютъ смолой или краской.

[69.] Стоимость полнаго устройства для механическаго буренія шпуровъ.

1) Стоимость компрессоровъ.

Система компрессоровъ.	Цѣна въ рублях.	Абсолютн. давлен. въ атмосфер.	Доставленіе воздуха въ 1 минуту.
			куб. фут. или куб. метр.
1) Компрессоръ Кокериля (фиг. 46) безъ движителя.	3750	5½	52,97 ф. 1,500 м.
2) Того же завода типъ фиг. 45, съ движителемъ...	6840	5	50,15 1,424 м.
3) Того же завода, прямаго дѣйствія фиг. 48.....	6250	6	71,83 2,035 м.
4) Компрессоръ Сиверса (Гумбольдъ) безъ движителя.....	3163		
5) Компрессоръ системы Колладона, постройки Sautter:			
Типъ В безъ движителя.....	3375	6	42,38
Типъ В съ движителемъ.....	9450	6	1.200
Типъ А безъ движителя.....	1860	6	21,79
Типъ А съ движителемъ.....	5625	6	0,6000 м.
6) Компрессоръ Дюбуа двойной № 1.....	4000	5	23,30 0,66
7) » » двойной № 2.....	7000	5	117,55 3,33
8) » » ординарный № 1.....	2735	5	»
9) » Шмидта для двухъ перфораторовъ Шрама	1200 р. безъ движителя 2100 р. съ движителемъ.		

Кромѣ расходовъ на перевозку, за коммисію и пр. къ стоимости компрессора слѣдуетъ прибавить еще нижеслѣдующіе расходы:

Стоимость движителя (если компрессоръ безъ движителя)	1000—5000 руб.
Стоимость фундамента	500— 750 „
Паропроводы, водопроводы	125— 375 „
Установъ всего прибора	500—1000 „
Паровые котлы	1250—3750 „
Зданіе для машины	500—2000 „

2) **Стоимость резервуара** для сжатаго воздуха измѣняется довольно широко, однако можно положить на 10 куб. ф. резервуара стоимость отъ 10 до 20 руб.; резервуары малыхъ объемовъ стоятъ обыкновенно относительно дороже резервуаровъ большихъ объемовъ. Къ стоимости резервуара надо еще прибавить на установъ клапановъ, манометровъ и проч. 50—75 руб. для резервуаровъ въ 350 куб. ф., 75—150 р. для резервуара въ 700 куб. ф., 150—400 р. для резервуара въ 1400 куб. ф., 500 р. для резервуара въ 1750 куб. ф.

3) **Стоимость воздухопроводовъ.** Круглымъ числомъ можно принять, что чугунныя воздухопроводныя трубы въ 1 погон. с. длины, считая болты и прокладки, стоятъ:

При діаметрѣ	8″ (200 mm.)	11 руб.		
„ „	$6\frac{1}{2}$″ (160 „)	9 „	50 к.	
„ „	$5\frac{1}{8}$″ (130 „)	8 „		
„ „	4″ (100 „)	5 „	25 „	
„ „	$3\frac{7}{8}$″ (80 „)	4 „	25 „	
„ „	2″ (50 „)	3 „	25 „	

Установъ въ выработкахъ воздухопроводовъ, принимая въ соображеніе стоимость желѣзныхъ дугъ для подвѣшиванія, обойдется отъ 50 к.—2 р. 50 к. за 1 погон. саж.

Желѣзныя трубки стоятъ, вмѣстѣ съ полями и болтами, за 1 погон. саж.

При діаметрѣ въ	$6\frac{3}{8}$″ (160 mm.)	20 руб.		
„ „ „	$5\frac{1}{8}$″ (130 „)	16 „		
„ „ „	4″ (100 „)	10 „		
„ „ „	$3\frac{1}{8}$″ (80 „)	5 „		
„ „ „	$2\frac{3}{4}$″ (70 „)	4 „		
„ „ „	2″ (50 „)	2 „		
„ „ „	1″ (25 „)	1 „	60 к.	

Установъ желѣзныхъ трубъ въ шахтѣ обходится столько же, какъ и чугунныхъ, т. е. до 2 руб. 50 коп. за 1 погон. саж.

Примѣры. Воздухопроводъ въ 140 саж., изъ которыхъ половина идетъ

по шахтѣ, стоилъ на рудникѣ въ Vieille-Montagne, за 1 погон. саж. 18 руб.; по шахтѣ чугунныя трубы діаметромъ $4^3/_4''$ (120 mm.), а остальныя трубы желѣзныя, діаметромъ $3''$.

При длинѣ воздухопровода въ 470 саж., всѣ трубы чугунныя, $^1/_4$ ихъ часть съ діаметромъ $6^1/_4''$ (157 mm.), а остальныя имѣютъ діаметръ $3^1/_8''$ (79 mm.); стоитъ за 1 пог. саж. 7 р. 50 к.

Воздухопроводъ въ 328 саж., изъ которыхъ $^1/_3$ часть чугунныя трубы въ $3^1/_8''$ (79 mm.) діам., а остальныя желѣзныя $2^1/_8''$ и $1''$ (53—26 mm.) діам., обошелся 4 руб. за 1 погон. саж.

Воздухопроводъ въ 937 саж., всѣ трубы желѣзныя $3''$ (75 mm.) діам., обошелся 3 р. 25 к. за 1 погон саж.

4) **Общая стоимость** всего устройства для приготовленія сжатаго воздуха въ количествѣ отъ 70—140 куб. ф. при давленіи 5 атмосф. и для доставленія его на разстояніи 500 саж. (въ рудникѣ будемъ располагать силою около 20 п. лошад. или 4 перфораторами Дюбуа), надо затратить круглымъ числомъ около 20—25 тысяч. руб., а именно:

Котлы, трубы и зданіе для котловъ до		6250 руб.
Зданіе для компрессора и ремонтировочной мастерской	1000—	3000 „
Фундаментъ для компрессора		500 „
Движитель		3750 „
Компрессоръ собственно		4000 „
Резервуаръ 1150 куб. ф.		1250 „
Резервуаръ для воды		250 „
Воздухопроводъ		5000 „
	Отъ 22000—	24000 руб.

5) **Стоимость единицы объема сжатаго воздуха.** Въ Ronchamp въ продолженіи мѣсяца компрессоръ доставилъ около 1.433,000 куб. ф. воздуха при давленіи $5^1/_8$ абсолют. атмосф., расходъ полный равенъ 252 руб.; онъ составился изъ слѣдующихъ частныхъ расходовъ:

Кочегаръ	20 руб.
Употреблено каменнаго угля на сумму . . .	125 „
Смазка и проч. мелкіе расходы	32 „
Погашеніе капитала	75 „
	252 руб.

или 10 куб. ф. обошлись въ 0,17 коп.

Вообще погашеніе капитала падаетъ 0,002 к. на 10 куб. ф. воздуха, а собственно расходы:

0,005 коп. при давленіи въ 5 атм.
0,004 „ „ „ „ 4 „

Если перевести разсчетъ на 1 пар. лош. въ часъ, силу которой сжатый воздухъ передастъ въ рудникъ, то получимъ, что погашеніе капитала падаетъ на 1 п. л. въ часъ отъ 1,25—3 коп., а расходы на содержаніе, уголь и пр. отъ 3,57—5 коп.

6) **Стоимость перфораторовъ.** Рама для 4-хъ перфораторовъ Дюбуа — Франсуа стоитъ 1000 руб., 5 перфораторовъ (одинъ изъ нихъ запасный) стоятъ 2000 руб.

Перфораторъ Шрама безъ рамы стоитъ 250 р. Рама на колесахъ стоитъ 180 руб. Резервуаръ для воды—120 руб. [1]).

7) **Полная стоимость всего устройства для одного забоя**, для работы 4 перфораторами Дюбуа-Франсуа съ воздухопроводомъ на 200 сажень, равняется, приблизительно, около 25—30 тысячъ рублей. Здѣсь принята въ разсчетъ стоимость котловъ, ихъ установокъ и пр.; а также стоимость спеціальнаго зданія для компрессора легкой постройки. На самомъ дѣлѣ часто случается, что паръ для компрессора берутъ изъ котловъ, установленныхъ для другихъ рудничныхъ машинъ; особаго зданія для компрессора не строятъ; все это можетъ значительно удешевить устройство. Для примѣра приводимъ рудникъ Ronchamp, гдѣ все устройство (для 4 перфораторовъ) обошлось 17000 руб., въ другихъ случаяхъ еще меньше.

Два перфоратора системы Шрама съ рамой, съ воздухопроводами на 50 саж., компрессоръ и пр. принадлежности можно получить изъ Вѣны отъ Малера за 7000 гульденовъ съ доставкой до Петербурга.

[70.] Полный расходъ на 1 п. с. квершлага съ поперечнымъ сѣченіемъ около 50 кв. ф.

Компрессоръ	машинисту и кочегару	1 руб.	75 к.
	каменный уголь	5 „	50 „
	содержаніе	6 „	—
Содержаніе перфораторовъ		6 „	50 „
Содержаніе буровъ		2 „	50 „
Рабочимъ при перфораторахъ (бурильщики)		21 „	—
Рабочимъ за паленіе шпуровъ и уборку породъ		6 „	75 „
Динамитъ, затравки и пр.		17 „	—
	Итого	68 руб.	

По другимъ даннымъ, основаннымъ на практикѣ французскихъ рудниковъ, при проходкѣ квершлаговъ съ поперечнымъ сѣченіемъ около 45 кв. ф. въ каменноугольной почвѣ, на половину по песчаникамъ, на половину по сланцамъ, круглыми числами, расходы представляются слѣдующими:

[1]) Всѣ эти цѣны, безъ доставки, на мѣстѣ.

		На 1 саж. погон.	Въ процентахъ.
Плата рабочимъ		25	29,1%
Компрессоръ	Плата рабочимъ	5	5,8
	Матеріалы	6	6,9
Содержаніе перфораторовъ (4 прибора)	Плата рабочимъ	9	10,5
	Матеріалы	10	11,6
Содержаніе буровъ		5	5,8
Порохъ и проч. принадлежности		25	29,1
Освѣщеніе		1	1
		86 р.	—

Примѣчаніе. Многочисленные опыты механическаго буренія даютъ право сдѣлать такой выводъ:

1) Работа перфораторами тѣмъ выгоднѣе, чѣмъ крѣпче породы.

2) Въ болѣе твердыхъ породахъ (преимущественно песчаники) скорость прохода ходовъ въ 3 — $3^1/_2$ раза больше скорости при ручной работѣ, а расходы болѣе въ $1^1/_2$ раза.

3) Въ болѣе мягкихъ породахъ (преимущественно сланцы) скорость провода ходовъ въ $2^3/_4$ раза болѣе, нежели при ручной работѣ, а расходы болѣе въ $2^1/_4$ раза.

B. Врубовыя машины.

[71.] При очистной добычѣ образованіе врубовъ обходится вообще дорого. Отъ вруба требуется, чтобы онъ былъ глубокъ и узокъ; такъ какъ онъ обыкновенно располагается у почвы, то образованіе его при этихъ условіяхъ затруднительно. Въ 1862 году впервые была примѣнена машина для образованія вруба. Въ настоящее время системъ этихъ машинъ очень много; большая часть изъ нихъ дѣйствуетъ сжатымъ воздухомъ. Лучшими считаются машины Винстенлея и Глидля.

На фиг. 55, табл. 15, представлена машина Винстенлея. На низкой металлической рамѣ *a* утверждены два качающихся цилиндра *bb*, приводящіе въ движеніе валъ *o*. На валъ *o* насажена шестерня *r* (фиг. 56), сцѣпляющаяся съ зубчатымъ колесомъ *R* съ 21 зубомъ. Въ концы зубьевъ колеса *R* вставляются особые рѣзцы *k*, которыми, при вращеніи зубчатаго колеса, образуется врубъ. Поступательное движеніе всей машины производится при помощи цѣпи и ручнаго ворота. Колесо *R* поддерживается планкой *B* съ зубчатымъ секторомъ *n*. При помощи винта *v* можно повернуть всю планку съ колесомъ *R* около оси *o*, такъ что колесо *R* взойдетъ подъ раму;

при началѣ работы такое именно положеніе и придается колесу *R*. Длина рамы—6,9 фут., ширина—2,6 фут., діаметръ колесъ—6″. Подушки осей такъ устроены, что рама можетъ быть поставлена надъ рельсами на высотѣ отъ 6″ до 8″, слѣдовательно и врубъ можетъ быть образованъ выше или ниже. Полная высота машины надъ рельсами—22″. Рѣзцы дѣлаютъ трехъ различныхъ формъ: зубъ № 1 (фиг. 57) узкій и острый, за нимъ идетъ вилкообразный рѣзецъ № 2 (фиг. 58), при чемъ промежутокъ между рѣзцами равенъ толщинѣ рѣзца № 1; наконецъ, рѣзецъ № 3 (фиг. 58) также вилкообразный, ширина его—$^3/_8$″. Діаметръ зубчатаго колеса *R* такой, что врубъ можетъ получить глубину до 35″ и высоту около $3^1/_8$″. Вѣсъ всей машины отъ 108—120 пуд. Діаметръ цилиндровъ—9″, ходъ поршней—6″, число оборотовъ вала $o = 80 - 90$, число оборотовъ колеса съ рѣзцами—около 20, при давленіи сжатаго воздуха въ $2^1/_2$ атмосферы [1]). Расходъ воздуха въ 1 м. при 90 оборотахъ—около 72 куб. фут. Цѣна машинки во Франціи 1250 р. Работа, развиваемая цилиндрами машинки,—отъ 6 до 7 нар. лош.

При машинкѣ надо задолжить 4 рабочихъ: машинистъ, рабочій для отгребанія отъ машины мелкаго угля, рабочій на воротѣ и одинъ рабочій для постановки крѣпи, для забивки клиньевъ во врубъ, позади машинки.

Среднимъ числомъ можно считать, что въ 1 минуту машина сдѣлаетъ врубъ длиною 8″, здѣсь уже приняты въ разсчетъ случайныя остановки и пр.

Опыты во Франціи показали, что при образованіи вруба машиной Винстенлея стоимость добычи 1 тон. каменнаго угля обходится по платѣ рабочимъ около 20 коп., не считая пороха. При ручной же работѣ—$37^1/_3$ коп., слѣдовательно, экономія $17^1/_2$ коп. При машинкѣ на 1 человѣка въ смѣну приходится 5,54 тон., а при ручной только 2,63 тон. Здѣсь въ разсчетъ поденщинъ входятъ рабочіе при машинкѣ и рабочіе, занимающіеся выработкой угля, послѣ образованія вруба.

Въ разсчетъ не введены расходы на сжатый воздухъ, смазку и пр., которые покрываются увеличеніемъ цѣны каменнаго угля, ибо при машинкѣ получается болѣе крупныхъ сортовъ. Эти числовыя данныя относятся до работы машинки у забоя, ширина котораго 33—66 футовъ. Понятно, что чѣмъ шире забой, тѣмъ работа выгоднѣе.

При ручной работѣ получается слѣдующее количество угля [2]) по сортамъ.

50% мелочи
35% средняго сорта
15% крупнаго.

---

[1]) Компрессоръ на поверхности долженъ давать сжатый воздухъ въ 3 атмосф.
[2]) Уголь крѣпкій, однородный.

При работѣ машиной:
35% мелочи
40% средняго сорта
25% крупнаго.

Итакъ, машинная работа увеличиваетъ процентъ крупнаго сорта, а потому и среднюю цѣнность угля на 20%.

Врубовая машина Винстенлея пригодна только для пластовъ *плотнаго каменнаго угля съ прочной кровлей*, такъ, чтобы при образованіи вруба длиною по крайней мѣрѣ въ 4 фута, уголь бы не осѣдалъ, иначе онъ прижметъ рѣзцовое колесо машины, а при преждевременномъ обрушеніи очень затруднительно будетъ высвободить колесо изъ подъ обвала. При условіяхъ, которыя неудовлетворяютъ выше приведеннымъ требованіямъ, раціональнѣе будетъ примѣнить слѣдующій типъ врубовыхъ машинъ.

[72.] **Машинка Глидля**, усовершенствованная Бердомъ; на фиг. 59, табл. 15 изображена только часть машинки, которая вырабатываетъ врубъ. У машины Глидля одинъ постоянный цилиндръ и подвиганіе машины автоматическое. Рѣжущій механизмъ представляетъ цѣпь *a* съ рѣзцами *b*. Скорость образованія вруба почти такая же, какъ и при машинѣ Винстенлея; глубина и высота вруба почти тѣ же. Такъ какъ ширина рѣжущаго механизма здѣсь только 16″, то неудобства отъ давленія угля на меньшую площадь менѣе значительны, нежели при машинѣ Винстенлея. Длина основной рамы 6 ф., ширина $2\frac{1}{2}$ ф. Діаметръ цилиндра $8\frac{1}{2}$ дюймовъ, ходъ поршня—12 дюймовъ. Цѣпь имѣетъ 9 рѣзцовъ въ $2\frac{3}{4}$ дюйма ширины. Машина строится двухъ типовъ: въ одномъ высота надъ почвой 28″, въ другомъ только 20″. Стоимость машины во Франціи 1500 руб. Воздухопроводы для машины Глидля должны имѣть діаметръ $3\frac{3}{4}$ — 4″, если они не болѣе 3000 фут. длины.

[73] Симпсонъ въ своемъ докладѣ въ обществѣ инженеровъ въ Глазговѣ дѣлаетъ, между прочимъ, слѣдующіе выводы о врубовыхъ машинахъ.

1) Машина въ 1 минуту можетъ сдѣлать врубъ, площадь котораго (въ горизонтальной плоскости) равна 5 кв. фут.; въ это же самое время рабочій дѣлаетъ врубъ, площадь котораго только $\frac{1}{12}$ кв. ф.

2) Каждая машина замѣняетъ по крайней мѣрѣ 20 человѣкъ рабочихъ, а требуетъ только 5 человѣкъ.

3) Машинная работа всегда обходится дешевле ручной.

4) Меньшій процентъ мелочи, а слѣдовательно цѣнность средняя увеличивается.

5) Въ силу гуманныхъ причинъ, слѣдуетъ иногда позаботиться о замѣнѣ ручной работы машинною, такъ какъ въ нѣкоторыхъ рудникахъ рабочему приходится работать при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, то лежа на боку, то на спинѣ и проч.

C. Углеотбойныя машинки.

[74.] Подъ именемъ углеотбойныхъ приборовъ (Kohlen Brechapparat) слѣдуетъ разумѣть орудія, которыя замѣняютъ порохъ въ каменноугольныхъ рудникахъ съ рудничнымъ газомъ. Уже было раньше упомянуто, что съ этою цѣлью въ Бельгіи примѣняютъ съ успѣхомъ иглу-клинъ или адскую иглу, вгоняемую въ шпуръ перфораторомъ, который тутъ работаетъ, какъ молотъ. Кромѣ иглы-клина, очень много извѣстно системъ углеотбойныхъ приборовъ; но они почти всѣ въ сущности представляютъ клинъ, который вгонятся въ шпуръ между двумя пластинками гидравлическимъ прессомъ. Въ послѣднее время на нѣкоторыхъ рудникахъ Франціи (напр. Blanzy) былъ испытанъ гидравлическій клинъ Леве (le coin hydraulique système Levet).

На фиг. 26, табл. 6, представленъ приборъ Леве. *b* — давящій насосъ, *u* — поршень пресса, резервуаръ *d* соединенъ съ цилиндромъ *a*. Поршенекъ *c* приводится въ движеніе рычагомъ *cp*, а этотъ получаетъ качательное движеніе отъ тяги *n*. При работѣ поршень *u* идетъ по направленію къ *a* и тянетъ за собою стержень *i*, который оканчивается клиномъ *k*; этотъ клинъ раздвигаетъ пластинки *zz* и, такимъ образомъ, производитъ давленіе на стѣнки шпура.

Приборы Леве строятся трехъ номеровъ; наиболѣе удобнымъ оказывается № 2, сила котораго 30 тоннъ, діаметръ цилиндра 70 m. m. ($2^3/_4''$) ходъ поршня 250 mm. ($10''$). Приборъ приготовляется изъ фосфористой бронзы.

Цѣна прибору на мѣстѣ [1]) около 140 руб. Діаметръ шпура около $3''$, глубина его $24''$. Неудобство этого прибора, какъ и другихъ подобнаго рода, — заключается въ необходимости выбуриванія шпура большаго діаметра и правильной цилиндрической формы. Получается крупнаго сорта каменнаго угля больше, нежели при порохѣ. На 1 шпуръ получается иногда отъ 500 — 600 пуд. и почти пѣтъ мелочи.

[75.] **Прибавленіе.**

Вѣсъ горныхъ инструментовъ, потребное количество матеріаловъ и времени для приготовленія и ремонта ихъ. Нижеслѣдующія таблицы представляютъ сводъ числовыхъ данныхъ, относительно горныхъ инструментовъ для нашихъ и иностранныхъ рудниковъ. Нѣкоторыя изъ этихъ данныхъ вошли въ текстъ.

---

[1]) Fournier, mecanicien à Génelard (Saone-et-Loire).

ТАБЛИЦА А.

(Рудники Рурскаго округа.)

№	Названіе инструментовъ.	Вѣсъ матеріаловъ, идущихъ на приготовленіе инструм.			Число инструментовъ, которое можно приготовить въ кузнеч. смѣну.	Стоимость ремонта.		
		Желѣза.	Стали	Полный вѣсъ.		Наварка.	Перековка.	Отвастриваніе.
						коп.	коп.	коп.
1	Кайла съ широк. лезвеемъ.	3 3,6	0,4 0,4	3,4 4	8	2,8	1,8	0,4
2	Кайла для добычи	3 3,7	0,3 0,3	3,3 4	8	2,8	1,8	0,4
3	Кайла для образованія врубовъ	2	0,2	2,2	11	1,4	1,4	0,2
4	Кирка	2 2,7	0,2 0,2	2,2 2,9	17—18	1,8	0,4	0,4
5	Молотокъ	2,5 5	0,85 0,85	2,9	6—7	7,4	3,3	—
6	Балда	3 3	2,2 2,3	5,2 7,3	4—5	1,4	3,8	—
7	Ломовъ съ лезвеемъ	»	»	»	4—5	—	—	—
8	Ломовъ простыхъ, больш.	35	»	»	8	»	»	»
9	Клиньевъ большихъ	9 11,3	—	—	8	—	0,9	0,3
10	Клиньевъ малыхъ	3,4 5,6	»	»	10	»	0,6	0,3
11	Буръ	3,7 8	0,3 0,3	4 8,3	10—11	2,9	0,6	0,6
12	Штревель	1,2	—	—	—	—	—	—
13	Забойникъ	3,4	—	—	11	—	—	—
14	Чищалка	1,2	—	—	14	—	—	—

Стоимость приготовленія инструментовъ, по 9 коп. за фунтъ съ наваркой, а безъ наварки 8 коп. На нѣкоторыхъ рудникахъ (Силезія) платятъ кузнецу за инструменты отъ вѣса добываемаго угля.

ТАБЛИЦА B.

(Бельгійскіе рудники.)

№	Названіе инструментовъ.	Предѣлы, между которыми колеблется вѣсъ 1 штуки.	Приготовленіе инструментовъ. Число.	Вѣсъ готовыхъ.	Потребно матеріяловъ и времени. Желѣза.	Стали.	Угля.	Поденщ. кузнецъ съ молотобойц.
		фунт.		фунт.	фунт.	фунт.	фун.	
1	Кайла	2,7—8,5	12	44,8	55	1,8	112	1
			12	36,6	44	1,8	112	1
2	Врубовой молотокъ	3,7—5	»	»	»	»	»	»
3	Ривелень	5,8—8	8	59	64	1,3	122	1
4	Клинъ	2,5—5	18	66	67	6,5	65	1
5	Буръ (около $1^1/_8$″)	7,3—12,2	20	220	220	13	122	1
			20	170	170	10	122	1
6	Чищалка	—	10		7,3		21	$5^1/_2$ час.
7	Забойникъ	8	10		66		49	$4^1/_2$ час.
						мѣди		
8	Штревель	1,3	10		13	6	37	$6^1/_2$ час.
9	Лопата Большая	7,3	—	—	—	—	—	—
	Лопата Средняя	5						
	Лопата Малая	2,5						
10	Балда	12,5	—	—	—	—	—	—

Для перековки лезвей 100 штукъ кайлъ потребно: кузнечной поденщины $4^1/_2$ час. и угля 25 фунт. Для наварки 18 буровъ потребно: кузнечныхъ поденщинъ $4^1/_4$ час., стали 5 фунт. и угля 67 фунт.

ТАБЛИЦА C.

(Уральскіе рудники.)

№	Названіе инструментовъ.	Размѣръ инструментовъ.	Ремонтъ. Литой стали.		За наварку 1 штуки.	За отваживаніе 1 штуки.
			фунт.	фунт.	коп.	коп.
1	Буръ лезвее	5 фунт.	0,25	—	2,5	1
	Буръ тупой конецъ		—	0,1	1,5	
2	Молотокъ	5—7 фунт.	—	1	6	—
3	Балда	—	—	2	12	
4	Кайла	—	—	0,1	0,2	0,4
5	Рудничный топоръ	—	—	0,5	6—8	—
6	Клинья, клинъ	6—8 вершк.	—	0,1	2	0,4
7	Кирка, вѣсъ	2—5 фунт.	—	—	2	0,4

ГЛАВА III.

Горныя выработки, проводъ ихъ и крѣпленіе.

(Табл. 16—28.)

[76.] Пустое пространство, остающееся по вынутіи изъ мѣсторожденія какого либо ископаемаго, носитъ названіе *горной выработки*. Горныя выработки могутъ быть *поверхностныя* и *подземныя*. Соединеніе подземныхъ горныхъ выработокъ въ систему, направленную къ добычѣ наивыгоднѣйшимъ образомъ полезнаго ископаемаго, называютъ *рудникомъ*. *Копь*— представляетъ совокупность поверхностныхъ выработокъ. Слово *копь* пріурочиваютъ также и къ каменноугольнымъ рудникамъ.

Выработки по своему назначенію могутъ быть: *развѣдочными*, *вспомогательными* и *очистными*.

Развѣдочныя выработки имѣютъ цѣлью детальную развѣдку открытаго мѣсторожденія.

Вспомогательныя выработки подготовляютъ детально развѣданное мѣсторожденіе къ добычѣ и способствуютъ самой добычѣ [1]).

Очистныя выработки образуются вслѣдствіе вынутія полезнаго ископаемаго на очистку, совершенно. Объ этихъ послѣднихъ выработкахъ будемъ говорить въ отдѣльной главѣ, а теперь займемся развѣдочными и вспомогательными выработками, ихъ образованіемъ и крѣпленіемъ.

Различаютъ два типа выработокъ: *штольнообразныя* и *шахтообразныя*. Къ первымъ принадлежатъ: штольны, штреки, квершлаги, орты и проч. Ко вторымъ: шахты, гезенки, луфтлохи, шурфы и проч.

А. Штольнообразныя выработки.

[77.] **Штольна** представляетъ выработку, проведенную по горизонтальному или близко къ этому направленію и имѣющая выходъ на дневную поверхность; при этомъ длина штольны, относительно другихъ размѣровъ, значительна.

---

[1]) Бюра вводитъ детальную развѣдку мѣсторожденія въ разрядъ подготовительныхъ работъ (travaux preparatoires).

Штольны могутъ проводиться для различныхъ назначеній, которыя видны изъ названій, получаемыхъ штольнами: *разведочныя, водоотливныя, рудооткаточныя, воздушныя* и *путевыя*. Рѣдко случается, чтобы штольна исполняла только одно какое либо назначеніе; обыкновенно нѣсколько вмѣстѣ и тогда она называется *капитальной*.

При проводѣ штольнъ, должны быть соблюдены слѣдующія условія:

a) Устье штольны должно быть заложено въ отклонѣ горы и открыто со всѣхъ сторонъ.

b) Устье штольны должно быть заложено выше горизонта весеннихъ водъ.

c) Устье развѣдочныхъ штольнъ закладывается на выходѣ мѣсторожденія.

d) Вообще устье штольны выгоднѣе закладывать въ твердыхъ породахъ.

e) Мѣсто для начала штольны должно быть выбрано такъ, чтобы штольна кратчайшимъ путемъ достигала опредѣленнаго пункта внутри рудника и пересѣкала его на возможно большей глубинѣ, чтобы открыть возможно большее поле для разработки.

f) Направленіе штольни вообще должно быть по возможности прямое.

g) При проводѣ штольны значительной длины, слѣдуетъ прибѣгать къ луфтлохамъ и вести штольну встрѣчными забоями. Луфтлохи закладываютъ нѣсколько въ сторонѣ отъ линіи направленія штольны и въ такихъ пунктахъ, въ который луфтлохъ получилъ бы наименьшую глубину.

j) При проектированіи штольны, надо имѣть въ виду, чтобы расходы на проводъ штольны были бы въ соотвѣтствіи съ богатствомъ рудника, благонадежностью мѣсторожденія и производительностью рудника.

n) При проведеніи штольны по мѣсторожденію, надо брать въ разсчетъ крѣпость жилы и породъ лежачаго и висячаго бока. Штольну можно заложить по самой жилѣ или въ одной изъ боковыхъ породъ. Здѣсь надо принять въ соображеніе съ одной стороны крѣпость породъ и стоимость работы въ нихъ; съ другой стороны—стоимость крѣпленія, если штольна будетъ заложена въ слабой породѣ. При полого-падающихъ жилахъ съ крѣпкой жильной породой и слабыми окружающими или обратно,—штольна можетъ частію проходить по жилѣ, частію въ висячемъ боку.

[78.] Размѣры поперечнаго сѣченія штольнъ и друг. штольнообразныхъ выработокъ. Смотря по назначенію, штольны получаютъ различные размѣры. Такъ, при малыхъ штольнахъ: высота 5—7 ф., ширина $3\frac{1}{2}$—4 ф. и при крѣпкихъ породахъ ихъ не крѣпятъ. Если штольны служатъ для откатки, то, смотря по числу путей и способу откатки штольны получаютъ слѣдующіе размѣры:

a) Если откатка въ одинъ путь людьми, то ширина штольны—5 фут., высота—6 фут.

b) При тѣхъ же условіяхъ, но откатка лошадьми, ширина — отъ 5 — 6 фут., высота отъ 6 — $6\frac{3}{4}$ фут.

c) Если откатка въ два пути, людьми, то ширина — 7 — 7½ ф., высота — 6⅔ ф.

d) При тѣхъ же условіяхъ, но откатка лошадьми, ширина — 7½ ф. высота — 7½ ф.

Надо замѣтить здѣсь, что ширина штольнообразныхъ выработокъ зависитъ отъ размѣровъ вагоновъ, которые будутъ ходить по штольнѣ; а слѣдовательно, показанные выше размѣры, могутъ нѣсколько измѣниться; они даны для вагоновъ средней вмѣстимости, т. е. около 30 пудъ каменнаго угля. Форма поперечнаго сѣченія трапецоидальная при деревянномъ крѣпленіи и сводообразная при каменномъ крѣпленіи. Высота здѣсь показана до рудооткаточнаго помоста.

Уклонъ штольны, если она назначена для откатки, можетъ быть заданъ, принявъ въ соображеніе данныя, приведенныя въ главѣ объ откаткѣ и вообще отъ 0,005 — 0,008; но обыкновенно штольны служатъ одновременно и для водоотлива. Для водоотлива достаточенъ уклонъ отъ 0,003 — 0,005. На самомъ дѣлѣ, на практикѣ мы находимъ уклоны: отъ $^1/_{1000}$ до $^3/_{1000}$ (Саксонія), $^1/_{6000}$ (Хемницъ), $^1/_{6000}$ (Саарбрюкенъ). Водоотливная штольна Ernest-August имѣетъ уклонъ 0,0015, поперечное сѣченіе 0,82 × 1,2 саж. Слѣдуетъ замѣтить, что чѣмъ штольна имѣетъ меньшій уклонъ, тѣмъ на большей глубинѣ она пересѣчетъ мѣсторожденіе; съ другой стороны при маломъ уклонѣ скорость теченія воды незначительна; вслѣдствіе этого является просачиваніе воды въ нижніе горизонты и засореніе русла. При маломъ уклонѣ слѣдуетъ дѣлать *освѣтительные зумфы*, глубиною до 3½ ф. Глубина русла для отвода рудничныхъ водъ отъ 20—40″, также какъ и ширина.

Назначенное направленіе штольны провѣряется отвѣсами: два отвѣса въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга подвѣшиваются къ потолку штольны, у ея устья, по данному направленію; дальнѣйшее направленіе штольны провѣряется по этимъ отвѣсамъ [1]). Уклонъ штольны провѣряется ватерпасами. Отъ времени до времени слѣдуетъ провѣрять работы маркшейдерскими инструментами.

[79.] **Штреки.** Штольнообразная выработка, проведенная по мѣсторожденію и неимѣющая выхода на дневную поверхность, называется *штрекомъ*. По своему назначенію штреки служатъ, какъ развѣдочныя выработки, какъ подготовительныя и вспомогательныя — для отвода рудничныхъ водъ, откатки, вентиляціи и проч. По положенію относительно мѣсторожденія, штреки раздѣляются на: 1) *этажные*, при крутопадающихъ мѣсторожденіяхъ, 2) *основные*, при пологопадающихъ мѣсторожденіяхъ, 3) *возстающіе* и 4) *діагональные* штреки. Этажные и основные штреки

[1]) Вѣрнѣе будетъ, если подвѣсить 2 ряда отвѣсовъ по бокамъ штольны.

проводятся по направленію простиранія мѣсторожденія; возстающіе — по направленію линіи паденія пласта; діагональные — по направленію среднему между паденіемъ и простираніемъ.

Кромѣ этихъ, главныхъ типовъ штрековъ, еще различаютъ слѣдующіе виды:

1) **Полевой штрекъ**, если онъ идетъ отъ иберзихбрехена, проведеннаго отъ штольны; обыкновенно онъ служитъ для развѣдки.

2) **Флюгельортъ**, — это штрекъ, проведенный по мѣсторожденію отъ штольны, которая, въ свою очередь, проведена въ крестъ линіи простиранія мѣсторожденія.

3) **Ортъ**—штрекъ, идущій по мѣсторожденію въ крестъ его линіи простиранія; случай, имѣющій мѣсто при мощныхъ мѣсторожденіяхъ.

Штреки проводятся по мѣсторожденію различнымъ образомъ, смотря по мощности и паденію пласта, а также сообразно назначенію штрека:

a) Если пластъ средней или малой мощности пологопадающій, и штрекъ долженъ служить для откатки, то его проводятъ какъ на фиг. 1, табл. 16.

При тѣхъ же условіяхъ, но если штрекъ назначается для вентиляціи, тогда, какъ на фиг. 2.

При тѣхъ же условіяхъ, но если кромѣ провѣтриванія штрекъ долженъ служить для доставки пустой породы для закладки тогда, какъ на фиг. 3.

b) Если пластъ средній или малой мощности, кровля пласта слабѣе почвы, возстающій штрекъ служитъ для откатки, то его проводятъ, какъ на фиг. 4.

Если почва слабѣе кровли, всѣ остальныя условія прежнія, то какъ на фиг. 5.

c) Если пластъ крутопадающій, то соотвѣтственно двумъ случаямъ (b) и здѣсь штрекъ проводится, какъ на фиг. 6, 7 и 7 *a*.

d) Если пластъ съ довольно крутымъ паденіемъ, то при проведеніи откаточныхъ штрековъ неизбѣжно приходится вести его частію и по породѣ лежачаго бока, какой бы она крѣпости не была; но при очень крѣпкой кровлѣ, ее можно оставить, какъ на фиг. 8.

Размѣры поперечнаго сѣченія штрековъ и ихъ уклонъ опредѣляются подобно тому, какъ и *для* штоленъ.

На Бельгійскихъ каменноугольныхъ рудникахъ, придавая размѣры откаточнымъ штрекамъ при одной парѣ рельсовъ, разсчитываютъ для прохода рабочихъ съ одной стороны вагона промежутокъ въ 2,6 фут., а съ другой только необходимый зазоръ между вагономъ и стѣнкой штрека въ 0,8 фут. Если ширина вагона—2 фут., то полная ширина штрека будетъ: 0,8+2+2,6=5,4 фут. Если два рельсовыхъ пути предполагается положить въ штрекѣ, то прохода для рабочихъ оставлять нѣтъ надобности, разсчитываютъ только на зазоръ между вагонами въ 0,8 фут. и между вагонами

и стѣнками штрека по 0,8 фут. Если ширина вагона 2 фут., то при такихъ условіяхъ ширина штрека будетъ равняться: 0,8 + 2 + 0,8 + 2 + 0,8 = 6,4 фут.

[80.] **Квершлаги.** Штольнообразная выработка, не имѣющая непосреднаго выхода на дневную поверхность, проведенная по пустымъ породамъ, въ крестъ линіи простиранія мѣсторожденія, — называется *квершлагомъ*. Квершлагъ соединяетъ шахту со штреками основными или этажными. Размѣры квершлаговъ по возможности должны быть ограничены, такъ какъ проводъ ихъ обходится дороже штрековъ, ибо они проходятъ по болѣе крѣпкимъ породамъ.

Въ Бельгіи откаточнымъ квершлагамъ даютъ слѣдующіе размѣры: при одномъ откаточномъпути: ширина—отъ 4,9 ф. до 5,9 ф., высота—отъ 5,9 до 6,9 ф.; при откаткѣ въ два пути, смотря по размѣрамъ вагоновъ, ширина—не болѣе 7,5, уклонъ $^1/_4$". Если квершлагъ служитъ только для провѣтриванія и путемъ для рабочихъ, то ширина его не болѣе 5 ф., а высота 6 фут.

[81.] **Проводъ штольнообразныхъ выработокъ.** Штольнообразныя выработки проводятся при помощи кайловой, клиновой и очень часто порохострѣльной работы. Скорость подвиганія забоя зависитъ не только отъ крѣпости породъ, но также и отъ общей организаціи работы. Напр. въ глинистыхъ сланцахъ средней крѣпости, успѣваютъ иногда подвигать забой на 16—20 фут. въ недѣлю и даже до 23, 25 и 26 фут.; въ песчаникахъ же слабыхъ—только на половину приведенныхъ цифръ, а въ крѣпкихъ—на треть и даже на четверть. Работу отдаютъ на отрядъ отъ погонной сажени или поденно. Работа идетъ въ двѣ смѣны; если требуется быстрота провода, то въ три смѣны и даже четыре. При двухъ смѣнахъ работа обходится дешевле, нежели при трехъ смѣнахъ. Напр. при квершлагѣ съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 34,86□ ф., проходящемъ по сланцу, при работѣ въ 3 смѣны, по 2 человѣка, мѣсячное подвиганіе забоя равно 15 с.; а при двухъ смѣнахъ, по 2 человѣка,—только 12 с. Въ началѣ провода штольны Ernest-August работали въ 3 смѣны по три человѣка; при такой организаціи въ 6 рабочихъ дней при помощи 126 шпуровъ подвигали забой на 7,87 фут. Позже поставили четыре смѣны по три человѣка, работали по воскресеньямъ и въ недѣлю (7 рабочихъ дней) подвигались на 13,12 фут. при помощи 252 шпуровъ; порода — діоритъ.

При проводѣ штольнообразныхъ выработокъ напр., квершлаговъ, забой можетъ быть сплошнымъ или съ уступомъ, какъ на фиг. 9, что ускоряетъ работу. Верхній забой *a b* вырабатывается шпурами въ порядкѣ номеровъ на чертежѣ; нижній забой или уступъ (stross, rebanché) работается шпурами, направленіе которыхъ по линіи *cc* или *dc*. При работѣ динамитомъ чаще работаютъ сплошнымъ забоемъ. Числовыя данныя относительно порохострѣльной работы и работы динамитомъ были приведены уже выше, гдѣ даны

были также разсчеты числа поденщинъ, количества потребнаго пороха и динамита для провода штольнообразныхъ выработокъ по породамъ различной крѣпости. Зная цѣну пороха и рабочимъ, легко опредѣлить стоимость погонной сажени выработки. Въ дополненіе къ тѣмъ даннымъ приводимъ здѣсь еще нѣсколько примѣровъ.

[82.] **Примѣры.** 1) Квершлагъ, высота поперечнаго сѣченія котораго равна 5,9 фут., ширина 6,6 фут. (около 39 кв. ф.), — проходится артелью рабочихъ изъ 6 человѣкъ, работающихъ въ 3 смѣны. Работа отрядная, отъ сажени; матеріалы за счетъ артели, также и доставка породъ до шахты. Слѣдующая таблица даетъ число сажень, пройденныхъ квершлагомъ по различнымъ породамъ и плату за погонную сажень.

Пройденныя породы	Число пройденныхъ саженъ.	Плата за погонную сажень.	Сумма.
По сланцу.....	5,39	11 р. 50 к.	61 р. 98 к.
По песчанику.....	1,64	15 » 75 »	25 » 83 »
»	6,10	16 »	97 » 60 »
»	0,94	21 » 25 »	19 » 97 »
»	4,88	18 » 50 »	89 » 28 »
По песчанику очень твердому.....	0,56	37 »	20 » 72 »
»	12,95	34 »	440 » 30 »
»	13,35	18 » 50 »	246 » 97 »
Итого.....	45,81	—	1002 р. 65 к.

На откатку артель израсходовала 156 руб., ей осталось 846 руб., 65 коп., всѣхъ поденщинъ 1248; слѣдовательно, на каждаго рабочаго причитается около 68 коп. на его матеріалахъ, что, смотря по мѣстнымъ условіямъ, можетъ считаться низкой платой.

2) Въ Бельгіи, въ округѣ Шарлеруа, при проводѣ квершлаговъ съ поперечнымъ сѣченіемъ 34,86□ фут., если желаютъ быстро вести работу, то работаютъ въ 3 смѣны по 2 человѣка; при такой организаціи мѣсячное подвиганіе забоя въ сланцѣ равно 9,77 саж., а въ песчаникѣ только 6,5 саж.

За 1 пог. саж. платятъ отъ 11 до 15 руб. при сланцахъ и въ полтора раза больше при песчаникахъ. Порохъ за счетъ рабочихъ; его расходуется

на 1 пог саж. около 11 фунт. въ сланцѣ и вдвое болѣе при песчаникахъ.

3) Въ Рурскомъ бассейнѣ, при проходкѣ квершлаговъ работаютъ въ 3 или въ 2 смѣны по два человѣка. Квершлаги ведутся съ русломъ для провода рудничныхъ водъ. Русло покрываютъ помостомъ или сводомъ.

Слѣдующая таблица даетъ цѣны за погонную сажень для квершлаговъ съ поперечнымъ сѣченіемъ различныхъ размѣровъ.

Размѣры поперечнаго сѣченія.		Плата за погонную сажень.	
Высота.	Ширина.	Въ сланцахъ.	Въ песчаникахъ.
Фут.	Фут.	руб.	руб.
5,21	6,17	15,3	19,1
5,20	3,44	8,5	11,5
6,17	7,71	14,3	17,2
6,17	6,17	15,3	19,1
6,17	6,87	16,2	22,9
5,20	3,44	8,5	11,5
6	6	11,5	15,3

Посаженная плата, показанная въ приведенной таблицѣ, давала возможность заработать человѣку около 50 коп. въ день, слѣдовательно, легко опредѣлить число поденщинъ на 1 пог. сажень.

4) Въ красномъ песчаникѣ въ Мансфельдѣ ведутъ штольну шириною 3,87 фут. и высотою 6,95 фут. съ платой за погон. сажень около 36 руб.; въ эту цѣну входитъ откатка породы на протяженіи около 70 сажень. Партія въ 9 человѣкъ раздѣлена на 3 смѣны. На 1 погн. саж. расходуется около 53 фунт. пороху, задолжается 25 поденщинъ. Плата въ 36 руб. очень низкая, ибо на рабочаго приходится по 25 коп. въ день.

5) Квершлагъ идетъ по тальковому сланцу, трудно добываемому; размѣры квершлага: высота 6,56 фут. и ширина 4,26 ф. На 1 пог. саж. задолжалось (безъ откатки) около 15 поденщинъ, расходъ пороха на 1 п. с. около 7 фунт., масла около 3 фунт.

При этой работѣ отношеніе между расходами и полною стоимостью можно выразить въ процентахъ:

Задѣльная плата..... 71,4%
Порохъ и патроны..... 16
Масло..... 5,3
Ремонтъ инструментовъ..... 7

6) Во Фрейбергѣ, при проходѣ штольны по гнейсу очень твердому, рабочій въ 6 ч. смѣну успѣваетъ сдѣлать два шпура глубиною до 1,3 фут. Размѣръ выработки $3{,}28 \times 6{,}56$ фут. На 1 куб. саж. добытой породы причитается около 40 поденщинъ.

Процентное соотношеніе рабочей платы и матеріаловъ къ общей стоимости за кубическую единицу добытой породы:

Плата рабочимъ	65,5%
Порохъ	19,6
Ремонтъ инструментовъ	10
За *падержанные инструменты*	4,9

7) При проводѣ штольны съ размѣрами $4{,}92 \times 6{,}56$ фут. по мягкому и вывѣтренному гнейсу, при помощи кайловой работы, на 1 п. саж. задолжалось 17 поденщинъ и 3 поденщины на откатку. Процентное отношеніе стоимости работы и матеріаловъ къ полному расходу слѣдующее:

Рабочая плата за добычу	64,3%
Плата за откатку	16
Освѣщеніе	8,8
Ремонтъ инструментовъ	10,7

8) Въ послѣднее время, для прохода квершлаговъ, штоленъ и т. п. повсѣмѣстно въ ходу перфораторы. Такъ на одномъ рудникѣ во Франціи провели квершлагъ съ поперечнымъ сѣченіемъ $7{,}9 \times 6{,}6$ фут., длина 346 с., изъ которыхъ 216 с. *по сланцу, а остальное по песчанику*. Перфораторъ системы Дюбуа. Буры для песчаника съ крестообразнымъ лезвеемъ, а для сланца въ видѣ буквы *z*. Въ забоѣ выбуривали 24 шпура. Для центральнаго шпура динамитъ № 1, для прочихъ — № 2, или прессованный порохъ. Глубина шпуровъ 4—5,9 ф. Время на выбуриваніе шпуровъ относилось къ времени на паленіе и на выемку породы, какъ 1 : 1,33. Работали въ 3 смѣны по 8 часовъ. Среднимъ числомъ въ 2 недѣли проходили 10,77 саж. Расходы на 1 п. саж. квершлага:

Плата рабочимъ	горнымъ рабочимъ	20,20	руб.	25,66 руб.
	рабочимъ при перфораторахъ	2,93	„	
	кузнецу	2,53	„	
Матеріалъ	динамитъ	7,47	руб.	17,80 руб.
	порохъ прессованный	7,33	„	
	затравки	3	„	
Перфораторъ	смазка	3	руб.	7,12 руб.
	ремонтъ	2,79	„	
	буры	1,33	„	

Компрессоръ	машинисту и кочегару.....	2,19 руб.	8,85 руб.
	смазка и пр.....	0,10 „	
	уголь.....	6,56 „	
		Итого....	59,43 руб.

За 1 куб. саж. приходится также около 59 р., почти столько же, какъ и при ручной работѣ.

9) По положенію, установленному въ Мѣднорудянскѣ горнымъ инженеромъ Майеромъ, плата за 1 куб. саж. выпутой породы или за 1 пог. саж. пройденнаго штрека съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 1 кв. с. измѣняется смотря по породамъ:

Въ діоритѣ плотномъ.....	42 р.
„ „ мягкомъ.....	32 „
„ „ болѣе мягкомъ.....	25 „
Въ породахъ очень твердыхъ (кварцеватыхъ).....	85 „
„ „ кварцеватыхъ (слабѣе).....	41 „
Въ магнитномъ желѣзнякѣ.....	97 „
„ „ „ съ пустымъ бокомъ.....	50 „
Въ буромъ желѣзнякѣ ноздреватомъ.....	92 „
Въ твердыхъ хлоритовыхъ сланцахъ.....	140 „

Работа ведется динамитомъ № 1, въ 2 смѣны по 2 человѣка.

Крѣпленіе штольнообразныхъ выработокъ.

[83.] При проводѣ штольнообразныхъ выработокъ, какъ впрочемъ и другихъ, наблюдается явленіе давленія породъ, чаще съ потолка, но часто и съ другихъ сторонъ. Послѣдствіемъ этого давленія являются обвалы. Устройства, предохраняющія отъ обваловъ горныя выработки вообще и въ частности штольнообразныя, называются *рудничнымъ крѣпленіемъ*. Предохранить отъ обвала штольнообразную выработку можно различнымъ образомъ: а) придавая ей опредѣленную форму поперечнаго сѣченія, т. е. сводообразную или сомкнутой кривой, круга или эллипсиса. Этотъ родъ крѣпленія возможенъ только при крѣпкихъ породахъ. b) закрѣпивъ деревомъ, камнемъ или металломъ.

[84.] **Деревянное крѣпленіе.** Для деревяннаго крѣпленія примѣняется у насъ дубъ, лиственница и сосна; въ крайнемъ случаѣ—ель и пихта. Береза и осина непригодны для рудничнаго крѣпленія. Лучшимъ лѣсомъ для крѣпленія надо считать дубъ; сосна болѣе пригодна для сухихъ выработокъ, а лиственница для сырыхъ.

При среднихъ условіяхъ сосновая крѣпь служитъ 20 лѣтъ, а дубовая

до 40 лѣтъ. Впрочемъ эти сроки крайне измѣнчивы. Напр. въ буроугольныхъ выработкахъ, въ сухихъ мѣстахъ, сосновая крѣпь служитъ 3 года, дубъ отъ 5—6 лѣтъ; въ мокрыхъ выработкахъ сроки увеличиваются. Въ Мѣднорудянскѣ крѣпь изъ лиственницы служитъ отъ 10 до 12 лѣтъ. На продолжительность службы деревянной крѣпи вліяетъ не только качество лѣса, но также качество рудничнаго воздуха, влажность, температура, качество рудничныхъ водъ. Условія, благопріятствующія продолжительности службы деревянной крѣпи, суть:

1) Лѣсъ долженъ быть срубленъ позднею осенью или ранней весной. Лѣсъ съ горъ прочнѣе, нежели съ низкихъ мѣстъ.

2) Лѣсъ долженъ быть надлежащимъ образомъ просушенъ и очищенъ отъ коры и заболони. Очистка должна производиться немедленно послѣ рубки. Опыты (на рудникѣ Ver Urbans близъ Бохума) показали, что хорошая очистка значительно увеличиваетъ продолжительность службы дерева.

3) Рудничный воздухъ долженъ быть, по возможности, чистъ. Вліяніе рудничнаго воздуха на крѣпь наблюдали на рудникахъ въ Бельгіи инженеры Cornet, Stöscer и Chaudron. Оказывается, что крѣпь, поставленная въ штрекѣ, по которому направлялась струя чистаго воздуха въ выработки, прослужила отъ 15—18 мѣсяцевъ; одновременно была поставлена крѣпь въ ходѣ, по которому шелъ испорченный рудничный воздухъ, и она прослужила только отъ 11—15 мѣсяцевъ. Крѣпь, поставленная въ рудничномъ дворѣ, слѣдовательно, болѣе или менѣе въ чистомъ воздухѣ, служила 5—6 лѣтъ; а установленная въ разстояніи 445 саж. отъ шахты, только 10—11 мѣсяцевъ.

Продолжительность службы дерева въ рудникѣ пропорціональна объему воздуха, проходящему по выработкѣ: если въ двухъ, положимъ, штрекахъ проходятъ въ единицу времени объемы воздуха, относящіеся между собою, какъ 17 : 20, то продолжительность службы крѣпи въ первомъ и во второмъ штрекѣ будетъ въ отношеніи, какъ 1 : 1,27. Если по тремъ штрекамъ проходитъ въ секунду количесто воздуха равное 0,572, 0,867 и 1,45 — то крѣпь соотвѣтственно служитъ 14, 15½ и 18 мѣсяцевъ; коль скоро количество воздуха увеличилось на 0,817, 1,350 и 2,168, — то продолжительность службы крѣпи будетъ 14½, 16½ и 20 мѣсяцевъ.

4) Сгнившія части крѣпи немедленно должны замѣняться новыми частями.

[85.] **Средства противъ гніенія крѣпи.** Имѣя въ виду предохранить лѣсъ отъ скорой порчи въ рудникѣ, предлагаютъ прибѣгать къ различнымъ средствамъ: покрывать лѣсъ смолами, известковымъ молокомъ, обугливать или пропитывать дерево различными минеральными веществами, какъ то: желѣзнымъ купоросомъ, мѣднымъ купоросомъ, поваренною солью и т. п. Лучше всего пропитывать мѣднымъ купоросомъ. Пропитываньe солью на нѣкото-

рыхъ Саксонскихъ буроугольныхъ рудникахъ дало хорошіе результаты. Пропитываніе производится въ особыхъ бассейнахъ.

По замѣчанію другихъ, крѣпь, пропитанная солью, дѣлается болѣе хрупкой.

Вообще, пропитываніе лѣса для крѣпей не получило распространенія. Въ Бельгіи, на нѣкоторыхъ рудникахъ, избранъ наиболѣе дешевый способъ предохраненія дерева отъ гніенія. Тамъ погружаютъ на 24 часа части, предназначенныя для крѣпи, въ бассейнъ съ растворомъ желѣзнаго купороса (150 гр. купор. на 1 литръ воды). Хотя желѣзный купоросъ не представляется наиболѣе дѣйствительнымъ средствомъ, но онъ дешевъ. Все устройство обходится не дорого: бассейнъ изъ кирпича съ нѣкоторыми приспособленіями, напр. рельсовый путь, кранъ и пр., стоитъ около 500 руб. Стоимость пропитыванія на 1 пог. саж. лѣса:

Купоросу на	1,8	коп.
Плата рабочимъ	0,027	„
Разные расходы	0,085	„
	1,912	коп.

Замѣчено, что часть стоекъ, находящаяся въ соприкосновеніи съ почвой выработки, скорѣе пропадаетъ, а потому инженеръ Delsaux, по опыту, совѣтуетъ обугливать нижніе концы стоекъ.

Каково бы не было положеніе крѣпи въ рудникѣ, продолжительность ея службы возрастаетъ, смотря по роду дерева, употребленнаго для нее, въ слѣдующемъ порядкѣ: ольха, береза, рябина, пихта, сосна, лиственница, дубъ.

Пропитываніе дерева различными веществами увеличиваетъ продолжительность службы въ пропорціи, показанной въ нижеслѣдующей таблицѣ. За единицу для сравненія принято время службы крѣпи безъ пропитыванія.

Лѣсъ.	Непропитанное.	Пропитанное рудничн. водой.	Покрытое смолой.	Обугленное.	Пропитанное креозотомъ.	Пропитанное мѣд. купор.	Пропитанное желѣзнымъ купоросомъ.	Пропитанное хлористымъ цинкомъ.
Дубъ	1	10,4	14,4	1	3,6	38,4	28,8	14,4
Сосна	1	1	50 8,33	1	40	5,33	2,66	8
Ольха	1	1	2,11	1	40	4	10	40
Береза	1	1	»	»	»	2,66	13,33	50

[86.] **Форма лѣса.** Лѣсу, идущему на крѣпь, придаютъ форму брусьевъ, бревенъ, досокъ, горбылей, накатника и жердей. Дубъ примѣняется часто въ видѣ брусьевъ. Толщина бревенъ, идущихъ на крѣпь, отъ 4—8 в. На Уралѣ употребляютъ для крѣпленія штрековъ *чурки*, длиною 3 арш., діаметр. 5 в. — 6 в. (подхватный лѣсъ) и отъ 7 в. — 8 в. (забойный лѣсъ); цѣна отъ 7—8 коп.

[87.] **Различные виды крѣпей.** Смотря по направленію и силѣ давленія, можно различить слѣдующіе виды крѣпленія штольнообразныхъ выработокъ.

Если давленіе только съ потолка, то крѣпятъ перекладами *a* (фиг. 6 табл. 16). Если порода обваливается съ потолка, то забираютъ переклады досками, горбылями или жердями. Если ширина выработки значительна, то подъ середину перекладовъ ставятъ стойки. Если породы въ стѣнахъ выработки слабы, то вмѣсто гнѣздъ переклады располагаются на продольныхъ бревнахъ или подхватахъ, лежащихъ въ свою очередь на стойкахъ. Иногда и стойки упираются въ продольные брусья или лежни, уложенные на почвѣ выработки.

Фиг. 7 — при давленіи съ потолка и съ одного изъ боковъ. Такая крѣпь носитъ названіе *дверного оклада полувинчатаго*.

Фиг. 5 и 7*a* при давленіи съ трехъ сторонъ—*полный дверной окладъ*.

Фиг. 10 —при давленіи съ 4 сторонъ. Здѣсь стойки дверного оклада упираются въ поперечные лежни *c*.

Оклады ставятся въ извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга, смотря по давленію породъ, отъ 1,5 — 7 фут.; чаще 2 — 3,5 фут. При очень-же сильномъ давленіи оклады устанавливаются безъ промежутковъ, тогда получается *сплошная крѣпь*.

Стойки съ перекладами сращиваются въ *лапу* (фиг. 11 и 12) или въ *паз*ъ (фиг. 13). Если съ потолка давленіе наиболѣе сильное, то соединеніе въ лапу дѣлается, какъ на фиг. 11; если наиболѣе сильное давленіе съ боковъ, то какъ на фиг. 12. При сильномъ давленіи съ потолка и съ боковъ можно сдѣлать соединеніе въ паз, но поставить *расколотъ d* (фиг. 14). Вообще, соединеніе въ паз не особенно прочно, но выгодно въ томъ отношеніи, что сгнившія части крѣпи легко замѣнить новыми.

На прилагаемыхъ примѣрахъ стойки поставлены наклонно подъ угломъ отъ 80° до 85°; но онѣ ставятся и вертикально. При трапецоидальной формѣ дверного оклада относительно уменьшается длина переклада, что выгодно, если проявляется сильное давленіе съ потолка.

Всѣ оклады должны быть равны между собою. Стойки должны входить въ гнѣзда (лунки), образованныя въ почвѣ выработки; толстый конецъ стойки обращаютъ къ потолку.

[88.] **Забивная крѣпь.** При проводѣ штольнообразныхъ выработокъ въ породахъ сыпучихъ и плывучихъ, прибѣгаютъ къ *забивной* крѣпи. Допу-

стимъ, что часть крѣпи уже сооружена, т. е. забиты колья изъ досокъ вокругъ дверныхъ окладовъ *bc be* (фиг. 15, 16 и 17). Заостренные концы досокъ *c c* поддерживаются направляющими брусками (фиг. 15), клиньями и дверными окладомъ. Въ промежутокъ между брусками и окладами забиваютъ слѣдующій рядъ кольевъ *c'*, надлежащимъ образомъ направляя ихъ клиньями. Для крѣпленія забоя, поддерживаютъ его досками или щитами *m m*. Если колья *c'* достаточно подвинулись впередъ, то приступаютъ къ выработкѣ забоя, для чего оставляютъ одну щитовую доску, начиная съ потолка и выработываютъ породу на столько, чтобы колья оставались въ породѣ впереди забоя на 6 — 8 вершковъ; забой тогда будетъ имѣть форму уступовъ *n n*. Продолжая такимъ образомъ работу до тѣхъ поръ, пока колья не будутъ забиты на всю свою длину, подъ передній конецъ ставятъ новый дверной окладъ *b'c'*, подобный *bc* и т. д. Иногда между окладами *bc* и *b'c'* еще ставится во время забивки кольевъ, временно, вспомогательный дверной окладъ $b_1 d$, служащій для направленія кольевъ.

Звено крѣпи, ограничиваемое парою дверныхъ окладовъ, носитъ названіе *поля*; оно имѣетъ видъ усѣченной пирамиды, вслѣдствіе этого угловые колья имѣютъ форму трапецоидальную, напр. колъ *i* (фиг. 16). Разстояніе между окладами зависитъ отъ стойкости проходимыхъ породъ, оно измѣняется отъ $^3/_4$ до $1^3/_4$ аршина. Дверные оклады ставятся на почвѣ выработки, а при слабости послѣдней на поперечныхъ лежняхъ, подъ которыя иногда подкладываются доски.

Если въ почвѣ плывучая порода, то и здѣсь забиваются колья такъ, какъ въ потолкѣ и бокахъ.

При буроугольныхъ разработкахъ въ Кіевской губерніи Инженеръ Долинскій велъ штольну забивною крѣпью: высота хода $2^1/_2$ арш., ширина $1^1/_2$ арш., длина поля $1^1/_2$ арш., задолжалось 3 рабочихъ, время на проходку одного поля равнялось отъ 24—48 часовъ.

При очень плывучихъ породахъ забой крѣпятъ инымъ способомъ, при помощи кольевъ, какъ на фиг. 18, табл. 17. Во всю площадь забоя вбиваютъ дубовые колья, длиною до 3 арш., толщиною $1^1/_2$ в. При слишкомъ плывучихъ породахъ длина этихъ кольевъ только 20″, толщина 5″. На толстые концы кольевъ иногда нагоняютъ желѣзныя кольца. Забиваютъ колья до отбоя и затѣмъ одинъ изъ нихъ вытаскиваютъ и дозволяютъ плывучей породѣ выйти въ подставленныя бадьи или тачку. Далѣе опять начинаютъ забивать колья до отбоя и т. д.

Почву выработки можно также закрѣплять подобными кольями, обыкновенно они короче, нежели первые; на колья кладутъ сплошную настилку изъ поперечныхъ лежней, въ которые упираются стойки дверныхъ окладовъ. Инженеръ Долинскій говоритъ, что, при размѣрахъ ходовъ $2^1/_2 \times 1^1/_2$ арш., 4 хорошими рабочими въ 12 ч. смѣну забой подвигался на 1

вершокъ, при забивной крѣпи; слѣдовательно, работа идетъ крайне медленно. Для досщатыхъ кольевъ выбираютъ хорошій не сучковатый лѣсъ, доски должны имѣть ширину отъ 6 — 12″.

Въ Фрейбергѣ въ плывучихъ породахъ примѣняли забивную крѣпь, нѣсколько измѣненную (фиг. 19): здѣсь досщатые колья примѣнялись только для потолка и боковъ, забой и почва выработки крѣпятся круглыми кольями.

[89.] **Каменное крѣпленіе.** При проводѣ штольнообразныхъ выработокъ когда проявляется такое сильное давленіе породъ, что деревянная крѣпь не выдерживаетъ, или если деревянная крѣпь требуетъ частой и дорого стоющей переборки, или выработка предназначается на долгій срокъ, тогда прибѣгаютъ къ камню. Въ послѣднее время каменное крѣпленіе начали чаще примѣнять въ горныхъ выработкахъ. Стоимость каменнаго крѣпленія, напр. штрековъ и т. п., въ три, четыре раза дороже деревяннаго; но каменное крѣпленіе не требуетъ ремонта. Расходы на ремонтъ деревянной крѣпи приводятъ къ тому, что черезъ относительно не продолжительный промежутокъ времени стоимость деревянной крѣпи сравнивается со стоимостью каменной.

При выборѣ матеріала для крѣпленія, надо принять въ разсчетъ: a) стоимость дерева и камня, b) продолжительность службы деревянной крѣпи и c) главнымъ образомъ срокъ, въ продолженіи котораго должна служить выработка, предназначенная къ крѣпленію.

Крѣпленіе камнемъ, или кладка крѣпи, можетъ быть *сухая* и *мокрая*, т. е. на какомъ либо цементѣ. Матеріалы для каменнаго крѣпленія: кирпичъ, естественный камень, известь обыкновенная и гидравлическій цементъ.

Естественный камень долженъ быть: достаточно крѣпкій, не способный къ вывѣтриванію, отъ сырости не пучащійся и добываемый въ кускахъ болѣе или менѣе параллелопипедальной формы. Примѣняютъ для крѣпленія: твердые песчаники, гранитъ, гнейсъ, нѣкоторые виды известняковъ, базальтъ, слюдяные сланцы и проч.

Кирпичъ долженъ обладать правильною формою, имѣть острые края, постоянные размѣры, долженъ быть хорошо обожженъ; лучше нѣсколько пережженный кирпичъ, нежели недожегъ. Кирпичъ до извѣстной степени долженъ быть пористъ, такъ чтобы поглощалъ воды до $^1/_{15}$ своего вѣса. Глина, которую употребляютъ для кирпича, не должна содержать въ себѣ известковыхъ частей; это замѣчаніе особенно важно для кирпича, идущаго въ рудникъ.

Обыкновенный цементъ представляетъ смѣсь гашеной извести и песка, прибавляемаго въ количествѣ $^2/_3$ — 3 разъ взятаго объема извести. Известь лучше тощая.

Изъ гидравлическихъ цементовъ употребляются: *трассовый цементъ*—

4 части трассу, 2 части гашеной извести и 1 часть толченаго кирпича. *Романскій цементъ* приготовляется на фабрикахъ, при употребленіи въ дѣло къ нему прибавляютъ ½ до 2 объемовъ песку. *Портландскій цементъ* — при работѣ примѣниваютъ до 2 частей песку. Трассовый цементъ затвердѣваетъ въ 1—2 мѣсяца, романскій въ 15 — 20 минутъ, портландскій нѣсколько медленнѣе романскаго.

Въ Саксоніи, въ Бельгіи и друг. мѣстахъ, на рудникахъ, какъ гидравлическій цементъ, употребляютъ смѣсь изъ 1 части гашеной извести и 2 частей хорошо просѣянной, свѣжей угольной золы; иногда золу замѣняютъ кирпичною мукою.

Рекомендуютъ слѣдующіе еще составы для гидравлическихъ цементовъ:

1) Гашеной извести . . . . . 6 частей.
Трассу . . . . . 5 „

Этотъ цементъ обладаетъ гидравлическими свойствами въ высшей степени.

2) Гашенной извести 6
Трассу 4
Песку 1

Свойства гидравлическія въ меньшей степени. Далѣе уменьшая пропорціи трасса получаемъ цементъ съ болѣе слабыми гидравлическими свойствами, напр.

3) Извести 3
Трассу 1
Песку 1

Или также съ еще болѣе слабыми гидравлическими свойствами:

4) Гидравлической извести 4
Песку 4
Трассу 1
5) Извести 5
Песку 5
Портландскаго цементу 1

Во всякомъ случаѣ, передъ употребленіемъ въ дѣло, цементъ долженъ быть испытанъ на нѣсколькихъ кирпичахъ, которые опускаютъ въ воду. Въ Бельгіи примѣняютъ для испытанія цемента *иглу* съ опредѣленнымъ грузомъ на толстомъ концѣ и со срѣзаннымъ острымъ концомъ (діаметръ иглы 0,0012, вѣсъ груза 300 граммовъ). Если игла не проникаетъ въ цементъ, находящійся подъ водой, то слѣдовательно онъ затвердѣлъ, обладаетъ гидравлическими свойствами. Степень, въ которой обладаетъ цементъ гидравлическими свойствами, опредѣляется временемъ, истекшимъ отъ на-

чала опыта до того момента, когда игла не станетъ проникать въ составъ, опущенный въ воду.

[90.] **Кладка крѣпи** вообще должна быть тщательна, швы по возможности тонки и имѣть направленіе перпендикулярное къ направленію давленія породъ. Въ кладкѣ *не слѣдуетъ оставлять пустотъ, старыхъ крѣпей* и пр. точно такъ же, какъ между кладкой и боками выработки; промежутки должны быть тщательно заполнены пустой породой.

Толщина стѣнъ и сводовъ при каменномъ крѣпленіи не можетъ быть вычислена, такъ какъ опредѣлить точно давленіе породъ невозможно. Принявъ въ соображеніе относительную прочность дерева, кирпича и естественныхъ камней и положивъ, что толщина деревянной крѣпи равна 1, то толщина кирпичной стѣнки (которая можетъ замѣнить стойки) будетъ 2, а изъ естественнаго камня $1^1/_2$. Если для примѣра положимъ, что стойки толщиною въ 4 вершка удовлетворительно поддерживали выработку, то стѣнка изъ кирпича, могущая замѣнить эти стойки, должна имѣть толщину не менѣе 8 в., а изъ естественнаго камня — не менѣе 6 в. Перекладъ длиною около 1 с., толщиною до 6 в. можетъ быть замѣненъ кирпичнымъ сводомъ толщиною въ 1 кирпичъ съ подъемомъ $^1/_4$. На практикѣ, при крѣпленіи выработокъ обыкновенныхъ размѣровъ, можно пользоваться такимъ правиломъ: *толщина крѣпи изъ кирпича должна равняться* $1^2/_3$ — *2 взятой толщины деревянной крѣпи, пригодной въ данномъ случаѣ; а крѣпь изъ естественнаго камня* — $1^1/_2$ — $1^3/_4$ *раза*. Въ Саксоніи руководствуются слѣдующею практическою формулою для опредѣленія толщины свода: $c = 0{,}32\sqrt{a}$, и при очень сильномъ давленіи $c = 0{,}35\sqrt{a}$. Здѣсь c = толщина свода въ метрахъ, a = ширина свода въ метрахъ. Если c и a въ футахъ, то $c = 0{,}18\sqrt{a}$ и $c = 0{,}20\sqrt{a}$. При этомъ высота свода отъ $1^1/_2$ — 2″ и при сильномъ давленіи $2^1/_2$″ на 1 футъ ширины.

[91.] Штреки, оставляемые въ закладкѣ выработаннаго пространства, можно крѣпить стѣнками, выложенными изъ пустой породы, для чего выбираются куски болѣе правильной формы и кладутся на сухо. Толщина этихъ стѣнокъ отъ $3^1/_4$ фута и болѣе. Если кровля слаба, то кладутъ переклады, покоящіеся на лежняхъ, положенныхъ на стѣнки (фиг. 20, табл. 17). Для большей прочности стѣнокъ прокладываютъ въ нихъ иногда старую крѣпь. При болѣе значительномъ давленіи съ боковъ, стѣнкѣ можно придать сводообразную форму, фиг. 21. При этомъ стѣнка входитъ въ почву и кровлю на глубину, примѣрно, около 4″. Вообще при крѣпленіи штрековъ камнемъ можетъ быть очень много случаевъ, смотря по направленію давленія породъ; укажемъ здѣсь на главнѣйшіе:

Фиг. 22, табл. 17, если давленіе проявляется только съ потолка, боковыя породы крѣпки. Высота свода дѣлается отъ $^1/_8$ до $^1/_4$ ширины.

Фиг. 23 представляетъ обыкновенный случай крѣпленія штрека камнемъ, напр. въ каменноугольныхъ выработкахъ. Стѣны сложены изъ естественнаго камня, а сводъ изъ кирпича. Основаніе стѣнъ входитъ въ почву на 4 — 8″, толщина стѣнъ бываетъ отъ 24″— 39″, толщина свода рѣдко болѣе двухъ кирпичей.

Фиг. 24, — если давленіе съ двухъ сторонъ.

Фиг. 26, — при давленіи съ трехъ сторонъ.

Фиг. 27, — при давленіи съ четырехъ сторонъ.

Начертаніе эллиптическаго или, вѣрнѣе, яйцевиднаго крѣпленія штрековъ производится слѣдующимъ образомъ (фиг. 28). Данными служатъ: ширина штрека $a\ b$ на горизонтѣ откатки, наибольшая ширина штрека $c\ e$ на опредѣленной высотѣ (смотря по размѣрамъ вагоновъ), высота dd' отъ ключа свода до полотна рельсоваго пути. *Построеніе:* проводятъ линію ca, возставляютъ изъ средины ея перпендикуляръ, тогда точка пересѣченія o будетъ центромъ кривизны дуги ac. Изъ точки m радіусомъ md описываютъ дугу df и берутъ $dg = dm = mg$. Уголъ $dmg = 60°$, а уголъ $gmf = 30°$. Проводятъ ch параллельно gf и ho' параллельно mg, получаютъ точки o' и o'', около которыхъ описываютъ дуги ch и dh. Если и русло штрека также должно быть крѣплено обращеннымъ сводомъ, то кривую этого свода можно описать изъ центра o''' радіусомъ $o'''\ a$, тогда получимъ сводъ bia; или дѣлаютъ сводъ болѣе низкимъ, задавшись его стрѣлкой, напр. $d'd''$ и тогда проводятъ дугу черезъ три точки $bd''a$. Въ послѣднемъ случаѣ въ углахъ b и a кладутъ штучный камень x (фиг. 29), обдѣланный по шаблону. Толщина свода въ верхней части можетъ быть нѣсколько меньше, нежели на бокахъ. При совершенно эллиптическихъ сводахъ относительные размѣры осей эллипсиса должны быть въ зависимости отъ степени давленія породъ: чѣмъ значительнѣе давленіе съ потолка, тѣмъ короткая ось должна быть меньше. Если давленіе наблюдается главнѣйше съ боковъ, то малая ось должна быть длиннѣе и во всякомъ случаѣ не менѣе половины длины большой оси.

Основаніемъ для стѣнъ каменной крѣпи, при болѣе или менѣе слабой почвѣ, могутъ служить широкія плиты; иногда же возводятъ опрокинутый сводъ (фиг. 25). Своды кладутся по кружаламъ деревяннымъ, иногда же дуги для шаблоновъ приготовляются изъ желѣза. На фиг. 26, 30 и 31, табл. 17, представлены кружала и нѣкоторыя вообще приспособленія при крѣпленіи. На фиг. 30 кружало установлено на лежняхъ aa, покоящихся на стойкахъ bb, такъ что во время кладки движеніе по штреку не прерывается.

При проводѣ штрековъ въ сыпучихъ и плывучихъ породахъ, забивная деревянная крѣпь, по истеченіи нѣкотораго времени, можетъ быть замѣнена каменной, которую приходится возводить въ данномъ случаѣ по направле-

нію отъ забоя. Возведеніе каменной крѣпи слѣдомъ за забивной также можетъ имѣть мѣсто. При этомъ примѣняютъ колья желѣзные, также, какъ и оклады (фиг. 32, табл. 18). По мѣрѣ забивки кольевъ, оклады переносятся ближе къ забою, а за ними слѣдуетъ каменная крѣпь на гидравлическомъ цементѣ. Высота дугъ — 7′, ширина — 9′. Поперечные лежни *cc* покрыты желѣзными полосами, шириною $3^1/_2''$, толщиною $^1/_2''$; по концамъ полосъ сдѣланы отверстія, въ которыя входятъ концы дугъ. Дуга представляетъ соединеніе двухъ полосъ угловаго желѣза $3^1/_2 \times 1''$; *f* — желѣзный стержень, связывающій дуги. Разстояніе между дугами 1,7′. Длина желѣзныхъ кольевъ 7,2′, ширина 4″, толщина около $^1/_2''$.

[92.] **Крѣпленіе желѣзомъ.** Въ настоящее время не рѣдко встрѣчаемъ желѣзную крѣпь въ ходахъ. Для крѣпи примѣняютъ сорта желѣза ⊤, ⌊, |, и весьма раціонально примѣнять старые рельсы. Для предохраненія отъ ржавчины желѣзо можно покрывать напр. каменноугольной смолой. Соединеніе стоекъ съ перекладами, если они приготовлены изъ старыхъ рельсовъ, можетъ быть произведено подобно тому, какъ и при деревѣ, т. е. въ лапу; однако такое соединеніе для желѣза довольно дорого; можно соединить проще, срѣзавъ концы по діагонали. Еще прочнѣе будетъ, если діагональный стыкъ скрѣпить желѣзной угловой планкой (фиг. 33, табл. 18). Соединяютъ также металлическія части при помощи муфтъ, какъ на фиг. 34.

Стойки изъ старыхъ рельсовъ, при очень крѣпкой почвѣ, могутъ непосредственно стоять въ гнѣздахъ, безъ всякихъ подкладокъ; въ противномъ случаѣ упираютъ ихъ въ лежни изъ дерева, камня или металлическіе; иногда же подкладываютъ плиты и концы рельса загнипаютъ.

На фиг. 35—40 (табл. 18) представлены нѣкоторые виды крѣпленія старыми рельсами и деревомъ сообразно съ давленіемъ породъ. На фиг. 39 рельсы упираются въ гнѣзда, образованныя въ деревянныхъ лежняхъ; здѣсь подъ рельсъ кладется желѣзный надлежащей формы угольникъ, чтобы рельсъ не погружался въ дерево.

[93.] **Стоимость крѣпленія.** *a*) Имѣются случаи крѣпленія старыми рельсами при очень большомъ давленіи: тогда поперечное сѣченіе штрека — правильный кругъ, діаметромъ 7,87 ф.; оклады изъ старыхъ рельсовъ въ разстояніи одинъ отъ другаго 2,6 ф. Вмѣсто горбылей также положены рельсы съ промежутками, равными высотѣ рельса. Стоимость такой крѣпи (система Robert'a) около 80 мет. руб. за 1 п. с., съ проходомъ самаго штрека. Каменная крѣпь при такихъ же размѣрахъ обходится въ 68 руб.

Находятъ весьма выгоднымъ, замѣнять переклады изъ дерева перекладами изъ старыхъ рельсовъ. Такъ въ Mariemont, деревянные переклады были замѣнены рельсовыми: длина переклада 9′, вѣсъ 4,3 пуд., цѣна 1,75 руб.; на 1 п. саж. 4 переклада, итого 7 руб. Переклады были положены на деревянные лежни, которые въ свою очередь покоились на стѣн-

кахъ, выведенныхъ изъ сухой кладки. Стоимость лежня 25 к. При деревянныхъ перекладахъ расходы достигли 8,82 руб. Кромѣ экономіи на крѣпленіе при перекладахъ изъ рельсовъ, высота штрека могла быть уменьшена на 0,66′.

На рудникѣ Sars-Longschamps (Бельгія), штрекъ высотою 7,2 ф. и столько же шириною, былъ закрѣпленъ камнемъ, толщина свода 24,6″. Для помѣщенія кладки штрекъ проходили съ размѣрами: высота 9,2 ф., ширина 11,2 ф.; 1 п. с. штрека выдавала породы около 2,1 куб. саж. На 1 пог. саж. потребовалось кладки около 1,14 к. с. Расходы слѣдующіе, на 1 пог. саж.:

Проводъ штрека	31	р.
За кладку 1,14 куб. с	6,50	„
Доставка кирпича	3	„
Кирпичъ	13,50	„
Известь	3	„
Зола	2	„
Итого	59	р.

Вмѣсто свода положили переклады изъ старыхъ рельсовъ, что позволило уменьшить высоту до 7′. Для стѣнокъ потребовалось кладки 0,52 куб. с. Стоимостъ провода и крѣпленія за 1 пог. саж.:

Проводъ	25	р.
Каменьщикамъ	2,25	„
Доставка кирпича	1,40	„
Кирпичъ	6	„
Известь	1,50	„
Зола	1	„
Старыхъ рельсовъ	9	„
Лежней дубовыхъ подъ переклады	3	„
Итого	49,15	р.

b) Очень трудно дать точныя цифры относительно задолженія рабочихъ рукъ для крѣпленія ходовъ деревомъ. Можно положить среднимъ числомъ, что для доставки на мѣсто, приготовленіе и постановку одного двернаго оклада требуется отъ $^3/_4$—1 поденщины. Два рабочихъ въ смѣну устанавливаютъ на мѣстѣ отъ 8—12 дверныхъ окладовъ, безъ подтаскиванія матеріала къ забою.

c) При крѣпленіи изъ дикаго камня полагаютъ, что на 1 куб. саж. кладки потребно извести около 87 куб. ф., смотря по большей или меньшей правильности кусковъ камня; на 1 куб. саж. этой кладки потребно 6 поденщинъ каменьщиковъ съ подносчиками.

d) При кладкѣ изъ кирпича стѣнъ: на 10 куб. ф. кладки потребно: извести 2 куб. ф. и 0,15 поденщинъ каменьщиковъ съ подносчиками. При кладкѣ сводовъ на кубическую единицу кладки число поденщинъ надо разсчитать вдвое болѣе, нежели при кладкѣ стѣнъ.

e) На одной изъ буроугольныхъ копей въ Саксоніи деревянную крѣпь замѣнили кирпичной, эллиптической, возведенной въ $\frac{1}{2}$ кирпича (6″); длинная ось эллипсиса 60″, короткая 40″. Вода, проходившая по штреку, удерживалась плотинами; на разстояніи сажени впереди кладки возвели плотину высотою 4 в.; за этой плотиной, на разстояніи 4 с. устроили вторую, выше первой на 2 в.; между плотинами установили рынву, по которой проводилась вода выше почвы хода. При кладкѣ наблюдалось, чтобы швы были какъ можно тоньше и прикрывались слѣдующимъ рядомъ. Иногда при сильномъ притокѣ воды въ потолочномъ сводѣ кирпичи клали безъ цемента. Кирпичи были шаблонные. На возведеніе 1 пог. саж. подобной эллиптической крѣпи потребовалось:

Кирпича	908 штукъ	
Извести куб. саж. . .	0,4	10 р. 50 к.
Угольной золы	0,8	
Досокъ, распорокъ, гвоздей на кружала		— „ 15 „
2-мъ каменьщикамъ и подносчику		8 „ — „
15% на погашеніе стоимости инструментовъ		— „ 29 „
		18 р. 94 к.

B. Шахтообразныя выработки.

[94.] **Шахты.** Шахтою называютъ горную выработку, проведенную съ поверхности земли въ глубь; при этомъ глубина ея, относительно размѣровъ поперечнаго сѣченія, значительна.

Если шахтообразная выработка не имѣетъ выхода на дневную поверхность, слѣдовательно проведена внутри рудника, то ее называютъ *гезенкомъ*, если онъ проведенъ сверху внизъ; если же—вверхъ, заработкой въ потолкѣ напр. штрека, то тогда называютъ *иберхауэномъ*.

Назначеніе шахтъ можетъ быть различно: для развѣдки мѣсторожденія, для подъема добываемаго минеральнаго вещества, для отлива воды изъ рудника, для спуска и подъема рабочихъ, для провѣтриванія рудника, иногда для спуска пустой породы для закладки выработаннаго пространства, а также для спуска крѣпи (какъ напр. въ Силезіи) и т. д. Рѣдко шахта исполняетъ какое либо одно изъ выше поименованныхъ назначеній, обыкновенно нѣсколько вмѣстѣ и тогда называютъ ее *капитальной*. Такъ напр.

встрѣчаемъ рудники съ 2 шахтами: одна изъ нихъ предназначается для подъема, для отлива и для спуска рабочихъ; другая-же для выхода рудничнаго воздуха (Бельгія). Въ другихъ примѣрахъ: одна шахта служитъ для подъема и для помѣщенія лѣстницъ; другая — для насосовъ, для выхода рудничнаго воздуха, а также имѣетъ отдѣленіе для лѣстницъ.

Нерѣдко встрѣчаемъ примѣры рудниковъ съ тремя шахтами: 1-я для подъема, 2-я для вентиляціи (иногда и для лѣстницъ) и 3-я для насосовъ и лѣстницъ.

Въ Англіи встрѣчаемъ для подъемовъ двѣ шахты, въ каждой ходитъ одна клѣтка съ вагонами. Вообще въ Англіи законами предписывается открывать работы по крайней мѣрѣ двумя шахтами.

Иногда открываютъ рудникъ относительно значительнымъ числомъ шахтъ; это можетъ имѣть мѣсто при пологопадающихъ пластахъ, при малой глубинѣ шахтъ, дешевизнѣ ихъ провода; но и здѣсь надо разсчитать, будетъ ли экономія въ доставкѣ покрывать съ избыткомъ расходъ на проводъ шахтъ. Впрочемъ большое число шахтъ въ данномъ полѣ всегда увеличиваетъ производительность рудника.

Помѣщеніе насосовъ и подъемовъ въ одной и той же шахтѣ не всегда бываетъ удобно, особенно при значительныхъ размѣрахъ насосовъ. Напротивъ, помѣщеніе лѣстницъ въ подъемной шахтѣ весьма раціонально, ибо обыкновенно по подъемной шахтѣ входитъ чистый воздухъ въ рудникъ. Такъ что въ среднемъ случаѣ, рудникъ долженъ имѣть двѣ шахты, изъ которыхъ въ одной будетъ помѣщенъ подъемъ и лѣстницы, а въ другой насосы, лѣстницы и отдѣленіе для выхода рудничнаго воздуха къ вентилятору. Шахты должны располагаться одна отъ другой на 7—10 сажень. Черезъ каждые 20 сажень шахты должны соединяться между собою штреками или квершлагами.

[95.] Положеніе шахтъ. Обыкновенно шахты углубляются вертикально, но бываютъ примѣры наклонныхъ шахтъ.

Вертикальныя шахты въ большинствѣ случаевъ проходятъ по пустой породѣ, а наклонныя—по мѣсторожденію. Извѣстны также примѣры *ломанныхъ шахтъ*, напр. въ старыхъ рудникахъ Англіи при разработкѣ жильныхъ мѣсторожденій.

Во всѣхъ слѣдующихъ случаяхъ слѣдуетъ предпочитать вертикальныя шахты наклоннымъ.

a) При рыхлыхъ породахъ.

b) При сильно водопроницаемыхъ породахъ.

c) При пологопадающихъ пластахъ.

d) При мѣсторожденіяхъ неправильныхъ, часто измѣняющихъ свое паденіе и пр.

e) При устройствѣ рудниковъ съ большою производительностью.

Вертикальныя шахты имѣютъ слѣдующія преимущества:

a) Представляютъ кратчайшій путь для достиженія даннаго пункта въ мѣсторожденіи.

b) Болѣе удобны для установа и дѣйствія насосовъ и подъемныхъ устройствъ.

c) Болѣе устойчивы.

d) Требуютъ меньшаго крѣпленія.

e) Содержаніе крѣпи обходится дешевле.

Достоинства наклонныхъ шахтъ:

a) При проводѣ ихъ добывается попутно полезное ископаемое.

b) Попутно опредѣляется характеръ мѣсторожденія.

c) Отъ наклонныхъ шахтъ непосредственно можно закладывать штреки по простиранію, на разныхъ горизонтахъ и слѣдовательно ранѣе подготовлять мѣсторожденіе къ добычѣ.

d) Притокъ воды при наклонныхъ шахтахъ обыкновенно меньше, нежели при вертикальныхъ.

[96.] **Форма поперечнаго сѣченія шахтъ.** Наклонныя шахты всегда имѣютъ форму поперечнаго сѣченія прямоугольную или трапецоидальную; при этомъ длинныя стороны прямоугольника параллельны простиранію мѣсторожденія.

При вертикальныхъ шахтахъ форма поперечнаго сѣченія можетъ быть:

1) **Прямоугольная** — весьма удобна для размѣщенія лѣстницъ, подъемныхъ устройствъ, насосовъ и т. п.; ее предпочитаютъ другимъ формамъ при слѣдующихъ условіяхъ: при породахъ устойчивыхъ, мало пропускающихъ воду и если шахта при этихъ условіяхъ должна крѣпиться деревомъ.

2) **Квадратная** — при относительно большомъ давленіи породъ. Крѣпь обыкновенно деревянная, иногда каменная.

3) **Многогранная** — при сооруженіи водонепроницаемыхъ крѣпей изъ дерева.

4) **Круглая форма** — лучше другихъ сопротивляется давленію породъ; проводъ шахты при кругломъ сѣченіи удобнѣе и дешевле; размѣщеніе въ круглой шахтѣ различныхъ устройствъ менѣе выгодно, нежели при прямоугольномъ сѣченіи. Въ Англіи и Бельгіи круглая форма шахтъ преобладаетъ. Шахты, служащія исключительно для провѣтриванія, выгоднѣе дѣлать круглыми. Крѣпь каменная или металлическая; въ прежнее время ее дѣлали деревянною.

5) **Элиптическая форма** — по отношенію къ сопротивленію давленія породъ, занимаетъ среднее мѣсто между круглой формой и прямоугольной. Крѣпь каменная.

6) Придаютъ еще форму шахтамъ, составленную изъ четырехъ дугъ, т. е. дѣлаютъ *бока шахты сводообразными*. Эта форма съ одной стороны

приближается къ прямоугольному сѣченію, съ другой къ эллиптическому. Крѣпь каменная.

[97.] **Размѣры поперечнаго сѣченія шахтъ** — находимъ весьма различными: они назначаются въ зависимости отъ размѣровъ тѣхъ устройствъ, которыя предназначено установить въ шахтѣ, напр. насосовъ, лѣстницъ и пр., а также отъ размѣровъ подъемныхъ устройствъ.

Примѣры расположенія различныхъ отдѣленій въ шахтахъ:

Фиг. 41, табл. 18 Skalleyschacht № 1 (Саарбрюкенъ), *a* и *b* подъемныя отдѣленія. Въ клѣткѣ помѣщается два вагона рядомъ; нагрузка вагоновъ около 30 пуд. каменнаго угля.

Фиг. 42, Skalleyschacht № 2, *a* и *b* подъемныя отдѣленія, *c* для лѣстницъ и насосовъ. Въ клѣткахъ по 4 вагона одинъ надъ другимъ, нагрузка вагона около 30 пуд.

Фиг. 43 представляетъ поперечное сѣченіе угленодъемной шахты Корсунскаго рудника; *a* и *b* — подъемныя отдѣленія, *c* — путевое.

Фиг. 44, шахта Hibernia (Вестфалія), *a* — подъемное отдѣленіе, *b* — насосы, *c* — лѣстницы. Въ клѣткѣ два вагона, стоящихъ одинъ за другимъ и соприкасающихся короткими сторонами; нагрузка 6 шефелей (1 шефель = 2,7 пуд. кам. угля).

Фиг. 45, шахта Shamrock (Вестфалія), 103 × 72″ подъемное отдѣленіе, въ которомъ по 2 одинъ за другимъ стоящихъ вагона и соприкасающихся короткими боками, вмѣстимостью 7 шефелей; отдѣленіе шириною въ 25″ — лѣстницы, отдѣленія вентиляціонныя помѣщаются по сторонамъ подъемнаго [1]).

Фиг. 46, шахта въ Königsgrube (Силезія), назначена для подъема и насосовъ, 4 подъемныя отдѣленія *a* и 2 отдѣленія *b b* для насосовъ. Машина для нанососовъ установлена внутри рудника.

Фиг. 47, шахта Schmidt (около Эйслебена), *a* — лѣстницы, *b* и *c* — подъемъ *d* — фаркунстъ, *e* — насосы.

Фиг. 48, шахта Fridrich der Grosse (Вестфалія), діаметръ 16,4 ф. (5 m.), *a* — подъемъ, *b* — насосы, *c* — путевое отдѣленіе, *d* — вентиляціонное отдѣленіе. Клѣтка двухъэтажная, въ каждомъ этажѣ по два вагона рядомъ, соприкасающихся длинными сторонами. Вагоны вмѣстимостью 18 куб. ф., длина вагона 5,25 фут., ширина 1,93 фут. Діаметръ насосовъ 20″. Площадь для подъема 76,8 кв. фут., для насосовъ 42,4 кв. ф., для лѣстницъ 23 кв. ф., для вентиляціи 42,5 кв. ф.

Фиг. 49, шахта Alexandrine (Рурскій бассейнъ), діаметръ въ свѣтлости 14,6 ф., отдѣленіе для подъемовъ около 64,5 кв. ф., длянасосовъ = 18,4 кв. ф., для лѣстницъ 9,15 кв. ф., для вентиляціи 22,7 кв. ф., для фаркунста 33,3 кв. ф. Вагоны рядомъ, соприкасаясь короткими сторона-

[1]) *Насосное отдѣленіе имѣетъ ширину 51″.*

ми; размѣры вагоновъ $0{,}80 \times 2{,}62 \times 4{,}16$ ф., размѣры клѣтки въ планѣ $2{,}95 \times 8{,}66$ ф.

Фиг. 50 представляетъ поперечное сѣченіе Eisenbahn-Schacht № 1 въ Саарбрюкенскомъ округѣ. Клѣтки одно-этажныя, по 2 вагона въ этажѣ. Нагрузка вагона — 10 центнеровъ.

[98.] **Размѣры отдѣленій шахты.** Круглыми цифрами можно положить, что отдѣленіе для лѣстницъ обыкновенно занимаетъ площадь отъ 1500—2500□ дюймовъ. Отдѣленіе для насосовъ отъ 2500 — 5000□ дюймовъ и болѣе; при первомъ размѣрѣ могутъ быть установлены насосы діаметромъ около 12″, при второмъ до 18″. Отдѣленіе для клѣтки около 3000□″, если въ каждомъ этажѣ клѣтки по 1 вагону, вмѣстимость котораго соотвѣтствуетъ нагрузкѣ около 25 — 30 пуд. каменнаго угля. Если два вагона съ нагрузкой въ 25 до 30 пуд. помѣщаются въ каждомъ этажѣ клѣтки, то площадь сѣченія подъемнаго отдѣленія отъ 5500 до 6400□ дюймовъ.

На Гарцѣ очень часто, при прямоугольномъ сѣченіи, шахты имѣютъ размѣры въ свѣтлости $6{,}56 \times 22{,}96$ фут. Въ Рурскомъ бассейнѣ круглыя шахты діаметр. около 16,5 ф. Во Франціи и Бельгіи часто встрѣчаемъ шахты круглыя съ діаметромъ около 13 фут. Въ Англіи діаметръ шахтъ часто 11′ доходитъ до 15,75 ф. Если шахта назначается для подъема въ бадьяхъ воротками и для помѣщенія лѣстницъ, то достаточенъ размѣръ $1{,}5 \times 2{,}5$ арш.

Размѣщеніе отдѣленій въ шахтѣ и размѣры поперечнаго сѣченія должны быть опредѣлены самымъ точнымъ образомъ, ибо здѣсь запасы, на всякій случай, не могутъ имѣть мѣста [1]).

[99.] **Выборъ мѣста для заложенія шахты.** При выборѣ мѣста для заложенія шахты, руководствуются слѣдующими правилами:

1) Шахта должна проходить въ центрѣ поля мѣсторожденія, предназначеннаго къ разработкѣ.

2) Шахта проводится ближе къ тому пункту въ мѣсторожденіи, гдѣ проходитъ большее число жилъ.

3) Если мѣсторожденіе представляетъ нѣсколько жилъ, залегающихъ на близкомъ разстояніи другъ отъ друга, то шахта опускается въ центрѣ мѣсторожденія съ разсчетомъ, чтобы квершлаги были по возможности равной длины.

4) Если мѣсторожденіе представляетъ котловину (мульда), то шахту закладываютъ на самый глубокій пунктъ.

5) Мѣсто для шахты стараются намѣтить вблизи хорошихъ путей сообщенія.

6) Устье шахты должно находиться въ такомъ пунктѣ, чтобы возможно

[1]) См. подъемы, Глава VI.

было дѣлать отвалы тутъ же. Склонъ горы въ этомъ отношеніи представляетъ удобства.

7) Устье шахты должно быть заложено такъ, чтобы поверхностныя воды не проникали въ шахту.

8) При прямоугольномъ сѣченіи шахты, длинныя стороны должны быть перпендикулярны простиранію мѣсторожденія.

9) Чаще всего шахта закладывается въ висячемъ боку мѣсторожденія, съ разсчетомъ пересѣчь его на опредѣленной глубинѣ.

10) При разработкѣ мощныхъ крутопадающихъ пластовъ каменнаго угля, въ виду осѣданія висячаго бока, иногда выгоднѣе заложить шахту въ лежачемъ боку.

11) Вообще въ лежачемъ боку слѣдуетъ закладывать шахту въ томъ случаѣ, если породы висячаго бока неблагопріятны для провода шахты.

Проводъ шахтъ и ихъ крѣпленіе.

[100.] Свойство горныхъ породъ, пересѣкаемыхъ шахтой, и величина притока воды существеннымъ образомъ вліяютъ на выборъ метода углубленія шахты и стоимость работы. При проводѣ шахтъ чаще всего приходится примѣнять работу порохомъ или еще чаще динамитомъ № 1.

Если шахта имѣетъ круглую форму, а пласты пологопадающіе, то стараются образовать врубъ въ центрѣ забоя, этотъ врубъ служитъ зумфомъ для скопленія воды и облегчаетъ послѣдующую работу динамитомъ. Центральный врубъ образуютъ нѣсколькими шпурами или однимъ глубокимъ шпуромъ, съ большимъ зарядомъ динамита. Около образованнаго вруба вырабатываютъ породу меньшими шпурами [1]). При крутопадающихъ пластахъ, зумфъ долженъ находиться подъ тѣмъ бокомъ шахты, куда падаютъ породы. При прямоугольномъ сѣченіи шахты, также зумфъ дѣлаютъ къ одному изъ боковъ. Вообще работа собственно по добычѣ породъ не представляетъ особенностей и ведется подобно тому, какъ было уже говорено въ отдѣлѣ горныхъ работъ.

Вода при углубленіи шахты выкачивается бадьями, а при значительномъ притокѣ насосами. Подъемъ породъ производится ручнымъ воротомъ и позже — коннымъ. При глубокихъ шахтахъ выгодно установить на время прохода малую подъемную машину; отъ нее же можно сдѣлать приводъ и къ насосамъ.

Для безопасности рабочихъ, при взрывѣ шпуровъ, устраиваютъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ забоя предохранительныя полки съ вылазными отверстіями; во время взрыва рабочіе находятся на полкахъ. Для ускоренія

---

[1]) См. работу динамитомъ, Глава II.

провода устанавливаютъ 3 или 4 смѣны рабочихъ и отдаютъ работу на отрядъ, отъ погонной сажени.

Проводъ шахты въ породахъ болѣе или менѣе крѣпкихъ, съ незначительнымъ притокомъ воды, не представляетъ особыхъ техническихъ затрудненій. Съ увеличеніемъ притока воды, а также при породахъ слабыхъ, плывучихъ, затрудненія увеличиваются значительно. Успѣхъ углубленія шахты при такихъ породахъ тѣсно связанъ съ ихъ крѣпленіемъ, а потому мы будемъ разсматривать вообще проводъ шахтъ, разумѣя здѣсь и крѣпленіе ихъ.

А. Породы болѣе или менѣе устойчивыя.

а) **Притокъ воды незначительный.**

Проводъ шахтъ, по породамъ крѣпкимъ въ большей или меньшей степени и при незначительномъ относительно притокѣ воды, представляетъ простѣйшій случай работъ этого рода. Углубляются порохострѣльной работой и, такъ какъ притокъ водъ не значителенъ, то успѣваютъ отливать бадьями или въ крайнемъ случаѣ насосами. Крѣпленіе такихъ шахтъ производится деревомъ или каменемъ.

[**101.**] 1. **Деревянное крѣпленіе.** Деревянная крѣпь слагается изъ отдѣльныхъ вѣнцевъ. Вѣнцы приготовляются изъ бревенъ или брусьевъ. Стороны вѣнцевъ соединяются замками, показанными на фиг. 51, 52, табл. 19. При устойчивыхъ породахъ ставятъ такіе вѣнцы въ шахтѣ въ разстояніи одинъ отъ другаго $3^1/_4$—$6^1/_2$ фут. Концы длинныхъ сторонъ вѣнца или короткихъ входятъ въ гнѣзда, образованныя въ бокахъ шахты, гдѣ и заклиниваются (фиг. 53 и 56). Длина концовъ, входящихъ въ гнѣзда, отъ 8 до 12″. Для большей прочности установа, утверждаютъ иногда вѣнецъ на основныхъ перекладахъ *c* (фиг. 53), положенныхъ подъ короткія стороны вѣнца; самый вѣнецъ долженъ быть вѣрно установленъ и расклиненъ. Желая избѣгнуть образованія гнѣздъ въ крѣпкой породѣ для каждаго вѣнца, устраиваютъ крѣпь на стойкахъ (фиг. 54). Здѣсь на основныхъ перекладахъ *g* устанавливается два или три вѣнца *eded*, между вѣнцами ставятся стойки *h*. Вообще разстояніе между основными перекладами отъ $6^1/_2$—13 фут. Переклады *f* раздѣляютъ шахту на отдѣленія, имѣющія различное назначеніе, напр.: *AA* — подъемныя отдѣленія, *B* — для лѣстницъ и *C*— насосное отдѣленіе. Позади вѣнцовъ забираютъ бока шахты досками или горбылями, сплошь или съ промежутками. Если давленіе породъ дѣйствуетъ неравномѣрно или если длинныя стороны вѣнцовъ имѣютъ значительный размѣръ, въ 2 с. и болѣе, то для большей устойчивости крѣпь *вандрутятъ*. Ставятъ вандруты *g* (фиг. 55) къ бокамъ крѣпи или по угламъ и

распираютъ горизонтальными или наклонными расколотами *a a*. Вандруты должны быть по возможности длинными; они опираются на основные переклады *dd*. Часть крѣпи между основными перекладами *gg* (фиг. 54) называется *звеномъ* крѣпи. Каждое звено возводится на основныхъ перекладахъ въ восходящемъ порядкѣ.

На фиг. 56 представлено нѣсколько иное крѣпленіе. Каждый вѣнецъ имѣетъ длинные стороны съ выдающимися концами, входящими въ соотвѣтствующія гнѣзда, гдѣ и заклиниваются. Для большей еще прочности по угламъ шахты ставятъ бруски *e*. Соединеніе короткихъ боковъ вѣнца съ длинными и соединеніе брусковъ *e* съ вѣнцами показано на фиг. 51. Съ внѣшней стороны вѣнцовъ для предохраненія отъ обрушеній породъ можно забрать жердями. Съ внутренней стороны для еще большей прочности и, чтобы подъемные сосуды не ударяли о вѣнцы, обшиваютъ шелевками *i*.

Если требуется крѣпить въ нисходящемъ порядкѣ, по мѣрѣ углубленія, тогда одинъ вѣнецъ притягиваютъ къ вышележащему помощію скобъ или брусковъ, прибиваемыхъ по угламъ; но и здѣсь пользуются случаемъ поставить основные переклады, гдѣ только позволяетъ крѣпость породъ въ бокахъ шахты.

При очень сильномъ давленіи породъ возводятъ *полную* или *сплошную срубовую крѣпь*; она также устраивается участками или звеньями, располагаемыми на основныхъ перекладахъ, которые берутся значительной толщины. На фиг. 57 представлена шахта, начиная отъ устья закрѣпленная сплошною срубовою крѣпью, а ниже срубовою крѣпью на стойкахъ. Предварительно на поверхности, у устья шахты, устанавливаютъ первый вѣнецъ съ длинными концами у короткихъ и длинныхъ сторонъ, укрѣпляютъ его на почвѣ, а послѣдующіе вѣнцы уже не имѣютъ выдающихся концовъ, которыми они входили-бы въ гнѣзда; также нѣтъ и основныхъ перекладовъ, а вѣнцы удерживаются въ своемъ положеніи клиньями и досками *e* (фиг. 57), идущими къ первому вѣнцу. Коль скоро дойдутъ до болѣе устойчивой и крѣпкой породы, то можно уже ставить основные переклады и далѣе крѣпить вѣнцами на стойкахъ, какъ представлено на фиг. 57. Здѣсь короткія стороны нѣкоторыхъ вѣнцовъ концами своими входятъ въ гнѣзда. Разсколоты, служащіе для раздѣленія шахты при крѣпи изъ бревенъ, соединяются съ вѣнцами въ пазъ; а при крѣпленіи изъ брусьевъ — въ лапу. Такое соединеніе не ослабляетъ вѣнцовъ.

[102.] 2. **Крѣпленіе камнемъ.** Имѣя въ виду, что шахты предназначаются для болѣе или менѣе продолжительной службы, а также для установа такихъ устройствъ, какъ насосы, фаркунсты и пр., крѣпленіе ихъ вообще должно быть прочнѣе, нежели напр. штрековъ. Деревянная крѣпь неудовлетворяетъ въ надлежащей степени прочности, продолжительности службы и представляетъ весьма серьозныя затрудненія при переборкѣ. Принимая все

выше сказанное въ соображеніе, можно вывести заключеніе, какъ правило, *что капитальныя шахты, шахты, которымъ предназначается служить продолжительное время, слѣдуетъ крѣпить камнемъ.* Обыкновенно матеріаломъ для каменнаго крѣпленія служитъ кирпичъ и гидравлическій цементъ. Кладка считается хорошей, если швы не болѣе 0,002 м. ($^1/_8$"). Круглая форма каменной крѣпи наилучшимъ образомъ сопротивляется боковому давленію, но неудобна для размѣщенія различныхъ отдѣленій въ шахтѣ. Въ этомъ отношеніи прямоугольная форма съ сводообразными боками превосходитъ круглую форму. Первая форма принята въ Англіи, Бельгіи и Франціи, между тѣмъ какъ вторая форма очень часто встрѣчается въ Германіи.

Предпочитаютъ для шахтной крѣпи цементъ, обладающій гидравлическими свойствами въ высшей степени, т. е. отвердѣвающій по прошествіи 2—4 дней.

1) Для шахтъ общества de Marihaye (Бельгія) былъ принятъ слѣдующій гидравлическій цементъ:

Гидравлической извести . . . . . $^2/_3$ части
Щебня и мелкаго песку . . . . . $^1/_3$ „

2) Для шахтъ общества Кокериль принятъ слѣдующій цементъ:

Гидравлической извести . . . . . $^1/_2$
Доменныхъ шлаковъ . . . . . $^1/_2$

Цементъ съ доменными шлаками считается превосходнымъ.

3) Цементъ для шахтъ общества de l'Esperance:

Гидравлической извести . . . . . $^1/_2$
Просѣянной золы . . . . . $^1/_2$

Передъ самымъ употребленіемъ въ дѣло подмѣшиваютъ $^1/_4$ портландскаго цемента.

Если шахта закрѣплена деревомъ, то устье ее во всякомъ случаѣ слѣдовало бы закрѣплять камнемъ, такъ какъ деревянная крѣпь скорѣе всего пропадаетъ у устья шахты. На фиг. 58, *A* и *B* (табл. 19) представлено устье шахты, закрѣпленное камнемъ. Дойдя до болѣе или менѣе крѣпкихъ породъ, кладутъ основной вѣнецъ *a* и на немъ возводятъ кладку, утрамбовывая постоянно кругомъ кладки глиной и утолщая кладку постепенно или уступами. Иногда, если порода имѣетъ достаточную крѣпость, то обходятся безъ основнаго вѣнца. Кладку ведутъ изъ кирпича, а иногда изъ естественнаго камня.

[103.] **Крѣпленіе камнемъ непрерывно.** Если породы, пройденныя шахтой, устойчивы настолько, что требуютъ только слабаго, предварительнаго, деревяннаго крѣпленія, если лѣсъ дешевъ и если шахта не глубока, то можно закрѣпить ее камнемъ *за одинъ разъ, непрерывно*, послѣ углубленія,

въ восходящемъ порядкѣ. Здѣсь, какъ и вообще при каменномъ крѣпленіи, надо обратить вниманіе на основаніе крѣпи. Если въ забоѣ порода крѣпкая, съ правильною, почти горизонтальною слоеватостью, то остается выравнять почву и основать на ней кладку, которую и ведутъ до устья; при этомъ толщина основанія крѣпи дѣлается обыкновенно нѣсколько больше нормальной толщины крѣпи. Если слоеватость неправильна, не горизонтальна, то въ почвѣ дѣлаютъ горизонтальные уступы и на нихъ уже возводятъ крѣпь. Если же находятъ породу въ забоѣ недостаточно устойчивой для возведенія непосредственно на ней кладки, то основываютъ крѣпь на сводахъ или разширяютъ въ основаніи и ставятъ ниже сплошную срубовую крѣпь Фиг. 59 *A* и *B* табл. 20. Первые два свода возводятъ въ короткихъ сторонахъ шахты, а затѣмъ остальные два свода въ длинныхъ бокахъ. Высота сводовъ беретса равною $^1/_4$ ширины, толщина отъ $2^1/_2$—$3^1/_2$ кирпичей. На этихъ сводахъ возводятъ крѣпь на высоту 10—15 с., затѣмъ опять возводятъ арки и на нихъ продолжаютъ кладку. Если сѣченіе шахты должно быть съ сводообразными боками, то обыкновенные кирпичи кладутся, какъ на фиг. 60 (табл. 19), т. е. по радіусамъ; иногда приготовляютъ клинчатые кирпичи. При кругломъ сѣченіи всегда лучше имѣть клинчатые кирпичи.

[104.] **Крѣпленіе участками.** Если породы на столько слабы, что не позволяютъ углубляться безъ прочной, сильной крѣпи, тогда возводятъ каменную крѣпь, по мѣрѣ углубленія шахты, *участками или звеньями*. При этомъ вообще крѣпленіе идетъ въ нисходящемъ порядкѣ, а каждый участокъ возводится въ восходящемъ направленіи. Крѣпленіе ведется слѣдующимъ образомъ. Проходятъ шахту на глубину, обусловливающуюся устойчивостью породы (сажень около 20), крѣпятъ шахту предварительною деревянною крѣпью, подобно фиг. 56 и, достигнувъ болѣе крѣпкой породы, дѣлаютъ выступъ *k* (фиг. 61). На выравненный выступъ кладутъ шаблонъ изъ дубовыхъ досокъ *a b*, а на немъ возводятъ кирпичную кладку, осторожно разбирая предварительную крѣпь. Если крѣпость породы недостаточна, то вмѣсто шаблона надо установить основной прочный вѣнецъ, концами своими поддерживаемый въ соотвѣтствующихъ гнѣздахъ. Промежутокъ между крѣпью и породой заполняютъ бетономъ. Углубляясь ниже на опредѣленную величину, снова образуютъ выступъ подобный *k k'*, укладываютъ шаблонъ или основной вѣнецъ и ведутъ на нихъ кладку. Подходя съ низу къ выступу *k'*, его осторожно выработываютъ и подводятъ кладку непосредственно подъ шаблонъ *a' b'*. Существенный недостатокъ такой крѣпи заключается въ томъ, что здѣсь остаются въ кладкѣ основные вѣнцы, ихъ слѣдуетъ стараться вынуть. При породахъ на столько слабыхъ, что онѣ не могутъ служить достаточно крѣпкимъ основаніемъ для шаблоновъ или основныхъ вѣнцовъ, эти послѣднія поддерживаются желѣзными тягами. Эти тяги

верхними своими концами закрѣпляются у устья шахты, въ концы длинныхъ брусьевъ, заложенныхъ въ стѣны шахты. Длина этихъ брусьевъ отъ $1\frac{1}{2}$—2 саж.

Такъ какъ во время закрѣпленія камнемъ, углубленіе шахты на это время должно быть пріостановлено, то для устраненія этого неудобства поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Положимъ, что углубляютъ двѣ шахты, рядомъ стоящія, p и p' (фиг. 60*a*, табл. 19). Для углубленія шахтъ поставлены паровыя подъемныя машины M и M'. Углубившись на 20 сажень, задаются сбойкой a, выбравъ для нее породу не очень крѣпкую. Ставятъ очень прочный полокъ n и тутъ-же ручной или какой-либо другой воротокъ, при помощи котораго продолжаютъ углублять шахту p', доставляя породу по сбойкѣ a къ шахтѣ p. Въ это время участокъ p' можетъ быть закрѣпляемъ камнемъ. Точно такъ поступаютъ и относительно шахты p.

При сооруженіи каменной шахтной крѣпи, переборки для раздѣленія шахты могутъ быть возводимы изъ камня же, хотя въ настоящее время къ этому и не прибѣгаютъ; лучше оставлять гнѣзда въ кладкѣ глубиною около 6″ и укрѣплять въ нихъ переклады, какъ для переборокъ, такъ и для установа насосовъ и пр.

При возведеніи каменной шахтной крѣпи между прочимъ соблюдаютъ слѣдующія правила:

1) Не оставляютъ за кладкой дерева.

2) Промежутокъ между кладкой и породой утрамбовываютъ глиной или еще лучше заполняютъ бетономъ (битый кирпичъ и цементъ).

3) Если встрѣтятъ въ бокахъ шахты источникъ сильнаго притока воды, то въ этомъ мѣстѣ вмазываютъ въ кладку чугунный подтрубокъ, черезъ который вода и получаетъ свободный проходъ въ шахту. Подтрубокъ закрываютъ, коль скоро крѣпь будетъ окончена.

[**105.**] **Толщина стѣнокъ** при каменномъ крѣпленіи въ разсмотрѣнныхъ случаяхъ зависитъ конечно отъ давленія породъ, а также отъ формы и размѣровъ поперечнаго сѣченія.

При прямоугольной формѣ поперечнаго сѣченія:

При длинѣ боковъ шахты въ 10 фут. толщина стѣнокъ $1\frac{1}{2}$ кирпича.

»	»	»	»	»	13	»	»	»	2	»
»	»	»	»	»	16	»	»	»	3	»
»	»	»	»	»	20	»	»	»	$3\frac{1}{2}$	»

Слѣдовательно, при значительномъ поперечномъ сѣченіи шахты, толщина стѣнокъ выходитъ очень велика, что очень невыгодно.

При крѣпи съ сводообразными боками, высота свода 0,08 его ширины, а при значительной ширинѣ — высота отъ 0,10 до 0,12. Толщина стѣнокъ будетъ:

При длинѣ боковъ шахты въ 9′, толщина стѣнокъ — 1 кирпичъ.
» » » » отъ 13—15′ » » — 1½ »
» » » » » 20—23′ » » — 2½ »

Въ мѣстахъ, гдѣ породы окажутся болѣе слабыми, давленіе значительнымъ, тамъ эти размѣры надо нѣсколько увеличить.

При кругломъ сѣченіи шахты, въ обыкновенныхъ случаяхъ практики, толщина стѣнокъ — отъ 1—2 кирпичей будетъ совершенно достаточна. Въ Бельгіи для діаметровъ, не превосходящихъ 11,5 футъ, толщину стѣнокъ дѣлаютъ не болѣе 1½ кирпича. На рудникахъ С. Франціи толщина крѣпи обыкновенно 0,5 метра.

Толщина крѣпи около устья шахты обыкновенно увеличивается. На протяженіи 1—3 сажень придаютъ ей толщину — отъ 48″ до 60″.

[106.] **Примѣненіе желѣза для крѣпленія шахтъ.** Въ послѣднее время начали примѣнять желѣзо для крѣпленія шахтъ, проходящихъ въ породахъ болѣе или менѣе крѣпкихъ, именно, — въ тѣхъ случаяхъ, когда обыкновенно примѣняли вѣнцевую крѣпь на стойкахъ. И здѣсь очень выгодно употреблять старые рельсы. На фиг. 62 (табл. 20) представлена крѣпь на стойкахъ: *a* — основной перекладъ изъ стараго рельса, также какъ и вѣнцы *b* и *c*; стойки *d* — деревянныя. Смотря по обстоятельствамъ, основные переклады ставятся на разстояніи отъ 5 до 10 саж. Разстояніе между вѣнцами *c* и *b* — отъ 3 до 6 ф. Соединеніе рельсовъ въ вѣнцы можетъ быть произведено, какъ и при деревянныхъ (фиг. 63), или срѣзывая рельсъ наискось и соединяя стыки угловыми планками, какъ при желѣзныхъ дверныхъ окладахъ. Расколоты для раздѣленія шахты закрѣпляются такъ, какъ показано на фиг. 64, если эти расколоты деревянные; если же они изъ старыхъ рельсовъ то, какъ на фиг. 65.

На фиг. 66 представлена предварительная (потерянная) желѣзная крѣпь, при крѣпленіи шахты кирпичемъ. Кольца или вѣнцы *aa* — составлены изъ 4 отрѣзковъ, соединенныхъ скобами *b* (фиг. 67). Вѣнцы подвѣшиваютси одинъ къ другому на желѣзныхъ тягахъ *c* (фиг. 68). Желѣзо вѣнцовъ представляетъ старые рельсы, прямоугольнаго сѣченія $2\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$″. Легко понять изъ чертежа, что постановка каждаго вѣнца потребуетъ очень мало времени, на самомъ дѣлѣ только 10 минутъ. Понятно, что при болѣе сильномъ давленіи породъ, полосовое желѣзо должно быть замѣнено, напр. старыми рельсами. На дѣлѣ подобное крѣпленіе было уже примѣнено на рудникѣ Strepy Bracquegnies и сравнивалось съ деревяннымъ. Здѣсь было взято для вѣнцовъ двойное тавровое желѣзо. Разстояніе между вѣнцами около 3¼ фут. Стыки въ вѣнцахъ соединялись при помощи чугунныхъ накладокъ *a* и болтовъ *b* (фиг. 69). При разстояніи между вѣнцами около 3¼ фут. и при діаметрѣ около 14,76 фут., 1 пог. саж. крѣпи обо-

шлась около 3 руб.; здѣсь извѣстный процентъ скинутъ на испорченныя части крѣпи и принято въ разсчетъ, что, по миновеніи надобности, старая крѣпь могла быть продана по пониженной цѣнѣ, какъ ломъ. Желѣзо для вѣнцовъ стоило 1 р. за пудъ. Накладки чугунныя — по 75 коп. за пудъ. Подвѣски (подобно фиг. 68) — по 80 к. за пудъ; въ эту сумму входитъ 20 коп. на пудъ за работу.

При крѣпленіи деревомъ 1 пог. саж. крѣпи обходилась 6 р. 50 коп. Здѣсь принято въ разсчетъ, что значительный процентъ крѣпи пропадаетъ при переноскѣ изъ одного участка на другой, когда замѣняютъ предварительную крѣпь каменною. На этой же шахтѣ былъ сдѣланъ разсчетъ, что экономія во времени по постановкѣ крѣпи равнялась около 7 час. на 1 пог. саж. Вообще экономія на всю глубину шахты въ 275 саж. равнялась 2770 руб.

На рудникѣ Fischbachthal (Саарбрюкенъ) желѣзо было употреблено для постоянной крѣпи, для двухъ шахтъ. Вѣнцы были составлены изъ сортоваго желѣза, имѣвшаго форму буквы *U* (фиг. 70) и соединены въ стыкахъ накладками *c*, при помощи болтовъ *a*. Разстояніе между вѣнцами 3,28 ф. Вѣнцы поддерживались стойками *a*, толщиною 6″ (фиг. 71). Кругомъ вѣнцовъ шахта была закрѣплена досками *c* (фиг. 72), толщиною 2″. Діаметръ шахты — 17 фут.

Подобнаго рода крѣпленіе шахтъ въ настоящее время уже не рѣдкость: такъ мы его находимъ на шахтѣ Maria (Société des mines d'Aachen, bassin d'Aix-la-Chapelle), также въ Blanzy, St. Etienne (шахты Iserable и Verpilleux) и пр. Имѣемъ также нѣсколько примѣровъ, гдѣ деревянные вѣнцы замѣнены желѣзными на рудникахъ Бельгіи, особенно въ округѣ Hainaut.

[**107.**] **Примѣры.** 1) Въ Ю. Россіи при углубленіи шахты *Удача*, крѣпили ее сплошною вѣнцевою крѣпью. Работа велась динамитомъ. Притокъ воды на 28 саж. глубины достигалъ 7500 ведеръ въ сутки. Подъемъ воды и породъ производился коннымъ воротомъ. Размѣръ шахты въ свѣту 5,5 × 2,75 арш. Крѣпь изъ сосновыхъ брусьевъ съ размѣрами — 3 × 6 вершковъ. Стоимость 1 пог. саж. шахты:

Надзоръ	23,27 р.
Углубленіе	162,52 „
Подъемъ породъ и спускъ матеріаловъ	103,91 „
Крѣпленіе	160,60 „
Отливъ воды	93,15 „
Вентиляція	1,81 „
Разные расходы	57,48 „
Итого . . .	602 р. 74 к.

2) Возмемъ шахту съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, съ размѣрами 13 × 5 фут. Шахта должна быть закрѣплена вѣнцевою крѣпью на стойкахъ черезъ каждые $3\frac{1}{2}$ фута, т. е. на погонную сажень 2 вѣнца. Шахта раздѣлена на два отдѣленія.

Матеріалъ:

4 бруса толщ.	4 × 4 верш.	длиною	14′4″	всего погонн. фут. около	58′
4 „	4 × 4 „	„	6′	„	24
2 „	4 × 4 „	„	5′	для раздѣленія шахты	10
					92′ пог.

или около 14 погонн. саж., положимъ, по 1 руб. за 1 пог. саж. всего 14 руб.

18 стоекъ по угламъ длин. около $1\frac{1}{2}$ арш.	6 н. с. по	1 р.—6 р.	
Горбылей	50 „	10 к.—5 „	
Досокъ для переборокъ	7 „	40 „—2 „	80 к.
Работа			8 р.
		Итого	21 р. 80 к.

3) Шахта *Глубокая* въ Ю. Россіи закрѣплена кирпичемъ. Діаметръ внутри крѣпи — 1 арш. 10 верш. Толщина стѣнокъ — 12 вершк., т. е. 2 кирпича; разстояніе между крѣпью и стѣнками шахты — около 4 вершк. Расходы по углубленію и крѣпленію шахты на 1 пог. саж. слагаются изъ слѣдующихъ частныхъ расходовъ.

Матеріалы:

Кирпича 6492 штуки	64 р. 92 к.
Песку 0,42 куб. саж.	3 „ 47 „
Извести 375 пуд.	53 „ 55 „
Гидравлическаго цемента 14 п. 7 ф.	14 „ 70 „
Брусковъ 4 × 6 вершк. для раздѣла шахты	10 „ 50 „
Подмостки	4 „ 76 „
	151 р. 90 к.

Работа:

Каменщиковъ 30,14 поденщинъ	60 р.
Верховыхъ рабочихъ 12,14	15 „ 90 к.
При приготовленіи раствора 12,14	15 „ 90 „
Подвозчиковъ кирпича 6,21	8 „ 20 „
„ песку 4,5	4 „ 50 „
Просѣиваніе извести 5	5 „

Подвозка воды 4,20	4 р. 20 к.
„ разнаго матеріала 3	3 „
Спускъ матеріала	30 „ 27 „
	146 р. 97 к.
Итого работа и матеріалъ	298 „ 87 „

Полная-же средняя стоимость 1 пог. саж. крѣпленія шахты будетъ:

Надзоръ	14 р. 46 к.
Углубленіе	154 „ 83 „
Подъемъ породъ	106 „ 72 „
Временное крѣпленіе деревомъ	136 „ 9 „
Окончательное крѣпленіе кирпичемъ.	298 „ 87 „
Отливъ воды	33 „
Вентиляція	5 „ 80 „
Разные расходы	32 „ 12 „
Всего..	749 р. 22 к.

4) Шахта *Съверная* (Тагилъ) имѣетъ площадь поперечнаго сѣченія 4 кв. саж. Работаетъ артель изъ 9 человѣкъ въ три смѣны по 3 человѣка. Шахта проходитъ по крѣпкому сланцу. Воды нѣтъ. Артель получаетъ слѣдующую посаженную плату:

отъ 0 — 40 саж. глубины	30 р.—	35 р.—	150 р.
„ 40 — 69 „	150 „	—280 „	
„ 68 и глубже	300 „		

За счетъ рабочихъ: робота крѣпленія деревомъ, горные инструменты, динамитъ (по 35 р. за пудъ). Въ 14 рабочихъ дней углубляютъ среднимъ числомъ на 0,7 саж. Въ 8 ч. смѣну на одного рабочаго приходится одинъ и рѣже 2 шпура.

5) Въ Льежскомъ округѣ деревянная крѣпь на стойкахъ возводится подобно тому, какъ представлено на фиг. 56, табл. 19. Для примѣра возмемъ шахту, поперечное сѣченіе которой прямоугольное — 5,58 × 1,88 метровъ (18,30 × 6,17 фут.). Породы — сланецъ и песчаникъ. Глубина шахты — 268 m. (около 126 саж.). Шахта раздѣлена на 2 отдѣленія, для насосовъ и для подъема. Вѣнцы поставлены чрезъ каждые 3,28 фут. Расходы по углубленію и крѣпленію за 1 пог. метръ[1]) (1 арш. 6½ вершк.):

Плата рабочимъ за углубленіе и постановку крѣпи	22,66 р.
Пороху 9,5 kil. (23,18 фун.) по 15 к. за 1 фунтъ	3,56 „
Масло	0,63 „

[1]) Принято 1 франкъ = 25 коп., какъ и въ другихъ случаяхъ.

Для — вѣнца дубовыхъ брусьевъ толщ. 0,24 m. (5½ в.)—21,2 m. пог. (около 10 п. с.) по 65 к. за метръ (или 1 р. 40 к. за саж.)	13,78 р.
8 стоекъ въ 0,18 m. (4 вер.), всего 8 m. пог. (3,76 п. с.)	2,60 „
Досокъ 0,13 × 0,03 m. (3 × ¾ вер.), 54 m. погон. „ (25⅓ саж. пог.)	6,75 „
324 гвоздя, вѣсъ 8 kil. (19½ фунт.)	0,90 „
Приготовленіе вѣнца — ½ поденщины	0,31 „
Транспортировка къ устью шахты	0,38 „
Итого...	41 р. 49 к.

Работа велась въ одну смѣну, продолжительность которой 8 — 9 часовъ. Смѣна изъ 10 человѣкъ. Въ мѣсяцъ углублялись на 11 — 12 m. (около 5,4 саж.). Рабочій въ смѣну заработывалъ около 87 коп.

6) Въ округѣ Шарлеруа, если желаютъ углублять шахту возможно быстро, то работаютъ въ три смѣны, по три человѣка въ смѣнѣ. При этомъ углубленіе идетъ на 14 — 16 m. (6½ — 7⅓ саж.) въ мѣсяцъ, въ сланцахъ и только отъ 8 — 9 m. (3,7 — 4,2 саж.) въ песчаникѣ. Если не требуется большой скорости провода шахты, то экономичнѣе будетъ работать въ двѣ смѣны, тогда углубленіе идетъ отъ 12 — 14 m. (5½ до 6½ саж.) въ мѣсяцъ въ сланцѣ и только отъ 6 — 8 m. (2,8 — 3,75 саж.) въ песчаникахъ. При діаметрѣ шахты въ 2,65 метр. (8,69 фут.), погонный метръ (0,47 саж.) обходится отъ 17,5 до 22,5 руб. или за 1 погон. саж. отъ 37 до 50 руб. При діаметрѣ въ 2,95 m. (9,67 фут.) расходы возростаютъ до 31,25 руб. за погонный метръ, или за 1 пог. саж. около 67 р.

7) На каменноугольныхъ копяхъ въ *Hainaut*, углубленіе шахты съ поперечнымъ сѣченіемъ 4,20 × 2,10 m. (13,78 × 6,89 саж.) частью (8,44 саж.) по породамъ, не требовавшимъ порохострѣльной работы, частію по сланцамъ при помощи порохострѣльной работы, среднимъ числомъ одинъ погонный метръ обходится 9,25 руб. или 1 пог. саж. 19,70 руб.; каждый день углубляли на 1 m. (1 ар. 6½ в.). Предварительная крѣпь состояла изъ вѣнцовъ, разстояніе между которыми — 0,4 m. (1,3 фут.); крѣпь обошлась за 1 m. пог. 4,78 руб., или за 1 пог. саж. около 10,20 р. Крѣпленіе кирпичемъ за погонный метръ обошлось: по работѣ 6,26 руб. или за 1 пог. саж. 13,38 руб. и по матеріаламъ 8 р. или за 1 пог. саж. 17 руб. Вообще же на 1 пог. саж. углубленія и крѣпленія израсходовано около 60 руб.

8) На каменноугольныхъ копяхъ *Grand-Hornu*, при углубленіи и крѣпленіи шахты, получились слѣдующіе результаты. Шахта діаметромъ 3,50 m. (11,48 фут.), толщина каменной крѣпи 0,40 m. (16″), слѣдовательно діаметръ шахты въ свѣтлости 2,70 m. (8,86 ф.). Партія рабочихъ

въ 6 человѣкъ раздѣлялась на 2 смѣны и въ 359 поденщинъ углубили шахту на 17,10 m. (8 саж.), изъ которыхъ 10,75 m. (5 саж.) по сланцу и 6,40 m. (3 саж.) по песчанику. По сланцу за погонную сажень платили по 29,28 руб., а по песчанику по 44 руб. За вычетомъ расходовъ на порохъ, рабочій въ смѣну получалъ 67 коп. Пороху израсходовано около 7 пуд. Въ смѣну на рабочаго расходовалось масла для лампы 0,98 фунт. Вообще среднимъ числомъ 1 пог. саж. обошлась около 37 руб. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя подробности.

	Расходъ на 1 пог. саж.	
	Въ сланцахъ.	Въ песчаникѣ.
Число поденщинъ	36	60
Число шуровъ	45—47	81—83
Число перемѣненныхъ буровъ	102—104	558—560
Пороху въ фунтахъ	10,65	19—21
Масла въ фунтахъ	7,2	12

Партію низовыхъ рабочихъ въ 12 человѣкъ раздѣляли на три смѣны. Въ 24 часа возводили крѣпь на 1,13 саж.

9) По новѣйшимъ свѣдѣніямъ, въ Бельгіи считаютъ среднимъ числомъ, что въ день (3 смѣны) можно возводить кирпичную крѣпь на высоту 5 — 6,5 фут. и до 8 футъ, при діаметрѣ шахты 13—15 фут.

При діаметрѣ въ 13 футъ и толщинѣ стѣнокъ и въ 2 кирпича (11½ верш.), въ 24 ч. взводятъ крѣпь на 5 футъ, расходъ на плату рабочимъ и мастерамъ 27 руб.

Среднимъ числомъ стоимость 1 куб. саж. кладки будетъ:

Кирпичъ	23 руб.
Цементъ	15 „
Работа	25 „
	63 руб.

b) **Притокъ воды значительный.**

[**108.**] Явленіе значительнаго притока воды, при углубленіи шахтъ, существенно затрудняетъ ихъ проводъ. Этотъ притокъ можетъ достигать весьма значительныхъ размѣровъ, такъ что требуется прибѣгать къ очень сильнымъ насосамъ, въ 200 — 300 паровыхъ лошадей и болѣе. Наконецъ въ крайнемъ случаѣ этотъ притокъ можетъ достигнуть предѣловъ, при кото-

рыхъ водоподъемныя устройства получаютъ такіе размѣры, что не могутъ уже помѣщаться въ отдѣленіи шахты, предназначенномъ для нихъ. Въ послѣднемъ случаѣ въ прежнее время проходка шахтъ дѣлалась невозможною.

Слѣдовательно, мы можемъ здѣсь различать два случая: 1) Проводъ шахтъ при значительномъ притокѣ воды; — этотъ случай разрѣшается сооруженіемъ водонепроницаемыхъ крѣпей или *кувеляціей* шахтъ, съ отливомъ воды насосами; 2) проводъ шахтъ съ чрезвычайнымъ притокомъ воды; — разрѣшается *способомъ Шадрона*, безъ отлива воды.

1. Кувеляція шахтъ.

Кувеляція имѣетъ цѣлью уменьшить притокъ воды во время прохожденія шахты и послѣ углубленія шахты уничтожить проникновеніе воды въ выработки. Кувеляція можетъ быть: a) деревянная, b) каменная и c) чугунная.

[109.] a) **Кувеляція шахтъ деревомъ.** Углубляютъ шахту обыкновеннымъ способомъ и закрѣпляютъ предварительною крѣпью. Въ началѣ породу и воду поднимаютъ ручнымъ или конными воротами. При сильномъ притокѣ воды, устанавливаютъ горизонтальную паровую машину, силъ въ 25. Эта машина служитъ для подъема породъ и отъ нея же дѣлаютъ приводъ къ насосамъ. Если же притокъ усиливается, то ставятъ машины спеціально для насосовъ, которыхъ иногда устанавливаютъ нѣсколько. Углубляются такимъ образомъ далѣе и, коль скоро достигнутъ породы не трещиноватой, водонепропускающей, то образуютъ выступъ или карнизъ *a* или *d* (фиг. 73, табл. 21), на которомъ и основываютъ водонепроницаемую крѣпь. Ниже этого выступа дѣлаютъ зумфъ *b* глубиною около 1 саж. Выступъ *d* долженъ быть сдѣланъ кирковой работой, ни никоимъ образомъ не порохострѣльной. Выравниваютъ этотъ карнизъ по ватерпасу и устанавливаютъ на немъ *заклиненный* вѣнецъ *n*. Пространство между вѣнцомъ *n* и стѣнками шахты заполняютъ мохомъ и расклиниваютъ, (какъ будетъ объяснено ниже). На этомъ заклиненномъ вѣнцѣ возводятъ уже крѣпь изъ *накладныхъ* вѣнцовъ, заполняя пространство за вѣнцами бетономъ. Такимъ образомъ поднимаютъ крѣпь до карниза, находящагося выше, на которомъ также установленъ былъ раньше заклиненный вѣнецъ для водонепроницаемой крѣпи, выше стоящаго звена. *Подходя крѣпью снизу къ выше* лежащему заклиненному вѣнцу, карнизъ осторожно вырабатываютъ и крѣпь подводятъ тщательно, непосредственно подъ заклиненный вѣнецъ. Въ это время заклиненный вѣнецъ, изъ подъ котораго часть выступа или карниза вынута, поддерживаютъ винтовыми домкратами. Далѣе, весь участокъ или звено крѣпи, ограниченное снизу и сверху заклиненными вѣнцами, проко-

конопачиваютъ по швамъ. Для этого загоняютъ въ шовъ конопатное долото на глубину отъ $1-1\frac{1}{4}''$ и законопачиваютъ въ щель просмоленную паклю. Проконопачиваютъ два раза, идя сверху внизъ и затѣмъ снизу вверхъ. Далѣе углубляютъ шахту ниже вѣнца *n*, оставляя карнизъ подобно *d*, толщиною около 3 фут.; снова образуютъ выступъ *a*, укладываютъ на него заклиненный вѣнецъ, возводятъ крѣпь и т. д.

Какъ сказано было выше, заклиненный вѣнецъ устанавливаютъ непосредственно на выступѣ, если можно этотъ выступъ надлежащимъ образомъ выравнять; если же вода не позволяетъ этого сдѣлать, то кладутъ на выступъ основной вѣнецъ *c* (фиг. 73), который укрѣпляютъ клиньями и выравниваютъ его по ватерпасу. На *основной* вѣнецъ *c* кладутъ *главный вѣнецъ* (заклиненный) *p* и далѣе продолжаютъ работу, какъ показано выше.

Заклиненные вѣнцы приготовляются изъ лучшаго дуба, тщательно, подъ рубанокъ, по шаблону и, размѣченные на поверхности, косяки этого вѣнца спускаютъ въ шахту. Поперечное сѣченіе косяковъ около $10 \times 12''$. Разстояніе между косяками и породой — отъ $2-4''$.

На фиг. 74, 75 и 76, табл. 21, послѣдовательно представлена работа заклинки вѣнца; а на фиг. 77 представленъ тотъ моментъ работы, когда нижній вѣнецъ совершенно уже заклиненъ и приступаютъ къ заклинкѣ верхняго, втораго вѣнца; *a*—доска толщиною $1\frac{1}{2}''$, *b*—мохъ, *c*—клинья; клиньями *c* заполняютъ все пространство между досками и косяками; эти первые клинья *c* приготовляются изъ мягкаго дерева, напр. ивы. Между клиньями *c* вгоняютъ желѣзный клинъ, освободивъ который, вгоняютъ въ щель деревянные клинья изъ мягкаго дерева. Далѣе, берутъ острый круглый стальной клинъ (picoteur), вгоняютъ его между ивовыми клиньями и затѣмъ, вынувъ, забиваютъ уже дубовые клинья. Такимъ образомъ продолжаютъ заклинку (пикотажъ) до отдачи. Хорошую заклинку можно узнать по звуку, ударяя по ней молоткомъ. Кончивъ заклинку, выравниваютъ клинья и вѣнецъ подъ ватерпасъ. Иногда, для большей водопепроницаемости, кладутъ по 2 и болѣе заклиненныхъ вѣнцовъ. Накладные вѣнцы также приготовляются на поверхности, перемѣчаются и затѣмъ опускаются въ шахту. Черезъ каждые 3 — 5 саж. между накладными вѣнцами ставятъ, для большей прочности, одинъ заклиненный вѣнецъ, безъ моху. Накладные вѣнцы иногда между собою соединяютъ на шипы; но это нерацiонально.

Примѣчаніе. Часто соединяютъ пространства между крѣпью и боками шахты двухъ смѣжныхъ участковъ, черезъ заклиненный вѣнецъ при помощи трубокъ. Нѣкоторые авторитеты въ горномъ дѣлѣ не видятъ цѣли въ такомъ соединеніи.

Пространство между крѣпью и стѣнками шахты заполняютъ бетономъ. Изъ слѣдующей таблицы легко видѣть размѣръ этого промежутка, а также и размѣры вѣнцовъ и пр.

Шахты.	Діаметръ шахты. До постановки кувеляціи.	Діаметръ шахты. Внутри кувеляціи.	Толщина стѣнокъ крѣпи. Minima.	Толщина стѣнокъ крѣпи. Maxima.	Глубина до основанія кувеляціи.
	фут.	фут.			
Шахты рудниковъ de Lens...	19,68	16,14	7″	11″	328
Шахта de Falk.....	15,42	13,77	5	9,5	175
Шахта de Carling.....	16,40	13,38	—	—	502
Шахта № 2 de Marles.....	14,89	13,12	6	6	241
Шахта Thiers.....	15,58	13,12	5	9,5	213
Шахта de Freyming.....	—	13,12	—	—	574
Шахта d'Haveluy.....	14,76	13,12	6,5	7	180

[110.] **Опредѣленіе размѣровъ крѣпи.** Деревянная водонепроницаемая крѣпь въ прежнее время дѣлалась прямоугольнаго сѣченія; въ настоящее же время исключительно дѣлаютъ многогранную: 8, 10, 12 и до 24 гранную. Число граней тѣмъ больше, чѣмъ больше діаметръ шахты и чѣмъ на большую глубину идетъ кувеляція. Во всякомъ случаѣ *длина каждаго косяка не должна превосходить* $3^1/_4$ *фут.*

Толщина стѣнокъ крѣпи (толщина косяковъ) зависитъ отъ діаметра шахты, глубины и числа сторонъ въ многоугольникѣ. Начиная отъ устья шахты, дѣлаютъ косяки толщиною въ $4^1/_2$ — 5″, а затѣмъ увеличиваютъ до 8″ и 10″. Такъ

при глубинѣ отъ 0 — 7 саж., толщина стѣнокъ $4^1/_2$″
» » » 7 — 14 » » » 5″
» » » 14 — 19 » » » $5^1/_4$″
» » » 19 — 23 » » » $5^5/_8$″
» » » 23 — 25 » » » 6″
» » » 25 — 28 » » » $6^1/_4$″

Для заклиненныхъ вѣнцовъ:

при глубинѣ отъ 0 — 14 саж., толщина 9″
» » » 14 — 21 » » $9^1/_2$″
» » » 21 — 28 » » $10^1/_2$″

Слѣдующая формула можетъ быть полезной (для провѣрки), при опредѣленіи размѣровъ косяковъ въ вѣнцахъ многогранной деревянной кувеляціи.

$$c = \sqrt{\frac{750\,H\left(D \operatorname{tang} \frac{180}{n}\right)^2}{500.000}}$$

c — толщина косяка (по направленію перпендикулярному къ оси шахты) въ метрахъ.
H — высота давящаго столба воды на стѣнки крѣпи, въ метрахъ.
D — діаметръ описаннаго круга около многогранной крѣпи.
n — число граней.

Эта формула даетъ размѣры съ слишкомъ большимъ запасомъ.
Имѣется еще другая формула для опредѣленія толщины косяковъ:

$$c = \frac{r\,1000\,H}{E - 1000\,H}$$

r = радіусъ круга вписаннаго въ многогранную крѣпь, въ метрахъ.
$E = 450000$, H — высота давящаго столба.

При діаметрѣ шахты въ 3 m. (9,8 фут.), для различныхъ H разсчитываемъ толщину косяковъ:

$H =$	4,68 саж.	$c =$	$1\frac{3}{8}''$
„	9,37 „	„	$2\frac{3}{4}$
„	14,06 „	„	$6\frac{3}{4}$
„	23,43 „	„	$7\frac{1}{2}$
„	46,86 „	„	$16\frac{7}{8}$
„	70,30 „	„	$29\frac{1}{2}$
„	93,74 „	„	46,8

Таблица ясно показываетъ, что при большихъ глубинахъ деревянная кувеляція не можетъ быть примѣнена, ибо толщина косяковъ выходитъ изъ возможныхъ предѣловъ.

Разстояніе между заклиненными водонепроницаемыми вѣнцами около 10 саж. Впрочемъ величина этого разстоянія измѣняется, смотря по крѣпости породъ.

Высота косяковъ каждаго накладнаго вѣнца можетъ быть одинаковая или различная. Въ послѣднемъ случаѣ получается болѣе прочная связь и разный лѣсъ можетъ идти для косяковъ, а потому крѣпь обойдется дешевле по матеріалу; однако, при такихъ косякахъ, приготовленіе вѣнцовъ требуетъ нѣсколько больше времени.

[111.] **Стоимость деревянной кувеляціи.** Изъ ниже приведенныхъ цифръ

легко составить себѣ понятіе о стоимости вообще постановки заклиненныхъ вѣнцовъ.

При внутреннемъ діаметрѣ шахты (внутри крѣпи) въ 14′, на выступъ былъ положенъ заклиненный вѣнецъ 16-ти гранный. Высота—6 верш., ширина 8 верш., длина внѣшней стороны грани — 1 арш. 6 верш. Доски позади вѣнца, прижимающія *паклю* (вмѣсто моха), толщиною въ $1\frac{1}{2}$ верш. Заклинка производилась сосновыми и дубовыми клиньями; всего израсходовано клиньевъ 3024 штуки.

Стоимость матеріаловъ:

Дубовыхъ брусьевъ 16 штукъ	36 р.	
Клиньевъ дубовыхъ и сосновыхъ	18 „	
Досокъ $1\frac{1}{2}$ верш. 9 шт	8 „	
Сосновыхъ брусковъ 5 шт	5 „	
Пакли 10 пуд	20 „	
Шелевокъ 4 штук	6 „	64 к.
Освѣщеніе	1 „	30 „
Итого	94 р.	94 к.

Работа:

Приготовленіе вѣнца	25 р.	
Укладка и заклинка (20 поденщинъ)	20 „	
Спускъ матеріаловъ, рабочихъ и пр.	13 „	80 к.
Итого	58 р.	80 к.
Полная стоимость вѣнца	153 р.	74 к.

Надо замѣтить, что возведеніе кувеляціи, хотя-бы и деревянной, при большомъ притокѣ воды, который приходится отливать, иногда стоитъ огромныхъ издержекъ. Такъ напр. при прохожденіи шахты Freyming (Moselle), углубку остановили на 82 сажени и шахту бросили, издержавъ 927250 руб. или на 1 пог. саж. 11308 р.; шахта была кувелирована деревомъ. Громадный притокъ воды и недостатокъ капиталовъ заставили бросить работу. Притокъ воды достигалъ 850 ведеръ въ 1 мин., насосныя машины развивали болѣе 600 пар. лош.

При кувеляціи шахты Falk, 1 пог. саж. обошлась въ 9197 р.; 1 пог. саж. шахты Merlebach — 12592 руб.; шахты неоконченны и брошены.

Мы привели самые крайніе случаи кувеляціи деревомъ, сопровождавшіеся самыми неблагопріятными условіями, огромнымъ притокомъ воды и пр. Однако и при болѣе благопріятныхъ условіяхъ стоимость кувеляціи выходитъ значительная. Напр. шахта *Thiers* (С. Франція) кувелирована деревомъ, діаметръ описаннаго круга 13 фут., глубина около 31 саж. Стои-

мость 1 пог. саж. 3412 руб. Шахта благополучно окончена и находится въ дѣйствіи.

Другой случай: шахта *St. René*, глубина 34½ саж., кувелирована деревомъ, начиная съ глубины 3 саж. Вода показалась съ 3½ саж. и достигла на глубинѣ 14 саж. 810 ведеръ (400 куб. фут.), далѣе притокъ воды уменьшился до 162 ведеръ (70 куб. фут.). Стоимость кувеляціи:

Машины	7500 руб.
Плата рабочимъ	12129 „
Матеріалы	31920 „
Уголь для машины	6829 „
Транспортировка и разные расходы	3604 „
	61982 руб.
За 1 пог. саж. около	1906 руб.

Шахта № 2 de Marles (Pas-de-Calais) кувелирована деревомъ на высоту 241 фута. Расходы въ металлическихъ рубляхъ представлены въ слѣдующей таблицѣ.

Статьи расходовъ.	Работа.		Матеріалы.						Всего.
	Число подеющихъ.	Плата.	Дерево.	Металлы.	Канаты, пенька и т. п.	Масло, сало и т. п.	Уголь и матеріалы разные.	Итого.	
		руб.	руб.	руб.	руб.	руб.	руб.	руб.	руб.
Управленіе	—	2558	—	—	—	—	—	—	2558
Углубленіе шахты	11664	6501	4174	1152	390	379	1174	7269	13770
Заклинка вѣнцовъ	5793	3154	3009	233	5	189	413	3849	7003
Кувелированіе {постановъ крѣпи	3079	1663	8928	гидравл. цем. 284	—	94	152	9458	11121
Законопатка швовъ	6400	3448	10	52	189	—	467	718	4166
Укрѣпленіе косяковъ	1039	598	38	1022	—	48	61	1169	1767
Насосы	5469	3171	—	—	—	—	—	—	3171
Отливъ воды и подъемъ	8211	4627	147	1056	67	707	26154	28131	32758
Мастерская	43	28	80	210	—	72	345	707	735
Для разн. потребностей	—	—	497	518	40	164	415	1634	1634
Сумма	41698	25748	16883	4527	691	1653	29181	53035	78683

[112.] b) **Кувеляція чугуномъ.** Дороговизна лѣса, затруднительность имѣть надлежащіе его сорта для деревянной кувеляціи, наконецъ ея относительная непрочность оправдываютъ примѣненіе чугуна для кувеляціи. Чугунная водонепроницаемая крѣпь извѣстна въ Англіи еще съ 1795 года. Въ первые она здѣсь составлялась изъ цѣльныхъ звеньевъ, такъ какъ шахты имѣли малый діаметръ. При шахтахъ съ большимъ діаметромъ принуждены были звенья составлять изъ отдѣльныхъ сегментовъ (инженеръ Buddle, 1798 г.); въ настоящее же время, при высокомъ развитіи литейнаго искуства, снова начинаютъ дѣлать звенья цѣльными и для шахтъ большаго діаметра.

Возведеніе чугунной водонепроницаемой крѣпи, которая всегда имѣетъ круглую форму, производится подобно тому, какъ и деревянной, т. е. устанавливаютъ заклиненный вѣнецъ на выступъ прочной, не трещиноватой, водонепроницаемой породы и на этомъ вѣнцѣ возводятъ крѣпь. Какъ самая крѣпь, такъ и заклиненный вѣнецъ приготовляются изъ чугуна.

Заклиненные вѣнцы, такъ же какъ и накладные, составляются изъ сегментовъ, прилегающихъ другъ къ другу закраинами, обращенными наружу, безъ свинчиванія болтами; иногда же закраины обращаютъ внутрь шахты и скрѣпляютъ болтами. На фиг. 78, табл. 21 представленъ сегментъ его главнаго вѣнца; онъ съ внѣшней стороны открытъ, при укладкѣ его на мѣсто заполняютъ деревомъ. Сегменты опускаютъ въ шахту на крюкѣ (фиг. 79).

Главный вѣнецъ укладываютъ на выступѣ породы. При установкѣ ему придаютъ положеніе, какъ на фиг. 80; при заклинкѣ онъ придетъ въ горизонтальное положеніе.

Въ стыки, т. е. въ вертикальные швы между сегментами, кладутъ тонкія деревянныя дощечки и заклиниваютъ ихъ съ задней стороны. Разстояніе или промежутокъ между породой и вѣнцомъ оставляется $1\frac{1}{2}$—$2''$. Это пространство заклинивается. Въ Англіи часто мохъ для этого не употребляется, а прямо заполняютъ еловыми колодками и ихъ расклиниваютъ.

[113.] **Сегменты** для накладныхъ вѣнцовъ имѣютъ видъ, представленный на фиг. 81. Съ наружной стороны они усилены ребрами *a*. Въ центрѣ сегментъ имѣетъ отверстіе, которое служитъ, между прочимъ, при опусканіи сегмента въ шахту помощью особой скобы съ болтомъ и при установѣ сегмента на мѣсто, для чего ввертывается въ отверстіе болтъ; впослѣдствіи его вывертываютъ и забиваютъ отверстіе клиномъ или завертываютъ желѣзнымъ винтомъ. Хорда сегментовъ для заклиненнаго вѣнца — отъ $3\frac{1}{4}$ до $5\frac{1}{4}$ фут., толщина стѣнокъ обыкновенно не болѣе $1\frac{1}{2}''$ или какъ у накладныхъ вѣнцовъ; высота сегмента около $8''$, ширина около $12''$. Ширина закраинъ отъ 5 — $6''$. Хорда сегментовъ для накладныхъ вѣнцовъ такая-же,

какъ и при заклиненныхъ, иногда менѣе. Высота сегментовъ накладныхъ вѣнцовъ до 24″, діаметръ центральнаго отверстія — $1\frac{1}{4}$″.

[114.] **Толщина стѣнокъ сегментовъ**, или вообще стѣнокъ крѣпи, можетъ уменьшаться, по мѣрѣ приближенія къ устью шахты. Для опредѣленія толщины стѣнокъ можетъ служить слѣдующая формула:

$$e = 0{,}009 \text{ m.} + 0{,}000065\, HD.$$

e — толщина стѣнокъ въ метрахъ.
H — глубина шахты до того звена, толщину стѣнокъ котораго желаютъ опредѣлить.
D — діаметръ крѣпи въ метрахъ.

Если e, H и D въ футахъ, то $e = 0{,}03 + \frac{50000}{DH}$.

Въ Вестфаліи на шахтѣ Hibernia при $D = 12$ фут., придана толщина стѣнкамъ:

$H =$	9,4 саж.,	$e =$	$\frac{10}{16}$″
$H =$	19 „	$e =$	$\frac{3}{4}$
$H =$	28 „	$e =$	1
$H =$	38 „	$e =$	$1\frac{1}{8}$
$H =$	47 „	$e =$	$1\frac{5}{16}$
$H =$	120 „	$e =$	$1\frac{1}{2}$

Высота звеньевъ до глубины 40 сажень равнялась 2′, а далѣе — $1\frac{1}{2}$′.

Эта крѣпь была доставлена на рудникъ по 97 к. за пудъ. Толщина стѣнокъ не измѣняется для каждаго вѣнца, а по участкамъ, т. е. черезъ 5—10 сажень.

Приведенныя формулы даютъ большіе размѣры, нежели мы находимъ на самомъ дѣлѣ на шахтѣ Hibernia.

Слѣдующая формула будетъ болѣе согласоваться съ практикой и въ основаніи своемъ имѣетъ теоретическія соображенія:

$$e = 0{,}01\ DH + 0{,}4 \text{ cent.}$$

здѣсь e — въ сантиметрахъ, H и D — въ метрахъ.

[115.] При установѣ сегментовъ, между ихъ полями прокладываютъ тонкія дощечки толщиною $\frac{3}{8}$″. Впослѣдствіи, всѣ швы расклиниваютъ, дѣлая ихъ водонепроницаемыми. Расклинку начинаютъ снизу, идутъ къ и верху потомъ опять возвращаются назадъ, повторяя заклинку. Послѣ заклинки центральныя отверстія забиваются клиньями, начиная съ нижнихъ.

Впрочемъ въ первыхъ 4 нижнихъ вѣнцахъ совѣтуютъ забивать отверстія тотчасъ по укладкѣ вѣнцовъ. Чтобы при расклинкѣ прокладки не вышли наружу, служатъ борты *i* на сегментахъ; дѣлаютъ также выступы на заклиненныхъ вѣнцахъ (*a*, фиг. 80), или бороздки. Вертикальные швы въ одномъ вѣнцѣ перекрываются выше лежащими сегментами. Пространство между крѣпью и стѣнками шахты заполняютъ бетономъ, иногда пустою породою. Для укрѣпленія расколотовъ, для помѣщенія на нихъ насосовъ и т. п., нѣкоторые сегменты отливаются съ выступами, или гнѣздами, въ которые входятъ концы расколотовъ.

Неудобство составныхъ вѣнцовъ очевидно, а потому въ настоящее время есть уже примѣры цѣльныхъ вѣнцовъ съ закраинами во внутрь шахты, скрѣпленными болтами съ прокладкой свинцомъ; діаметръ такихъ звеньевъ доходитъ уже до 14 футовъ.

[116.] **Примѣры.** 1. Шахта Carling была кувелирована деревомъ съ глубины 75 саж. на протяженіи 44 саж. Впослѣдствіи подъ необыкновенно сильнымъ давленіемъ водонепроницаемость и прочность деревянной кувеляціи была нарушена, тогда рѣшили поставить внутри вторую, чугунную крѣпь, (фиг. 82). Основаніемъ для деревянной кувеляціи служила каменная крѣпь *a*. Часть *cd* была разобрана и замѣнена крѣпью изъ штучнаго камня *AA*... На этой кладкѣ установлены 6 заклиненныхъ чугунныхъ вѣнцовъ *BB*, а на нихъ уже возведена чугунная крѣпь *D*, закраинами обращенная внутрь шахты и скрѣпленная болтами. Основные вѣнцы *BB* имѣютъ высоту 10″, ширину $6\frac{1}{2}$″, толщину стѣнокъ $1\frac{3}{4}$″. Между заклинкой и вѣнцами положены дубовые брусья *qq*. Прокладкою между полями накладныхъ вѣнцовъ служилъ свинецъ, пластинки толщиною $\frac{1}{8}$″; поля обточены. Внутренній діаметръ шахты — 10,08 фут. Вверху былъ установленъ водонепроницаемый вѣнецъ особаго устройства, на подобіе сальниковъ (фиг. 83); набивка изъ каучуковыхъ колецъ *k*.

Впрочемъ, въ другихъ случаяхъ, при меньшемъ давленіи, заканчивали кувеляцію двумя заклиненными вѣнцами *aa* и коронкой *b* (фиг. 84).

Вѣсъ крѣпи (чугунная) около 25,800 пуд., по цѣнѣ 1 р. 4 к. за пудъ. Вообще расходы по устройству чугунной кувеляціи слѣдующіе:

Плата рабочимъ, круглымъ числомъ	32498 р.
Крѣпь	28141 „
По счету магазина	9262 „
Уголь для машинъ	13585 „
Цементъ	1535 „
Свинецъ	1309 „
Разная перевозка	2559 „
Штучный камень	189 „

Ремонтъ машинъ и котловъ	1217 р.
Канаты и пр.	3276 „
Каучукъ	392 „
Плата за пользованіе насосами и пр.	545 „
Погашеніе стоимости машинъ и пр.	1513 „
Разные расходы	2056 „
Инженерамъ	2500 „
Итого...	100577 р.

или за 1 погон. саж. крѣпи — около 2285 руб.

2. Въ Верхней Силезіи, на шахтѣ Königin-Luise, чугунная крѣпь за 1 пуд. стоила около 1 р. 55 коп., а за 1 погон. саж. около 1219 руб. при діаметрѣ въ 12,79 фут.

[117.] c) **Каменная кувеляція.** Примѣры каменной кувеляціи имѣются въ Англіи, въ Бельгіи и особенно въ Рурскомъ бассейнѣ. Обыкновенно каменную кувеляцію возводятъ за одинъ разъ, когда водопропускающій пластъ пройденъ или когда шахта окончательно углублена. Однако есть примѣры кувеляціи камнемъ по частямъ, о чемъ будетъ сказано ниже.

Каменную кувеляцію лучше основывать не на заклиненномъ вѣнцѣ, а непосредственно на выступѣ водонепропускающей породы, ибо заклиненный деревянный вѣнецъ не будетъ имѣть надлежащей связи съ каменной кладкой. Порода, которая выбрана для выступа, должна быть внимательно осмотрѣна; она должна быть совершенно водонепроницаема. Выступъ выравниваютъ киркою и ниже выступа углубляются также кирковой работой, только на небольшую глубину. На фиг. 85, табл. 21, представлено основаніе для каменной кувеляціи: частію она стоитъ на выступѣ породы, частію на сплошной срубовой крѣпи или, вѣрнѣе, деревянной кувеляціи. Крѣпь возводится изъ естественнаго камня или кирпича на гидравлическомъ цементѣ. Наивыгоднѣйшая форма поперечнаго сѣченія шахты будетъ круглая, хотя дѣлаютъ и прямоугольную съ сводообразными боками; высота свода 1—1½ дюймовъ на одинъ футъ ширины. Наружный контуръ такой крѣпи представляетъ прямоугольникъ, такъ что въ углахъ стѣнки будутъ имѣть бо́льшую толщину, нежели въ среднихъ частяхъ (замокъ).

На Вестфальскихъ рудникахъ кладку водятъ такимъ образомъ, что горизонтальные швы выходятъ непрерывными. Перевязка между кирпичами должна быть такова, чтобы верхній кирпичъ лежалъ по крайней мѣрѣ на трехъ нижнихъ, какъ на фиг. 60, табл. 19. При значительной толщинѣ стѣнъ крѣпи, возводятъ ихъ концентрическими частями.

[118.] **Толщину стѣнокъ** не дѣлаютъ менѣе 1½ кирпича. Въ Вестфаліи, при возведеніи каменной крѣпи съ сводообразными боками, съ выносомъ

отъ $^1/_{12}$ до $^1/_8$, при длинѣ хорды 12—14 фут., придаютъ слѣдующую толщину стѣнкамъ:

При глубинѣ въ 15 саж. — 2 кирпича.
„ „ „ 17,5 „ — 2½ „
„ „ „ 22,5 „ — 3 „
„ „ „ 27,5 „ — 3½ „
„ „ „ 30 „ — 4 „

Слѣдующая таблица даетъ толщину свода для крѣпи съ сводообразными боками, для различныхъ величинъ высоты давящаго столба воды и различной ширины свода, или длины боковъ шахты.

Высота давящаго столба воды.	При ширинѣ свода въ дюймахъ.			
	118″	158″	197″	236—276″
Футы.				
98½	12″	16″	20″	24″
164	14	18	22	27,5
230	16	20	24	32
295	18	24	27,5	38,5
328	20	25,5	29,5	40
394	22	27,5	33,5	43

Эта таблица составлена въ предположеніи, что высота свода, при малой длинѣ боковъ шахты, равна 0,08 ширины; а при значительной длинѣ— отъ 0,10 до 0,12 ширины (длина стороны прямоугольника). При кругломъ поперечномъ сѣченіи шахты, толщина стѣнокъ можетъ быть и уменьшена. Таблица показываетъ при какихъ размѣрахъ шахты примѣненіе кирпича дѣлается невозможнымъ, вслѣдствіе чрезвычайной толщины стѣнокъ.

Для сравненія толщины стѣнокъ изъ различнаго матеріала можетъ служить слѣдующая формула:

$$c^{\text{m.m.}} = \frac{1000Hr}{E - 1000H}$$

r — внутренній радіусъ поперечнаго сѣченія крѣпи (круглаго), въ метрахъ.
H — высота давящаго столба въ метрахъ.
E = 120,000 для кирпича и 800,000 для естественнаго камня.

Если возьмемъ шахту съ $r = 6{,}56$ фут., то для различныхъ H, c получитъ слѣдующія значенія для кирпича и естественнаго камня:

H въ саженяхъ.	Толщина стѣнокъ *e* въ дюймахъ. Кирпичъ.	Естественный камень.
9,37	$15\frac{3}{4}$	2
14,06	26	$3\frac{1}{8}$
18,75	39	4
23,43	$55\frac{3}{4}$	$5\frac{1}{4}$
35,17	130	8
46,87	394	12
58,75	—	$14\frac{1}{2}$
70,50	—	$18\frac{1}{8}$
82,25	—	22
93,74	—	26

Таблица показываетъ, на сколько выгодно прибѣгать къ естественному камню, если глубина шахты болѣе или менѣе значительна. При высотѣ давящаго столба въ 120 т. (56,4 саж.) кирпичная кувеляція теоретически становится невозможной.

[119.] При возведеніи крѣпи въ стѣнки закладываютъ чугунныя трубки (толщина стѣнокъ которыхъ около $1\frac{1}{2}''$), для свободнаго стока изъ пространства между кладкой и стѣнками шахты.

Для расколотовъ оставляютъ въ кладкѣ гнѣзда, иногда же прокладываютъ деревянный вѣнецъ, что менѣе раціонально.

По окончаніи кладки останавливаютъ выкачиваніе воды и такимъ образомъ даютъ шахтѣ стоять наполненной водой отъ 3 — 5 мѣсяцевъ; за тѣмъ откачиваютъ воду и закрываютъ трубку, оставленную въ кладкѣ.

[120.] **Кувеляція камнемъ по частямъ** практиковалась въ Англіи, гдѣ ее называютъ *quaffering*. Каждый участокъ или звено такой крѣпи покоится на дубовомъ заклиненномъ вѣнцѣ. Крѣпь имѣетъ цилиндрическую форму. Пространство между крѣпью и породой утрамбовываютъ глиною или заполняютъ бетономъ. Для стока воды въ основныхъ вѣнцахъ дѣлаютъ капалы, соединяющіеся съ деревянными продырявленными трубками, установленными за крѣпью.

Въ Англіи при кувеляціи изъ кирпича, по частямъ, толщина стѣнокъ дѣлается въ 3 кирпича. Кладка ведется такъ, что непрерывныхъ горизонтальныхъ швовъ нѣтъ, а кирпичи кладутся по винтовой линіи. Участки крѣпи должны быть соединены между собою самымъ тщательнымъ образомъ. Это соединеніе производится различнымъ образомъ, между прочимъ такъ: кладку участка № 2 останавливаютъ, не доходя на $12''$ до заклиненнаго вѣнца участка № 1; въ промежутокъ кладутъ тщательно пригнанные, деревянные вѣнцы, а между ними прокладываютъ просмоленный холстъ; швы

между вѣнцами расклинены. На фиг. 86 представленъ случай кувеляціи верхней части шахты кирпичемъ, а нижней — чугуномъ. Работа произведена англійскими инженерами.

На рудникѣ Caroline (Сернъ, Бельгія) заклиненный вѣнецъ *a* (ф. 87) изъ штучнаго камня, также какъ и вѣнцы, послужившіе для соединенія участковъ *A* и *B*. Здѣсь шахты круглаго поперечнаго сѣченія, діаметръ одной 10,36 ф., другой 7,63 ф. Вѣнцы заклиненные составлены изъ отрѣзковъ, внутренній ихъ край очерченъ по дугѣ круга, наружный прямолинейный. Высота вѣнца около $11\frac{1}{2}''$. Толщина стѣнокъ, при глубинѣ не превосходившей 23 саж., — отъ 1,91 — 1,59 фут. Здѣсь кладка велась концентрически; *c* — представляетъ шовъ концентрической кладки.

Сравненіе трехъ системъ кувеляціи шахтъ.

[121.] Примѣненіе той или другой изъ описанныхъ системъ кувеляціи не безразлично. Каменная кувеляція самая дешевая. — Чугунная наиболѣе дорогая. Будучи выполнены надлежащимъ образомъ, всѣ три системы кувеляціи удовлетворяютъ назначенію; но каменная кувеляція не настолько водонепроницаема, какъ двѣ другія системы. При осадкѣ, особенно неправильной, могутъ образоваться въ крѣпи щели. При деревѣ щели легко задѣлать, заклинить. При чугунѣ являются трещины при осадкѣ, которыя вообще трудно задѣлать при помощи накладокъ на болтахъ. При камнѣ также могутъ образоваться трещины, которыя задѣлать почти невозможно. Такимъ образомъ, съ точки зрѣнія исправленія небольшихъ поврежденій, деревянная кувеляція лучше другихъ, каменная хуже другихъ. При очень большомъ притокѣ воды возводить каменную кувеляцію неудобно, ибо водою размывается цементъ. При очень сильномъ давленіи деревянная кувеляція не выдерживаетъ, разстраивается; а это влечетъ за собою иногда потерю шахты. Въ такихъ случаяхъ чугунная кувеляція лучше другихъ. При неглубокихъ шахтахъ до 50 саж. не болѣе, при маломъ діаметрѣ шахты, при маломъ вообще давленіи, деревянная кувеляція будетъ соотвѣтствовать цѣли; въ противномъ случаѣ слѣдуетъ предпочесть чугунную кувеляцію.

Нѣкоторые авторы дѣлаютъ такое заключеніе относительно кувеляціи деревомъ, чугуномъ и камнемъ.

1) Деревянная кувеляція непрочна, опасна, должна быть изгнана изъ употребленія.

2) Чугунная кувеляція обходится дорого, но легка для постанова, мало занимаетъ мѣста и во многихъ случаяхъ незамѣнима. Поврежденіе въ звеньяхъ влечетъ иногда за собою потерю шахты.

3) Каменная кувеляція рекомендуется для продолжительной службы,

для шахтъ съ высотою давящаго столба 15—20 сажень; при большей высотѣ необходимо обратиться къ естественному камню.

Примѣчаніе. Кувеляція вообще можетъ быть *сплошная* и *парціальная*. Если шахта закрѣплена во всю свою глубину водонепроницаемою крѣпью, то кувеляція будетъ сплошная.

Если-же водонепроницаемая крѣпь возведена только на томъ участкѣ, гдѣ шахта пересѣкла водопропускающій пластъ, то кувеляція будетъ парціальная. Въ послѣднемъ случаѣ кувелированный участокъ долженъ начинаться и кончаться заклинепными вѣнцами.

Кувеляція можетъ быть примѣнена не только для шахтъ, но и для штольнообразныхъ выработокъ; въ послѣднемъ случаѣ, какъ парціальная.

2. Проводъ и крѣпленіе шахтъ по способу Кинда-Шадрона.

[122.] Проводъ шахтъ въ породахъ съ большимъ притокомъ воды, какъ показано было выше, сопряженъ съ огромными техническими затрудненіями и расходами. По способу Кинда-Шадрона шахты проходятся *безъ отлива воды и безъ предварительнаго крѣпленія*. Шахту проходятъ буромъ[1]), подобно тому, какъ проводятъ буровыя скважины и затѣмъ разомъ опускаютъ въ шахту водонепроницаемую чугунную крѣпь. Итакъ, здѣсь воду во время прохода шахтъ не отливаютъ; это очень важно, ибо отливъ воды вообще обходится дорого, такъ напр. при углубленіи шахты Freyming расходовали въ день для котловъ 4340 пудъ каменнаго угля! Слѣдовательно, способъ Кинда-Шадрона будетъ единственно возможнымъ и вполнѣ экономичнымъ въ томъ случаѣ, когда притокъ на столько великъ, что откачиваніе воды дѣлается невозможнымъ; онъ затѣмъ вообще выгоденъ при большихъ притокахъ воды и въ настоящее время съ успѣхомъ замѣняетъ кувеляцію деревомъ и пр. Такъ какъ крѣпь опускается въ шахту послѣ ее прохожденія, то необходимо для удачнаго примѣненія способа Кинда-Шадрона, чтобы породы были довольно устойчивы. Если опусканіе крѣпи удастся, то способъ Шадрона очень выгоденъ, шахта обходится въ двое дешевле, нежели при обыкновенной кувеляціи чугуномъ. Наиболѣе выгодныя условія для примѣненія разсматриваемаго способа: *однородность* породъ и *средняя крѣпость*.

Если же породы кремнисты, крѣпки въ высшей степени или если пласты

---

[1]) Киндерманъ и Кинда въ первый разъ примѣнили буреніе для прохода шахтъ въ 1849 году въ Мозельскомъ Департаментѣ. Первые опыты по отношенію къ буренію были удачны, но опусканіе водонепроницаемой *деревянной* крѣпи было неудачно. Мысль примѣнить буреніе для шахтъ заявлена въ первый разъ Комбомъ въ 1844 г.

перемѣжаются съ тонкими пропластками сыпучими или плывучими, или если породы вообще слабыя, то примѣненіе способа Шадрона становится или совершенно невозможнымъ, или сопряжено также съ значительными издержками.

Только что приведенное разсужденіе указываетъ на необходимость предварительнаго изслѣдованія условій качества породъ при помощи буренія.

[123.] **Инструменты.** Буреніе шахтъ по способу Кинда-Шадрона весьма схоже по пріемамъ и инструментамъ съ буреніемъ широкихъ скважинъ; но шахта выбуривается надлежащаго діаметра не въ одинъ разъ, не однимъ инструментомъ. Сперва бурятъ шахту меньшаго діаметра, а затѣмъ расширяютъ ее до требуемыхъ размѣровъ большимъ буромъ. Такъ что здѣсь, слѣдовательно, надо имѣть два долотчатые бура — меньшій и большій. Иногда при большихъ діаметрахъ шахтъ ведутъ работу въ три пріема. При работѣ въ два пріема, наименьшее отношеніе между шириною *малаго* (передоваго) бура и *расширительнаго* (доводнаго) равно 0,32.

Буры. На фиг. 88, табл. 22, представленъ долотчатый сложный буръ, *передовой*, длина лезвея — 54″, (діаметръ бура). Онъ представляетъ вилку AB, къ которой прикрѣпленъ на шпонкахъ желѣзный брусъ bc, въ него вставлены стальныя зубья двухъ видовъ n и m; зубья m укрѣплены несимметрично относительно вертикальной оси. Зубья вѣсомъ около 36 фунтовъ, вѣсъ всего инструмента — 122 пуд. Такой буръ хорошо работаетъ въ породахъ не особенно крѣпкихъ; въ породахъ же исключительной твердости и вязкости слѣдуетъ примѣнять буры сплошные (фиг. 89), болѣе тяжелые и прочные. При работѣ буромъ въ 122 пуд. по песчанику (Вогезскому) проходили въ день отъ 14 — 20″ и даже до 30″; по красному песчанику только отъ $4\frac{1}{2}$ — 6″. При сплошномъ бурѣ вѣсомъ около 244 пуд., по красному песчанику углублялись въ день на $15\frac{1}{2}$″. Зубья втораго бура болѣе тяжелые, нежели зубья перваго бура, представленны на фиг. 91. Корень a зуба имѣетъ коническую форму, въ немъ сдѣлана полуцилиндрическая вырѣзка i, соотвѣтственно такой же вырѣзкѣ въ брускѣ bc, для закрѣпленія зуба шпонкой. Длина корня зуба отъ 4 — $5\frac{1}{2}$ дюймовъ. Вѣсъ зуба — 73 фунта. Поломки случаются по плоскости xy, а потому здѣсь, въ углахъ, должно быть нѣкоторое утолщеніе. На стержнѣ инструментовъ имѣются желѣзные или деревянные направляющіе бруски n n' (фиг. 88), которые могутъ имѣть свободное продольное движеніе на стержнѣ, въ этомъ мѣстѣ обточенномъ. Обыкновенно Шадронъ при всѣхъ своихъ работахъ начиналъ буреніе центральной шахты буромъ, діаметръ котораго — 54″ (1,37 м.).

Доводной или расширительный буръ устраивается совершенно такъ же, какъ и передовой, онъ можетъ быть составной или цѣльный. Размѣры его должны

быть опредѣлены въ зависимости отъ діаметра шахты въ свѣту, т. е. внутри будущей опускной крѣпи. Если положимъ, что діаметръ внутри крѣпи 71″, то доводной буръ долженъ имѣть размѣръ $98\frac{1}{2}$″. Изъ нѣсколькихъ примѣровъ практики можно видѣть, что Шадронъ даетъ размѣры расширительному буру такіе, что разность между діаметромъ бура и діаметромъ закрѣпленной шахты въ свѣту, равна отъ 17 до 32″, чаще же $24\frac{1}{2}$″. На разстояніи 1 саж. отъ забоя доканчиваютъ шахту съ нѣсколько меньшимъ діаметромъ такъ, чтобы крѣпь только что проходила.

При составномъ расширительномъ бурѣ устройства подобно фиг. 88, вѣсъ долженъ быть около 260 пуд., зубья такъ же закрѣплены, какъ и въ сплошныхъ бурахъ, но не вставляютъ нѣсколько среднихъ зубьевъ, такъ какъ шахта меньшаго діаметра уже пройдена. При болѣе твердыхъ породахъ буръ въ 260 пуд. не достаточенъ уже, тогда необходимо его увеличить; но еще лучше если возможно приготовить сплошной буръ (фиг. 90), вѣсомъ до 488 пуд. Направляющая дуга *g*, закрѣпляется въ бурѣ подобно зубьямъ.

Вѣсъ буровъ зависитъ отъ діаметра шахты и крѣпости породъ, такъ напр. при діаметрѣ шахты въ свѣту 11,15 фут. размѣръ долота — 13,45 ф. (161,42″), а вѣсъ отъ 488—854 пуд. [1]).

Буровыя штанги Шадронъ дѣлаетъ деревянными длиною около 9 саж., толщиною $8\frac{1}{2}$″ въ квадратѣ; соединеніе винтовое, какъ при обыкновенныхъ буровыхъ штангахъ. Штанга оканчивается уравнительнымъ винтомъ, который при помощи цѣпи подвѣшивается къ балансиру; всѣ размѣры частей должны быть съ значительными запасами.

[124.] **Очистка шахты** отъ буровой муки производится *желонкой*. Желонка подвѣшивается къ вилкѣ на оси, проходящей ниже центра тяжести прибора. Желонка можетъ вращаться на этой оси и удерживаться въ нормальномъ положеніи собачкой; такое устройство позволяетъ быстро опорожнить желонку. Діаметръ желонки нѣсколько меньше передоваго бура, такъ напр. если передовой буръ имѣетъ размѣръ 54″, то желонка только 39″. При послѣднихъ работахъ Шадронъ бралъ желонку вмѣстимостью 212 к. фут. Для наполненія желонки, поднимаютъ и опускаютъ ее на штангѣ, давая ходъ отъ 6 — 8″; впродолженіе примѣрно около $\frac{1}{4}$ часа желонка наполняется. Кандъ примѣнялъ для очистки шахты весьма сложный инструментъ, Шадронъ же при своихъ работахъ примѣняетъ только простую желонку; но для того, чтобы разрушенная порода съ заплечиковъ *b*, *b* (фиг. 92) уходила сама собою въ центральную шахту *A*, необходимо, чтобы эти запле-

[1]) Въ послѣднее время Шадронъ для буренія шахты, діаметромъ 15,75 футъ, бралъ буръ вѣсомъ 1250 пудъ; малый буръ вѣсилъ 678 пудъ.

чики имѣли уклонъ къ центру шахты. Этого можно достигнуть расположеніемъ зубьевъ въ расширительномъ бурѣ не по одной горизонтальной линіи.

Ловильные инструменты здѣсь немногочисленны: крюкъ, зубчатка, ловильныя клещи, на случай вытаскиванія сломавшагося зуба.

Шадронъ въ настоящее время не примѣняетъ *никакихъ сложныхъ свободно — падающихъ инструментовъ* и находитъ вполнѣ достаточнымъ пользоваться только кулисою Эйнгауссена.

Въ работѣ по системѣ Кинда-Шадрона надо различать два періода: a) буреніе и b) кювелированіе шахты. При краткомъ поясненіи того и другаго періода работъ, мы будемъ руководствоваться примѣромъ провода шахтъ въ Мозельскомъ департаментѣ.

[125.] **Буреніе.** На мѣстѣ, предназначенномъ для провода шахты, строятъ башню, какъ и при обыкновенномъ буреніи скважинъ. Иногда же возводятъ капитальное надшахтное зданіе, которое впослѣдствіи будетъ служить для подъемныхъ и другихъ устройствъ. На фиг. 93, табл. 22, представлена временная буровая башня высотою 48 фут. На контрфорсахъ *aa* уложенъ рельсовый путь, по которому можетъ двигаться телѣжка съ подвѣшеннымъ къ ней инструментомъ; телѣжка отодвигается по рельсамъ вмѣстѣ съ инструментомъ въ боковую пристройку, для ремонтировки бура или когда очищаютъ шахту желонкой. Въ пристройкѣ *M* помѣщается подъемная машина *n*, вертикальный паровой цилиндръ *p* для балансира и конторка; а также можетъ быть помѣщена небольшая кузница и мастерская. Подъ одной же кровлей съ этой пристройкой устанавливается паровой котелъ. Діаметръ шахты внутри крѣпи — 5,9 фут. Съ поверхности на 16 фут. придаютъ шахтѣ діаметръ 13′, закрѣпивъ камнемъ, — это буровая шахта. Буровая шахта ходомъ *k* соединяется съ камерою, гдѣ помѣщается вертикальный цилиндръ *p*; черезъ этотъ ходъ передается команда машинисту бурильщикомъ, находящимся на платформѣ, укрѣпленной на заплечикахъ *i i*. Здѣсь производится также поворачиваніе инструмента и пр. Ниже горизонта *i i*, шахту углубляютъ до воды и закрѣпляютъ также камнемъ; діаметръ шахты въ этомъ участкѣ — 9,18′, имѣя въ виду свободный проходъ инструмента, который имѣлъ наибольшій размѣръ $98\frac{1}{2}''$. Такъ что шахта будетъ закрѣплена въ данномъ случаѣ камнемъ всего на 70 фут. отъ поверхности. На горизонтѣ *dd* уложенъ рельсовый путь для откатки наполненной желонки на особой телѣжкѣ.

Надо обратить вниманіе на то, что башня должна быть очень солидно устроена; особенно прочно должны быть установлены шкивы, такъ какъ поднимаемый грузъ доходитъ до значительнаго вѣса. Вслѣдствіе этого, если шахта назначается для подъема угля и т. п., то выгоднѣе будетъ съ самаго начала уже устроить надъ ней капитальную башню.

Подъемная машина *n* съ зубчатой передачей должна поднимать инстру-

мент, желонку и проч. Сила машины должна быть относительно велика: здѣсь надо принять въ разсчетъ не только тотъ грузъ, который придется поднимать канатомъ, но и то усиліе которое потребуется для преодолѣнія случайныхъ сопротивленій при подъемѣ инструмента, такъ что машина на канатѣ должна развивать усиліе въ 3 — 4 раза болѣе поднимаемаго груза. Такъ напр., въ разсматриваемомъ случаѣ, вѣсъ поднимаемаго груза 610—915 пуд., слѣдовательно машина должна развивать усиліе въ 3000 пуд., для этого потребовалась машина въ 25 пар. л. Для подъема можетъ служить канатъ или также примѣняютъ цѣпи; но лучше проволочный, плоскій канатъ.

Вертикальный паровой цилиндръ *p* разсчитывается для подъема инструмента при работѣ; его дѣлаютъ обыкновенно съ запасомъ. Въ разсматриваемомъ примѣрѣ діаметръ цилиндра былъ $27\frac{1}{2}''$, давленіе пара 3 атмосф. При помощи этого цилиндра можно произвести 18 ударовъ въ минуту при ходѣ штанги отъ 10—12″.

Балансиръ деревянный длиною $29\frac{1}{2}$ фут. поперечное сѣченіе $30 \times 14''$. Ось балансира лежитъ въ подушкахъ безъ крышекъ, такъ что его легко отодвинуть назадъ, во время подъема инструмента изъ шахты; для этого передвиженія можно воспользоваться подъемною машиной. *q* — представляетъ отбой для балансира.

Собственно буреніе начинается меньшимъ передовымъ инструментомъ, которымъ и выбуривается центральная шахта. Въ началѣ работъ надо строго слѣдить за вертикальнымъ направленіемъ шахты, ибо въ это время направляющихъ брусковъ нельзя поставить на мѣсто. Работаютъ то малымъ буромъ, то расширительнымъ, большимъ; центральная шахта всегда идетъ нѣсколько впереди, примѣрно на 16 фут. При подъемѣ инструментовъ на поверхность, каждый разъ ихъ внимательно осматриваютъ, повѣряютъ шаблонами, наибольшій размѣръ которыхъ долженъ оставаться постояннымъ; перемѣняютъ зубья и проч.

При буреніи центральной шахты часто приходится опускать желонки; при работахъ расширительнымъ буромъ рѣже, ибо разрушенная порода скопляется въ центральной шахтѣ.

При работахъ въ двѣ смѣны задолжаютъ всего 15 человѣкъ:

Кузнецъ	1
Молотобоецъ	1
Машинистовъ	2
Кочегаровъ	2
Бурильщиковъ	8
Мастеръ	1

При помощи устройствъ, разсмотрѣнныхъ выше, шахта была углублена на $77\frac{1}{3}$ саж.

Для буренія центральной шахты буромъ въ 54″ потребовалось 136 дней, въ это время прошли 67⅓ саж. Для расширенія шахты до 98½″ потребовалось 320 дней и прошли 64 сажени.

Въ другомъ случаѣ, проводили центральную шахту въ 54″ со скоростію 2,07 фут. въ день, расширивъ ее до 8,2 фут. со скоростію 1,24 фут. въ день и окончательно придали размѣръ до 13,45 фут. со скоростію 1 фут. въ день. Но при этихъ работахъ вообще инструменты были болѣе тяжелые. Вѣсъ расширительнаго бура въ началѣ былъ 488 пуд., потомъ увеличили вѣсъ до 610 и даже до 854 пуд.

[126.] **Кувелированіе шахты.** Достигнувъ буреніемъ до водонепроницаемыхъ породъ, начинаютъ опускать крѣпь. Крѣпь представляетъ водонепроницаемую чугунную трубу, составленную изъ отдѣльныхъ цилиндрическихъ звеньевъ *a* (фиг. 92, табл. 22) съ закраинами во внутрь шахты (ширина закраинъ около 4″), скрѣпленными болтами; между полями прокладываются свинцовые листы. При опусканіи крѣпь станетъ на выступы *b b* и здѣсь надо устроить основаніе водонепроницаемое подобно тому, какъ при обыкновенной кувеляціи ставили заклиненный вѣнецъ. Этой цѣли Шадронъ достигаетъ при помощи особаго устройства нижнихъ вѣнцовъ *c*, *d* и набивки изъ моха *e*. Нижнія поля вѣнцовъ *d* и *c* обращены наружу и между ними набивается мохъ, придерживаемый сѣткой. Въ то время, когда закраины *kk* сядутъ на выступы *b* и *b*, остальная часть крѣпи будетъ опускаться, ибо вѣнецъ *c* свободно входитъ внутрь вѣнца *d*; онъ виситъ на болтахъ. Слѣдовательно, поля *n* и *n*, осѣдая, сильно сожмутъ мохъ, онъ плотно прижмется къ стѣнкамъ и такимъ образомъ водонепроницаемость будетъ достигнута.

При опусканіи крѣпи вода наполняетъ только центральную, *уравновѣшивающую* трубу *i*, назначеніе которой заключается въ томъ, чтобы весь вѣсъ крѣпи не отягощалъ тягъ *rm*. По мѣрѣ опусканія крѣпь наконецъ можетъ почти плавать въ водѣ шахты; но этого допускать не слѣдуетъ, ибо тогда правильнаго опусканія трудно ожидать. Необходимо, чтобы всегда крѣпь *висѣла* на штангахъ *rm*, *rm*, натягивала бы ихъ съ достаточнымъ усиліемъ; этого достигаютъ впускомъ воды кранами изъ трубы *i* въ пространство *RR*.

Опусканіе крѣпи производится на желѣзныхъ штангахъ *rm* при помощи винтовыхъ механизмовъ; число штангъ — отъ 3 — 6 штукъ, смотря по діаметру шахты. Наращиваніе штангъ *rm* и *rm* производится совершенно такъ, какъ и при обыкновенномъ буреніи. Наращиваніе крѣпи дѣлается такимъ образомъ, что штанги подъ обварки подхватываются вилками (какъ при буреніи); болты *v* убираются, вводятъ новое звено крѣпи и устанавливаютъ его въ вертикальномъ положеніи. Далѣе устанавливаютъ снова вин-

товые механизмы, убираютъ вилки, наконецъ ставятъ на мѣсто новое звено крѣпи и свинчиваютъ поля [1]).

При буреніи въ породахъ неустойчивыхъ, способныхъ давать обвалы, приходится закрѣплять шахту *предварительно* желѣзною крѣпью, подобно тому, какъ при буровыхъ скважинахъ крѣпятъ трубами. Если близко отъ поверхности залегаютъ плывучія породы, то сперва углубляютъ шахту при помощи опускной каменной крѣпи, а далѣе ведутъ работу по способу Шадрона (напр. Fosse № 5 de l'Escarpelle).

[127.] **Размѣры крѣпи. Толщина стѣнокъ крѣпи** опредѣляется Шадрономъ по формулѣ:

$$e = 0{,}20 + \frac{RP}{500}$$

e = толщина стѣнокъ въ метрахъ.
R = наружный радіусъ крѣпи.
P = давленіе столба воды, выраженное въ килограммахъ на квадратный сантиметръ.

Тогда толщина стѣнокъ крѣпи въ шахтѣ, о которой упоминали выше, при діаметрѣ въ свѣту (между закраинами) 5,9 фут. (1,8 m.) будетъ:

Первыхъ 10 звеньевъ	$1\frac{7}{8}''$
Слѣдующихъ 10	$1\frac{3}{4}$
„ 10	$1\frac{5}{8}$
„ 10	$1\frac{7}{16}$
„ 10	$1\frac{3}{8}$
„ 10	$1\frac{1}{4}$
„ 10	$1\frac{1}{8}$
„ 10	1

Высота звена — отъ 59—79″.

Наружный діаметръ крѣпи разсчитывается такимъ образомъ, чтобы остался зазоръ между крѣпью и стѣнками отъ 8—10″. Такъ, если расширительный буръ имѣлъ размѣръ $98\frac{1}{2}''$, то наружный діаметръ крѣпи не болѣе $79\frac{3}{4}''$, а діаметръ внутри, между закраинами,— 70,8″ (5,9 ф.).

Ширина полей равна или нѣсколько менѣе удвоенной толщины стѣнокъ, а толщина полей равна толщинѣ стѣнокъ. Болты размѣщаютъ въ разстояніи 7 —8″ одинъ отъ другаго, діаметръ болтовъ равенъ толщинѣ

---

[1]) Tillier и Passelecq предлагаютъ опускать крѣпь звеньями, отдѣльно каждое, направляя ихъ въ шахтѣ по желѣзнымъ стержнямъ. Между звеньями помѣщены каучуковыя прокладки. Намъ неизвѣстно, чтобы этотъ проектъ былъ гдѣ-либо осуществленъ.

полей. Отверстія для болтовъ должны помѣщаться возможно близко къ стѣнкамъ крѣпи.

Такъ какъ толщина стѣнокъ звеньевъ уменьшается, приближаясь къ устью шахты, то, сохраняя внутренній діаметръ между полями крѣпи постояннымъ, наружный діаметръ крѣпи будетъ, слѣдовательно, постоянно уменьшаться, приближаясь къ устью шахты.

Поле каждаго звена обтачиваютъ, при этомъ строго наблюдается, чтобы обточенныя поверхности находились въ плоскости перпендикулярной къ оси цилиндра. Звенья должны отливаться изъ лучшаго чугуна. Формовка производится подобно тому, какъ и цилиндровъ, напр. для воздуходувныхъ машинъ. Каждое звено должно быть подвергнуто пробѣ гидравлическимъ прессомъ; при этомъ звенья подвергаются наружному давленію, величина котораго равна тому давленію, которому они будутъ подвергаться въ шахтѣ. Обыкновенно стоимость 1 пуд. отливки около 1 руб. сер.

Высота набивки изъ моха до сжатія равна 55″, при сжатіи она уменьшается въ 7 разъ и болѣе. Чтобы мохъ прижимался болѣе къ стѣнкамъ шахты, прикрѣпляютъ къ закраинамъ желѣзные лопасти xx подъ угломъ въ 35° (фиг. 92).

Къ закраинамъ вѣнцовъ № 2 и № 3 (фиг. 92) прикрѣпляется *щитъ* gg, составленный изъ двухъ частей; на немъ уже устанавливается центральная труба, діаметръ которой отъ 10—20″. Звено № 3 имѣетъ внутри закраины ee, подъ эти закраины подводится кольцо; штанги или тяги rm, проходятъ черезъ это кольцо, а не черезъ закраины.

[128.] **Поперечное сѣченіе штангъ** разсчит. по вѣсу крѣпи. При вѣсѣ всей крѣпи въ 15650 пуд. и при 4 тягахъ $m\,m$, поперечное сѣченіе квадратное, $1\frac{3}{4}$″ въ сторону, на 1□″ нагрузка около 1300 пуд. Впрочемъ, при помощи центральной трубы вѣсъ регулируется и болты подвергаются усилію не болѣе какъ въ 250 пуд. каждый, т. е. на 1□″ около 80 пудъ.

Винты v должны имѣть длину равную по меньшей мѣрѣ удвоенной высотѣ звеньевъ, т. е. при высотѣ послѣднихъ въ $6\frac{1}{2}$ фут., длина винтовъ— 13 фут. minimum.

[129.] **Заполненіе бетономъ** — пространства между крѣпью и стѣнками шахты начинаютъ послѣ совершеннаго опусканія крѣпи. Бетономъ наполняются особенные плоскіе, нѣсколько изогнутые по формѣ крѣпи сосуды, которые и опускаются за крѣпью. Сосудъ открываютъ тамъ, гдѣ требуется положить бетонъ. Бетонъ долженъ быть составленъ такимъ образомъ, чтобы не очень быстро твердѣлъ. Опусканіе бетона слѣдуетъ производить безостановочно, день и ночь. Коль скоро весь промежутокъ будетъ заполненъ, даютъ крѣпи остояться нѣсколько дней и затѣмъ выкачиваютъ воду изъ шахты, разбирая центральную трубу.

[130.] **Устройство основанія подъ моховую набивку.** Окончивъ откачиваніе

воды, разобравъ центральную трубу и щитъ, углубляютъ шахту ниже моховой набивки для устройства прочнаго и водонепроницаемаго основанія. Углубившись саженя на 3, кладутъ основной деревянный вѣнецъ, на немъ возводятъ крѣпь изъ кирпича; не доходя до моховой набивки, примѣрно на 1 сажень, кладутъ снова деревянный вѣнецъ, на этомъ вѣнцѣ устанавливаютъ два чугунныхъ заклиненныхъ вѣнца высотою каждый въ 10″. Въ промежутокъ между этими заклиненными вѣнцами и моховой набивкой ставятъ чугунное звено крѣпи, состоящее изъ отрѣзовъ скрѣпленныхъ болтами; затѣмъ шовъ между полемъ этого звена и полемъ моховой коробки заклиниваютъ. На фиг. 94 представлено нѣсколько другое основаніе подъ крѣпь Шадрона.

[131.] **Примѣръ 1.** Шахта (№ 1), діаметръ въ свѣту — 5,9 фут. (полезный діаметръ), кувелирована на 75 сажень. Вѣсъ всей чугунной крѣпи 15650 пуд.

Шахта (№ 2), діаметръ въ свѣту 11,15 фут., кувелирована на 66 сажень, вѣсъ крѣпи 38825 пуд.

Расходы на углубленіе и крѣпленіе шахтъ показаны въ слѣдующей таблицѣ, въ рубляхъ металлическихъ:

	Расходы.	Шахта № 1.		Шахта № 2.	
Устройство на поверхн.	Надшахтныя сооруженія	7075	16407	11675	26142
	Машины и инструменты	9332		14467	
Буровые шахты.	Жалованье, плата рабочимъ	13759	23251	18184	35413
	Каменный уголь для машины	3128		6881	
	Масло, смазка	595		1180	
	Канаты	747		900	
	Желѣзо, сталь, ремонтъ инструментовъ	3132		4117	
	Расходы разные, расходы на транспортировку	1890		4151	
Кувеляція.	Стоимость чугунной крѣпи	16606	19642	34623	42300
	Свинецъ для прокладокъ	416		900	
	Болты для скрѣпленій	335		1229	
	Сурикъ (употребляется при соединен. полей)	24		32	
	Мохъ	9		10	
	Смола для окраски	—		111	
	Бичева	5		6	
	Дерево	86		365	
	Жалованье и плата рабочимъ	862		2111	
	Каменный уголь для машинъ	344		839	
	Масло, смазка	64		188	
	Разные расходы	891		1886	

Расходы.		Шахта № 1.		Шахта № 2.	
Заполненіе бетономъ.	Жалованье и плата рабочимъ	1110		1695	
	Цементъ	349			
	Трассъ	332		1201	
	Известка	397	2952		3749
	Каменный уголь	150		165	
	Масло, смазка	44		55	
	Разные расходы	570		633	
Устройство основанія, заклинка и проч		1502		2500	
Итого		63754 руб.		110104 руб.	
За 1 пог. саж.		850 »		1668 »	

На 1 погон. саж. расходы слагаются изъ слѣдующихъ частныхъ цифръ:

	Шахта № 1.	Шахта № 2.
1) Зданіе, механизмы и инструменты	219	396
2) Расходы по буренію	310	536
3) „ по кувеляціи	262	641
4) „ по заполненію бетономъ	39	57
5) „ по устройству основанія	20	38

На 1 квадр. саж. внутренней (полезной) поверхности шахты:

1) За зданія, машины и инструменты	82	79
2) Расходы по буренію	117	107
3) „ по кувеляціи	100	128
4) „ по заполненію бетономъ	11,7	9,5
5) „ по укрѣпленію основанія	7,6	7,6
Итого за 1 квадр. сажень	318	331

Примѣръ 2. Шахта St. Vaast (Бельгія). Діаметръ шахты между полями крѣпи — 12 фут., наружный діаметръ крѣпи — 12,62 фут. Бурили въ два пріема бурами 54″ и 167″. Шахта кувелирована на 31,6 саж.

Постройка, машины и инструменты	10364 руб.
Проводъ шахты	12809 „
Кувеляція	31912 „
Итого	55085 руб.

Или за 1 пог. саж. — 1743 руб., а за 1 квадр. сажень полезной поверхности шахты 308 руб.

[132.] **Средніе выводы.** Сличая большое число случаевъ, гдѣ были

пройдены шахты по способу Кинда-Шадрона, можно сдѣлать нѣкоторые общіе выводы, въ круглыхъ цифрахъ.

Глубина, до которой проведены были шахты разсматриваемымъ способомъ, не превосходила еще 140 саж. Длина кувелированной части шахты не превосходитъ 75 саж. (?). Діаметръ шахтъ колеблется между 5,9—12 фут. между закраинами крѣпи. Первый размѣръ относится до вентиляціонныхъ шахтъ и второй — до подъемныхъ.

Стоимость надшахтныхъ построекъ, инструментовъ и машинъ отъ 4000—19700 руб.; средняя стоимость около 10000 руб. Понятно, что этотъ расходъ увеличивается съ увеличеніемъ діаметра шахты; 33% показанной суммы представляютъ стоимость машины и матеріаловъ.

Работа буренія обходится, смотря по крѣпости породъ и діаметру шахты, за 1 пог. саж. шахты:

При діаметрѣ полезномъ около				
12	фут. (расширит. буръ		13,8′)	отъ 1500—1700 р.
10,5—11,15	„ („	„	12,5—13,8′)	„ 950—1500 „
6	„ („	„	6,6—7,26′)	„ 550—1000 „

Стоимость кувеляціи за 1□ саж. полезной внутренней поверхности шахты измѣняется отъ 100—140 руб. Здѣсь полезная поверхность разсчитана по полезному діаметру, т. е. діаметру между закраинами крѣпи.

Стоимость заполненія бетономъ за 1□ саж. полезной внутренней поверхности шахты отъ 10—20 руб.

Стоимость устройства фундамента подъ крѣпь весьма различна, она конечно зависитъ отъ діаметра шахты, а еще болѣе отъ глубины фундамента; однако можно считать среднимъ числомъ около 2500 руб., хотя и колеблется между 1500—5700 руб.

Стоимость полная провода шахты за 1 пог. саж. кувелированной части, при нормальныхъ условіяхъ, около 1200 руб. и измѣняется въ зависимости преимущественно отъ діаметра и качества породъ. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя цифры для разныхъ діаметровъ.

Діам. шахтъ въ фут.	11,97	11,97	11,91	11,15	10,50	6,23	5,97	5,90
Расходы на 1 пог. сажень въ руб..	1682	1464	1648	1493	920	920	551	887

Примѣчаніе. Способъ Кинда-Шадрона составляетъ значительный прогрессъ въ горномъ дѣлѣ. До 1877 года было уже пройдено по этой системѣ 26 шахтъ и еще находилось въ работѣ неоконченными 16 шахтъ. Полезный діаметръ шахтъ, пройденныхъ Шадрономъ, — отъ 5,9 до 15 ф. Послѣдній діаметръ наибольшій; онъ относится до одной шахты, проходимой въ настоящее время въ Англіи. Обыкновенно работы по углубленію шахты, по

способу Шадрона, продолжаются среднимъ числомъ около 18 мѣсяцевъ, для глубины около 50 саж. и колеблются отъ 1—3 лѣтъ.

В. Породы рыхлыя, сыпучія или плывучія.

[133.] **Забивная крѣпь.** Въ породахъ съ характеромъ, обозначеннымъ выше, шахты проходятся при помощи *забивной крѣпи*, подобно тому, какъ и при штрекахъ. Забивная крѣпь при плывучихъ породахъ примѣняется въ томъ случаѣ, если эта плывучесть проявляется въ средней степени; въ противномъ случаѣ выгоднѣе прибѣгать къ другимъ способамъ, о которыхъ будетъ сказано ниже.

Забивка клиньевъ (фиг. 95, табл. 23) производится такъ, какъ и при штольнообразныхъ выработкахъ: *c* — постоянные вѣнцы, *d* — вспомогательный вѣнецъ, служащій для направленія кольевъ при ихъ забивкѣ. Вѣнцы поддерживаются стойками *b*. Въ центрѣ шахты устраиваютъ зумфъ *j*, который крѣпятъ желѣзной клепанной трубой и или досками, забиваемыми вертикально. Забивка кольевъ ведется такимъ образомъ, чтобы концы ихъ всегда были ниже забоя на 6—8 верш. Забой крѣпится досками или щитами *m m*, подъ которые подкладывается солома; на этихъ щитахъ поставлены стойки *k*, упирающіяся въ ближайшій вѣнецъ. Нижніе концы кольевъ затесываются на 4 верш. Если порода заключаетъ крупную гальку, то для лучшаго проникновенія въ породу колья снабжаются желѣзными башмаками; верхнія же концы кольевъ окованы обручами. Длина кольевъ — $1\frac{3}{4}$ и не болѣе $2\frac{1}{2}$ аршинъ, разстоянія между вѣнцами должны быть менѣе длины кольевъ, дюймовъ на 15—19.

При проводѣ шахты при помощи забивной крѣпи, начиная съ поверхности, по породамъ очень слабымъ, имѣя въ виду впослѣдствіи закрѣпить шахту напр. камнемъ, подвѣшиваютъ крѣпь при помощи тягъ *i* и климеръ *f* къ вѣнцу *h*, прочно установленному на поверхности (фиг. 96).

Примѣръ. При углубленіи Ѳедоровской шахты (кіевск. губ.), потребовались слѣдующіе расходы на 1 пог. саж шахты:

$61\frac{1}{2}$ день рабочихъ и мастеровыхъ.....	20 р.	24 к.
13 штукъ сосновыхъ бревенъ, толщиною 3—5 верш., длин. 12 арш	20 „	30 „
$50\frac{1}{2}$ досокъ сосновыхъ толщ. $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ верш. длиною 9 арш.....	32 „	24 „
$7\frac{1}{2}$ фунт. желѣза, стали и гвоздей.....	— „	$77\frac{1}{2}$ „
$2\frac{3}{4}$ фунт. каната.....	— „	$33\frac{1}{2}$ „
14 фунт. угля каменнаго.....	— „	11 „
15 фунт. масла коноплянаго.....	2 „	11 „
Итого ...	105 р.	01 к.

Если забивная крѣпь не выдерживаетъ большаго давленія, часто требуетъ ремонта, то ее замѣняютъ напр. каменною крѣпью, возводя послѣднюю внутри забивной и выбравъ для нея прочное основанія.

C. Породы плывучія въ высшій степени, съ большимъ притокомъ воды.

[134.] Породы, съ выше обозначенными свойствами, встрѣчаются напр. въ Силезіи, въ Рурскомъ бассейнѣ и проч. Свойства эти могутъ быть развиты въ такой степени, что при прохожденіи шахтъ отливать воду или очень затруднительно, или, наконецъ, уже совершенно невозможно. Такъ что здѣсь вообще можно различать: a) проводъ шахтъ съ отливомъ воды и b) проводъ шахтъ безъ отлива воды. Сюда относятся опускныя крѣпи, способъ Триже и способъ Гибаля.

Лотнеръ совѣтуетъ примѣнять способы безъ отлива, когда глубина шахты значительна, породы весьма плывучи и не заключаютъ въ себѣ крупныхъ галекъ, валуповъ. Если же пласты залегаютъ на малой глубинѣ и заключаютъ въ себѣ валуны, тогда — съ отливомъ воды.

a. Опускная крѣпь, отливъ воды насосами.

[135.] Въ то время, какъ забивная крѣпь служитъ предохранительнымъ средствомъ только отъ обваловъ, опускная крѣпь предохраняетъ отъ обваловъ и уменьшаетъ притокъ воды во время углубленія шахты.

Опускная крѣпь можетъ быть *деревянная, каменная* и *металлическая.*

1. **Каменная опускная крѣпь.** Наилучшая форма поперечнаго сѣченія опускной крѣпи — круглая, хотя въ Рурскомъ округѣ опускныя крѣпи имѣютъ иногда прямоугольное сѣченіе со сводообразными боками. Толщина стѣнокъ опускной крѣпи вообще дѣлается нѣсколько больше, нежели при водонепроницаемыхъ крѣпяхъ. Крѣпь погружается мало по малу въ плывучую породу подъ вліяніемъ собственнаго вѣса, или она обремѣняется грузами, или, наконецъ, нажимается винтами, гидравлическими прессами и т. п.

Работа ведется такимъ образомъ. Углубляютъ шахту $a\,b\,c\,d$ (фиг. 97, табл. 23), глубиною отъ 1 — 3 саж. при помощи забивной крѣпи. Поперечное сѣченіе этой шахты должно имѣть такіе размѣры, чтобы оставался промежутокъ въ 1 арш. между забивной крѣпью и опускною. Впрочемъ, не всегда здѣсь примѣняется забивная крѣпь, иногда — сплошная срубовая. На забоѣ шахты устанавливаютъ рѣжущій чугунный *башмакъ ef*, составленный изъ сегментовъ; къ нему прикрѣпляютъ на болтахъ дубовые вѣнцы *i i*; выше этихъ вѣнцовъ, на 1 — 3 сажени, устанавливаютъ дубовый вѣнецъ *c c*, связанный съ первыми болтами *r*. Діаметръ этого вѣнца нѣсколько меньше

нижняго, напр. на 2″, чтобы крѣпь легче опускалась. Кругомъ этихъ вѣнцовъ обшиваютъ досками въ $^3/_4$ верш. толщиною, такъ что получается почти правильный, гладкій съ поверхности цилиндръ. Между вѣнцами возводится кирпичная кладка на цементѣ; коль скоро она подойдетъ къ вѣнцу *c c*, нажимаютъ гайки и такимъ образомъ скрѣпляютъ всю кладку. Далѣе, начинаютъ вырабатывать породу въ забоѣ, внутри крѣпи; при этомъ вся квѣпь медленно опускается. Если крѣпь наклонится въ какую либо сторону, то подбираютъ противуположную сторону забоя и такимъ образомъ заставляютъ крѣпь опускаться вертикально, правильно. Когда вѣнецъ *c c* дойдетъ до горизонта *b c*, то выемку породъ прекращаютъ, ставятъ третій вѣнецъ (подобный *c c*), скрѣпляя его съ вѣнцомъ *c c* болтами, возводятъ кладку, какъ въ первомъ случаѣ; далѣе, углубляютъ шахту и т. д. Если породы очень плывучи, то забой необходимо закрѣплять щитами и вырабатывать по частямъ, какъ это было показано при забивной крѣпи.

На фиг. 98 представлено новѣйшее устройство рѣжущаго башмака; онъ свинчивается изъ отрѣзковъ *A*. *B* — дубовые вѣнцы, *q* — обшивка, *c* — сквозные болты, идущіе сквозь кладку, *a* — гайка и въ тоже время соединительная муфта для болтовъ. Число сегментовъ отъ 6—8, толщина стѣнокъ башмака 2″. Пространство пустое *n* въ башмакѣ заполняется кирпичемъ съ цементомъ, иногда деревомъ. Толщина кладки отъ 16—20″ для діаметра въ свѣту отъ 10 — 13 фут. Рѣжущій уголъ башмака отъ 40—50°, смотря по плотности породъ.

2. **Чугунная опускная крѣпь.** Работа съ чугунной опускною крѣпью идетъ подобно тому, какъ и при каменной опускной крѣпи. Чугунная крѣпь составляется изъ вѣнцовъ, а вѣнцы изъ отрѣзковъ; закраины направлены внутрь крѣпи и стянуты болтами. Высота звеньевъ отъ 3 — 4′, толщина 1—1½″, длина закраины 3″. Такъ какъ чугунная опускная крѣпь легче кирпичной, то ее приходится нажимать винтами или отягощать грузами.

Можно также опускную крѣпь приготовить изъ котельнаго желѣза. Впрочемъ, желѣзную опускную крѣпь надо разсматривать только, какъ приборъ для провода шахты, а не какъ постоянную крѣпь; послѣ окончательнаго углубленія шахты внутри желѣзной крѣпи возводятъ крѣпь изъ дерева. Вслѣдствіи легкости своей, желѣзная крѣпь должна быть нажимаема винтами или прессами. Желѣзная крѣпь составляется изъ звеньевъ при помощи за краинъ изъ угловаго желѣза. При діаметрѣ напр. въ 16½ фут., толщина стѣнокъ не менѣе ½″.

3. **Деревянныя опускныя крѣпи** въ настоящее время почти не примѣняются. Во всякомъ случаѣ, онѣ имѣютъ многогранную форму, косяки должны быть скрѣплены желѣзными связями въ горизонтальномъ и вертикальномъ направленіи. Нижній вѣнецъ изъ дерева, по формѣ рѣжущаго башмака, оковывается кубовымъ желѣзомъ.

b. **Опускная крѣпь безъ отлива воды.**

[136.] **На фиг. 99 показанъ проводъ шахты при помощи мѣшечнаго бура**, который носитъ названіе *черпака*. Рабочіе помѣщаются на помостѣ c, штангой b нажимаютъ черпакъ такъ, чтобы онъ зачерпнулъ плывучую породу въ забоѣ шахты, а затѣмъ, при помощи каната v и ворота поднимаютъ черпакъ [1]). По мѣрѣ углубленія шахты крѣпь опускается, при этомъ ее сверху наращиваютъ. Такой способъ работы примѣнимъ для шахтъ малой глубины и поперечнаго сѣченія.

Двойной мѣшечный буръ представленъ на фиг. 100. Буръ представляетъ раму, укрѣпленную къ стержню A такъ, что рама раздѣляется на двѣ части cc'; къ отверстіямъ рамы AA пристегиваются мѣшки, открытые въ сторону вращенія бура. Нижній край рамы aa' снабженъ стальными ножами; m — проушина, къ которой прикрѣпляется буровая штанга.

[137.] **Примѣръ 1.** На фиг. 101, табл. 24, представлено полное расположеніе шахты съ находящимся въ ней буромъ (Софіевская шахта). h — помостъ, k — водила для вращенія бура. Коль скоро буръ наполнился породой, его поднимаютъ, быстро отстегиваютъ мѣшки, пристегиваютъ запасные и снова опускаютъ. На рисункѣ вначалѣ представлена крѣпь опускная изъ кирпича, а далѣе, когда кирпичная крѣпь отказалась идти, опустили чугунную.

Діаметръ кирпичной крѣпи въ свѣту — 5 арш., толщина стѣнокъ — 2 кирпича. Предварительно пройдена шахта xy забивною крѣпью на глубину 2 арш., поперечное сѣченіе квадратное, 7 арш. въ сторонѣ. Разстояніе между вѣнцами aa — 4 арш., сквозныхъ болтовъ v — 4 штуки по окружности. Вначалѣ шахта углублялась съ отливомъ воды до глубины 12 арш., далѣе, въ суглинистомъ слапцѣ крѣпь остановилась и затѣмъ, послѣ очистки забоя, плывучая порода прорвалась въ шахту, тогда обратились къ мѣшечному буру, которымъ и расчистили шахту; но крѣпь не опускалась и подъ нагрузкой въ 300 пудъ. Тогда во внутрь каменной крѣпи рѣшили опустить чугунную, діаметромъ въ $3\frac{1}{2}$ арш., при толщинѣ стѣнокъ — 1″. При задержаніи крѣпи прибѣгали къ ножамъ n (фиг. 100, табл. 23), которыми расширяли шахту подъ башмакомъ. Такимъ образомъ чугунная крѣпь вошла въ пластъ бураго угла на $1\frac{1}{2}$ арш., тогда работу буренія остановили. Забой залили цементомъ на высоту 2 арш., послѣ отвердѣнія (2 недѣли) отлили воду и далѣе прошли шахтою черезъ пластъ бураго угля.

При этихъ работахъ 1 погон. саж. кирпичной крѣпи стоила:

$26\frac{1}{3}$ дней каменщиковъ.....	19 р. 52	к.
864 дня рабочихъ и мастеровъ.....	535 „ 33	„

[1]) Устройство тренога и ворота, какъ при развѣдочномъ буреніи.

5434 штуки кирпича	63 р.	65½ к.
11 п. 17 ф. цемента	10 „	25¾ „
90 п. 28½ ф. извести	21 „	20¾ „
30¾ арш. дерева сосноваго толщ. 2½ верш.	6 „	28½ „
50 шт. досокъ сосновыхъ толщиною ½—¾	20 „	62 „
78 арш. досокъ дубовыхъ	24 „	74 „
18 штукъ дубовъ длин. 9 — 10 арш.	42 „	57 „
Смолы и каната	— „	24 „
2 шт. клямеръ	2 „	35 „
14 п. 36 ф. желѣза и гвоздей	39 „	12 „
84 мѣры угля древеснаго	8 „	59 „
Стоимость башмака	23 „	38 „
Итого	821 р.	85½ к.

Стоимость чугунной опускной крѣпи за одно звено, или за 22½ погонныхъ вершка:

140 дней рабочихъ и мастеровыхъ	78 р.	37 к.
1 звено чугунное 180 пуд. 9½ фунт.	665 „	84 „
2¾ арш. дерева сосноваго	— „	41½ „
4½ арш. сосновыхъ досокъ, толщ. 1½ верш.	— „	45 „
1 пуд. 12 фунт. желѣза разнаго	3 „	36½ „
9 мѣръ угля древеснаго	— „	71 „
Итого	749 р.	15 к.

Примѣръ 2. Весьма поучителенъ примѣръ углубленія шахты около Эрфурта. Здѣсь подъ наносами лежитъ слой рыхлаго водосодержащаго щебня, который и надо было пройти опускною, кирпичной крѣпью при помощи мѣшечнаго бура. По наносу прошли на глубину 25′ и закрѣпили шахту, какъ показано на фиг. 102, табл. 24. Не доходя 2′ до водопропускающаго рыхлаго песка, заложили рѣжущій башмакъ и на немъ возвели каменную крѣпь, какъ было объяснено выше. Высота крѣпи—25′, діаметръ внутри 22′, толщина стѣнокъ—2½′. Далѣе продолжали углублять обыкновеннымъ способомъ и, коль скоро дошли до песка водосодержащаго, прибѣгли къ мѣшечному буру, который былъ здѣсь особаго устройства. Между мѣшками aa помѣщены грабли k для разрыхленія породъ. Дойдя до плотныхъ слоевъ, откачали воду и закрѣпили башмакъ (какъ показано на фиг. 103), съ цѣлью воспрепятствовать просачиванію воды въ шахту. Въ выемки соединительныхъ реберъ башмака вставляются головками болты и все пространство между башмакомъ и почвою заполняется бетономъ. Масса заполняющая нажимается досками, которыя плотно прижимаются болтами. Нижніе участки крѣпи должны быть подведены подъ башмакъ.

[138.] **Вращеніе бура,** при работахъ на не большихъ глубинахъ и при малыхъ діаметрахъ шахтъ, производится рабочимъ, при помощи водилъ. Если буры болѣе значительнаго вѣса, то приводятъ ихъ въ движеніе системой зубчатыхъ колесъ. Если же работы ведутся на значительныхъ глубинахъ, инструментомъ большихъ размѣровъ, то выгоднѣе прибѣгнуть къ паровому двигателю. Такъ, при углубленіи шахты № 2 der Zeche Rheinpreussen, надъ шахтой была устроена башня *NR* (фиг. 104) для подъема инструмента паровой машинкой. Буръ приводился въ вращательное движеніе паровой машиной *a*; для этого штанга проходила черезъ втулку зубчатаго колеса *k*, сцѣпленнаго съ безконечнымъ винтомъ *v*, получавшимъ движеніе отъ машины при помощи безконечнаго ремня *p*. Во время подъема инструмента весь механизмъ отодвигался по рельсамъ *i* въ сторону. Машинка *a* оказывала услугу и при подъемѣ бура.

[139.] **Укрѣпленіе башмака чугунныхъ и каменныхъ опускныхъ крѣпей.** При описаніи примѣра опусканія крѣпи въ Эрфуртѣ, было показано, какъ закрѣпляется башмакъ. Закрѣпленіе можетъ производиться и инымъ образомъ, напр. углубляютъ шахту ниже башмака, ставятъ заклиненный вѣнецъ и на немъ возводятъ водонепроницаемую деревянную крѣпь, или лучше еще — возводятъ каменную водонепроницаемую крѣпь, которая подойдетъ подъ башмакъ или даже войдетъ внутрь опускной крѣпи на нѣкоторую вышину. При подведеніи деревянной или каменной крѣпи подъ башмакъ, стараются этотъ послѣдній заполнить бетономъ. На фиг. 105 представлено иное закрѣпленіе башмака чугунной опускной крѣпи. Здѣсь водонепроницаемая каменная крѣпь ниже башмака возведена на заклиненномъ вѣнцѣ. На фиг. 106 и 106а представлены еще два способа закрѣпленія рѣжущаго башмака.

[140.] **Способъ Триже.** Способъ Триже былъ примѣненъ въ первый разъ въ 1839 году для провода шахты на глубину около $9^1/_2$ сажень отъ поверхности въ аллювіальныхъ образованіяхъ Франціи, водосодержащихъ и плывучихъ въ высшей степени. Позже этотъ способъ былъ испытанъ и въ другихъ мѣстахъ. На фиг. 107, табл. 25 представлены приспособленія для провода шахты по системѣ Триже, устроенныя инженеромъ Fagés въ Шалонь. Цилиндръ *a* изъ кубоваго желѣза въ 79″ діаметромъ, толщина стѣнокъ $^9/_{10}$″, былъ вогнанъ при помощи бабы съ большимъ вѣсомъ въ плывучій песокъ на глубину около 49 фут., при этомъ плывучій песокъ вычерпывали желонкой діаметромъ 12″. Далѣе оставили углубленіе шахты безъ отлива воды и приступили къ устройству *воздушной коробки d*. Эта коробка имѣла двѣ лазеи *e* и *f*, которыя могли герметически закрываться дверцами. По трубѣ *g* вгоняли сжатый воздухъ въ цилиндръ или крѣпь *ab*. Кранъ *i* служилъ для впуска сжатаго воздуха изъ цилиндра *ab* въ коробку *cd*, а кранъ *q* для выпуска воздуха наружу. При помощи этихъ кранокъ регулировали

давленіе въ коробкѣ такимъ образомъ, чтобы оно было меньше давленія въ цилиндрѣ *ab* и слѣдовательно рабочій, отправляющійся въ цилиндръ *ab*, не разомъ будетъ подвергаться вліянію большаго давленія воздуха. Предохранительные клапаны *pp* установлены на давленіе въ 2 атм. Кромѣ этого были поставлены манометры внутри воздушной коробки и внѣ цилиндра *ab*. Трубка *t* служитъ для отлива воды изъ цилиндра *ab*; вода уходила подъ вліяніемъ давленія сжатаго воздуха, нагнетавшагося въ цилиндръ черезъ трубку *g*. Часть сжатаго воздуха выходила также вмѣстѣ съ водой черезъ эту же трубку; діаметръ трубки 2″. Рабочіе могли войти черезъ лазеи въ цилиндръ *ab* и производить углубленіе шахты, непосредственно работая у забоя; но такъ какъ на первыхъ же порахъ явились прорывы породъ, то опустили внутри крѣпи цилиндръ *a′b′*, который могъ двигаться внутри цилиндра *ab*; этимъ опускнымъ цилиндромъ закрѣпляли ниже крѣпи *ab*. Далѣе углубившись въ плотной породѣ (песчаникѣ) на 14½ фут. установили два заклиненныхъ вѣнца и подвели подъ цилиндръ *ab* деревянную водонепроницаемую крѣпь. Тогда опускной цилиндръ *a′b′* приподняли къ верху. Стыкъ между цилиндромъ *ab* и верхнимъ вѣнцомъ сдѣланъ водонепроницаемымъ и кругомъ положено желѣзное кольцо *r*. Ниже заклиненнаго вѣнца углубились при помощи сжатаго воздуха еще на 20 фут. и кувелировали эту часть, такъ что вся глубина шахты равнялась 75 фут. Густота сжатаго воздуха не превосходила 2¼ атмосферъ. Ниже 75 футъ продолжали углублять шахту безъ сжатаго воздуха обыкновенными пріемами, такъ какъ притокъ воды не превосходилъ извѣстныхъ границъ.

[141.] Въ Бельгіи способъ Триже былъ примѣненъ на глубинѣ между 142 и 214 фут., при проводѣ шахты въ Strepry-Branquegnies. Здѣсь на глубинѣ 142 фут. идутъ пески плывучіе въ высшей степени, притокъ воды громадный, толщина этихъ песковъ около 72 фут.; далѣе идетъ каменноугольная почва съ нормальными свойствами. До глубины 142 фут. проходка шахты не представляла затрудненій. Глубже пробовали опускать крѣпь изъ котельнаго желѣза, но неудачно, ибо труба сплющивалась и вслѣдствіе неровнаго опусканія кривилась, такъ что шахту принуждены были бросить и начать другую.

Углубили другую шахту на 142 фут. діаметромъ 11½ фут. Опустили желѣзный цилиндръ въ 79″ діаметромъ, высотой 39″ и ¾″ толщиной стѣнокъ, и укрѣпили внутри желѣзными и чугунными кольцами; этотъ цилиндръ, или—вѣрнѣе,—нижнее звено крѣпи, имѣлъ рѣжущій нижній край (башмакъ). При помощи винтовъ заставляли погружаться цилиндръ, наращивая его новыми звеньями. Погружали въ день на 2—2,6 фут.; на 59 фут. примѣнили мѣшечный буръ и, наконецъ, крѣпь сѣла на сланецъ каменноугольной почвы, пройдя 72,3 фут., т. е. черезъ плывучій песокъ. Сланецъ имѣлъ паденіе 10°, надо было опустить крѣпь въ самый сланецъ, что от-

части достигли при помощи особаго бура; крѣпь вошла однимъ краемъ на 5″, а другимъ на 34″. Здѣсь можно уже было установить водонепроницаемое основаніе для крѣпи; для этой работы и былъ примѣненъ способъ Триже. На горизонтѣ 142 фут. соединили шахту съ другой водоотливной сбойкой, такъ что въ углубляемой шахтѣ столбъ воды не могъ превосходить 72,3 фута. Установили воздушную коробку Триже въ опущенной крѣпи и начали далѣе углублять шахту. Пройдя 14,76 фут. поставили заклиненный вѣнецъ и, внутри желѣзной опускной крѣпи на этомъ заклиненномъ вѣнцѣ, возвели водонепроницаемую крѣпь изъ дерева. Итакъ, достигли глубины около 87 фут. отъ сбойки или 229 фут. отъ поверхности при помощи сжатаго воздуха, давленіе котораго непревосходило 3 атмосферъ.

[142.] Въ Серенъ, въ Бельгіи способъ Триже былъ примѣненъ для прохода шахты на малую глубину около 33 фут., опускная крѣпь здѣсь была чугунная. На фиг. 108 представлена въ общихъ чертахъ эта работа. Первые $11\frac{1}{2}$ фут. пройдены обыкновеннымъ способомъ и шахта была закрѣплена деревомъ, слѣдующіе же 21,32 пройдены способомъ Триже. Воздушная коробка имѣла слѣдующіе размѣры:

Діаметръ	11 фут.
Толщина стѣнокъ	$\frac{1}{2}$″
Высота коробки	7,38 фут.

Часть bb воздушной коробки чугунная, высота ея 54″, діаметръ внутренней $9\frac{1}{2}$ фут. Внутри bb опускалась чугунная крѣпь cc, такъ что bb служила какъ бы направляющимъ цилиндромъ. Крѣпь dd составлена изъ сегментовъ, высота которыхъ — 16″, толщина стѣнокъ — $\frac{3}{4}$″. Крѣпь нажимали 8 винтовыми домкратами. e - f — воздухопроводная трубка, діаметръ ея 4″. При помощи такого расположенія прошли не только песокъ, но еще около 33′ по сланцу, чтобы въ немъ уже основать водонепроницаемый вѣнецъ; убрали башмакъ и опустили крѣпь на этотъ вѣнецъ. Давленіе воздуха не превосходило 1,9 атмосф.

[143.] При углубленіи шахты въ Louviere (Бельгія) пользовались также сжатымъ воздухомъ. Здѣсь прошли 48 фут. по плывучему песку (съ глубины 164 фут.) и 13 фут. по твердымъ породамъ для установки заклиненнаго вѣнца. Внутри желѣзной крѣпи возвели деревянную кувеляцію. Полезный діаметръ шахты былъ 13′. Работа велась подобно тому какъ и въ Strepy. Стоимость углубленія на 62 фут. слѣдующая:

Воздушная коробка съ принадлежностями	3025	руб.
Машина для сжатаго воздуха	3750	„
Трубы	792	„
Проводъ шахты и кувеляція	13569	„
Итого	21136	руб.
а 1 погон. саж.	2380	„

Примѣчаніе. Работа по способу Триже представляется одною изъ самыхъ трудныхъ и опасныхъ горныхъ работъ. Насчитываютъ нѣсколько несчастныхъ случаевъ, случался разрывъ нижняго цилиндра (крѣпи) и проч. Но болѣе всего страдаютъ рабочіе отъ вліянія сжатаго воздуха: поражаются дыхательные и слуховые органы, а также наблюдали болѣзни въ сочлененіяхъ. Блѣдность, потеря аппетита, слабость, вообще болѣзненное состояніе и неспособность къ работѣ на долго — вотъ послѣдствія работы въ сжатомъ воздухѣ. По наблюденіямъ доктора Francois возрастъ рабочаго отъ 18 — 35 лѣтъ и лимфатическій темпераментъ наименѣе подвержены вредному вліянію подобныхъ работъ.

[144.] **Способъ Гибаля.** Изъ того, что было сказано о способѣ Триже видно, что онъ можетъ примѣняться для провода шахтъ по породамъ плывучимъ въ высшей степени, залегающимъ съ поверхности до глубины не болѣе 98½ фут., ибо и при этой глубинѣ давленіе воздуха въ приборѣ доходитъ до 3 атм. Способъ Триже можетъ быть примѣненъ также и для большихъ глубинъ; но при условіи, чтобы давящій столбъ воды не превосходилъ 98½ фут. Способъ Гибаля теоретически можетъ быть примѣненъ для всякихъ глубинъ и не зависитъ отъ величины давящаго столба воды. Къ сожалѣнію, первый и единственный примѣръ примѣненія этого способа на шахтѣ Bonne-Esperance (Бельгія) былъ неудаченъ, по крайне неблагопріятнымъ условіямъ, сложившимся тутъ. Сущность дѣла заключается въ слѣдующемъ. Деревянная кувеляція *a* (фиг. 109, табл. 25) доведена была до глубины 230 фут.; далѣе установили призму *bb* деревянную, надлежащимъ образомъ окованную. Къ призмѣ прикрѣпленъ щитъ *cc*, надъ которымъ возвышается центральная труба *d*. Гидравлическіе прессы *p*, подведенные подъ крѣпь *a*, нажимаютъ призму и заставляютъ ее опускаться. Въ тоже время, чрезъ центральную трубу, опускали подъ щитъ *cc* рѣзакъ *ff*, которымъ разрыхляли породу и затѣмъ вычерпывали ее желонкой. По мѣрѣ опусканія призмы *bb*, крѣпь *aa* наращивалась снизу. Такимъ образомъ можно было углубиться до водонепроницаемыхъ слоевъ; но опусканіе крѣпи по болѣе плотнымъ породамъ, напр. сланцу, идетъ чрезвычайно медленно. Углубившись нѣсколько по водонепроницаемымъ породамъ, расширяютъ шахту подъ призмой, вводятъ туда паклю и заставляютъ осѣсть призму; такимъ образомъ прекращается доступъ воды внутрь шахты.

Такъ было устроено въ Bonne-Esperance; но, къ несчастію, сланецъ оказался трещиноватымъ, водопропускающимъ, явились другія неожиданныя затрудненія — и углубленіе шахты было брошено.

Нижеслѣдующія нѣкоторыя детали относятся до работъ на шахтѣ „Bonne-Esperance“.

Крѣпь *a* — многогранная, діаметръ описаннаго круга — 8,2 фут. Приз-

ма *bb* восьмигранная составлена изъ свинченныхъ брусьевъ (фиг. 110), толщина которыхъ 4″, высота призмы 14¾ фут.; призма съ наружной и съ внутренней стороны окована кубовымъ желѣзомъ толщиною ½″, которое внизу образуетъ рѣжущій край. Къ верхнему краю призмы прикрѣпляютъ мѣдныя пластинки *a*, онѣ плотно прилегаютъ къ деревянной крѣпи.

Призма нажималась 16 прессами, такъ что получалось давленіе на нее въ 24419 пуд. Вода вгонялась подъ поршни прессовъ насосомъ, установленнымъ на поверхности и приводившимся въ движеніе 6 сильной паровой машиной. Діаметръ центральной трубы 2,62 фут. Она имѣла нѣсколько крановъ, такъ что воду можно было впускать въ промежутокъ *u* (фиг. 109), между трубой и крѣпью, когда желали уменьшить давленіе столба воды на забой, въ виду легчайшей его выработки. Изъ пространства *u* вода выкачивается насосомъ.

Рѣзакъ *ff* (фиг. 109) опускается по деревянной штангѣ, 9″ въ квадратѣ, при помощи канатовъ *ii*. Буръ имѣлъ 4 рѣзака *f* съ ровными или зубчатыми лезвеями. Рѣзаки *f* соединены съ муфтой *l* шарнирами *m*, такъ что, когда опускаютъ или поднимаютъ буръ канатами *ii*, то рѣзаки прилегаютъ къ штангѣ. Штанга приводилась въ движеніе системой зубчатыхъ колесъ. Впереди проходили центральную скважину *xx* особымъ рѣзцомъ (фиг. 111) діаметромъ въ 2,6 фут., который также опускали по штангѣ. Породу вычерпывали желонкой.

C. Крѣпленіе нѣкоторыхъ спеціальныхъ выработокъ.

Въ предъидущемъ отдѣлѣ мы разсмотрѣли на столько подробно, на сколько позволяли ограниченные размѣры настоящаго труда, — крѣпленіе штольнообразныхъ и шахтообразныхъ выработокъ. Въ этомъ же отдѣлѣ будутъ приведены способы крѣпленія нѣкоторыхъ спеціальныхъ выработокъ, какъ напр. рудничныхъ дворовъ, помѣщеній для машинъ (машинныхъ камеръ), пунктовъ пересѣченія штрековъ и т. п.

[145.] **Крѣпленіе въ пунктѣ пересѣченія или соединенія двухъ штольнообразныхъ выработокъ.** Случаи пересѣченія или соединенія штольнообразныхъ выработокъ весьма нерѣдки, такъ напр. имѣемъ часто пересѣченіе квершлага со штрекомъ; или въ другомъ случаѣ, если жила развѣтвляется, то отъ этажнаго штрека можетъ отдѣлиться другой штрекъ по простиранію отпрыска жилы. Весьма часты также случаи соединенія основнаго штрека со штреками возстающими и проч.

Если штольнообразныя выработки крѣплены деревомъ, то при началѣ отдѣленія напр. штрека отъ квершлага ставятъ прочный, полный дверной окладъ. На фиг. 112, табл. 25, представленъ подобный случай. Здѣсь

a — квершлагъ, *b* — штрекъ. Дверной окладъ *c* — принадлежитъ квершлагу, а *dd* — стойки дверного оклада штрека *b*. Потолокъ *f* забирается накатникомъ.

Если квершлагъ и штрекъ закрѣплены камнемъ, то въ пунктѣ ихъ пересѣченія можно возвести перекрещивающійся сводъ; но проще будетъ укрѣпить пунктъ пересѣченія такъ, какъ показано на фиг. 113. Здѣсь *a* — квершлагъ, *b* — штрекъ. На фиг. 114, табл. 26 представленъ случай, подобный второму. Пересѣченіе квершлага *a* со штрекомъ *b* закрѣплено съ потолка сводомъ *c*, упирающимся на своды *d d*, принадлежащіе штреку *bb*. Толщина свода *c* — $1\frac{1}{2}$ кирпича, толщина свода *d* — 2 кирпича, высота сводовъ = $\frac{1}{4}$ ширины.

Такъ какъ углы, составляемые пересѣченіемъ боковъ штрека и квершлага, особенно страдаютъ, скоро разрушаются и должны быть очень прочно закрѣплены, то вполнѣ будетъ раціонально, закрѣплять пунктъ пересѣченія выработокъ дверными окладами изъ старыхъ рельсовъ.

[146.] Крѣпленіе рудничныхъ дворовъ. Квершлагъ или штрекъ, подходя къ шахтѣ, обыкновенно нѣсколько расширяется и образуетъ у самой шахты *дворъ*, въ которомъ и производится пріемъ пустыхъ вагоновъ изъ клѣти и нагруженныхъ изъ выработокъ. Слѣдовательно, во всякомъ случаѣ, рудничный дворъ долженъ имѣть ширину достаточную для укладки двухъ рельсовыхъ путей. Дворъ будетъ примыкать къ шахтѣ съ шириной равной ширинѣ двухъ подъемныхъ отдѣленій въ шахтѣ. Иногда же онъ долженъ имѣть еще болѣе значит. ширину, ибо отъ него отдѣляется обводная выработка, открывающая доступъ къ шахтѣ еще и съ противоположной стороны. Высота рудничнаго двора, если клѣть одноэтажная, равна или чаще нѣсколько выше высоты квершлага или штрека, обыкновенно около $6\frac{1}{2}$ — 7 фут.; при многоэтажныхъ клѣтяхъ рудничный дворъ получаетъ значительную высоту и строится въ два этажа или въ четыре; высота каждаго этажа будетъ равна высотѣ этажа клѣти или чаще двумъ этажамъ.

Имѣя въ виду съ одной стороны болѣе значительные размѣры рудничныхъ дворовъ, съ другой стороны — все неудобство ремонтировки, — слѣдуетъ крѣпить ихъ особенно прочно.

На фиг. 115, табл. 26, представленъ рудничный дворъ и часть шахты, закрѣпленные деревомъ. Подходъ къ шахтѣ съ двухъ сторонъ. Шахта закрѣплена вѣнцевою крѣпью на стойкахъ. Стойки *a a* получаютъ вышину равную высотѣ двора. Дворъ закрѣпляется полными дверными окладами, прочные размѣры которыхъ находятся въ зависимости отъ размѣровъ выработки и давленія породъ. Квершлаги *A* и *A'* обыкновенно соединяются между собою обводною выработкой. Даже въ томъ случаѣ, когда отъ шахты идетъ только одинъ квершлагъ, рудничный дворъ дѣлаютъ двойнымъ (съ двухъ противоположныхъ сторонъ шахты), если откатка идетъ дѣятельная,

если добыча велика. Части двора *d* и *d* (фиг. 116), во всякомъ случаѣ, при одно-этажныхъ или двухъ-этажныхъ дворахъ, должны быть соединены обходной выработкой, которая идетъ или непосредственно около шахты, или въ нѣкоторомъ разстояніи отъ послѣдней. Переклады *k* поддерживаются стойками *a a*. Подъ средину перекладовъ *k* подставлять стойки неудобно, онѣ будутъ затруднять маневрированіе вагоновъ, а потому ставятъ *подводы ff*, которые лежатъ на стойкахъ *h h*. Стойки *h h* ставятся нѣсколько въ сторонѣ отъ стоекъ *c c*, чтобы не стѣснять входа въ клѣть.

Однако, крѣпленія стойками и перекладами рудничныхъ дворовъ будетъ вполнѣ соотвѣтствовать требованіямъ прочности только при устойчивыхъ породахъ и относительно не большихъ размѣрахъ выработки. Въ противномъ случаѣ, при ширинѣ двора около 3 саж. и слабыхъ породахъ, слѣдуетъ примѣнять стропильную крѣпь, какъ на фиг. 117. Здѣсь стойки *b b*, при прочной почвѣ, могутъ непосредственно упираться въ почву, въ гнѣзда, или стоять на лежняхъ *i*.

[147.] Прекрасный матеріалъ для крѣпленія обширныхъ рудничныхъ дворовъ представляетъ *желѣзо формы I, или также старые рельсы.* Фиг. 118 даетъ понятіе о крѣпленіи рудничнаго двора желѣзомъ и камнемъ. Стѣнки каменныя, балки изъ I желѣза. Балки располагаются въ разстояніи одна отъ другой на $1\frac{3}{4}$ фут.; на нихъ могутъ быть положены рудничные рельсы, замѣняя собою накатникъ. На фиг. 119 представлено два вида крѣпленія рудничнаго двора *A* и *B* старыми рельсами. Разстояніе между дугами *b*—maximum 6 футъ. Соединеніе рельсовъ въ *i* можетъ быть произведено муфтами или подобно тому, какъ при крѣпленіи штрековъ (см. крѣпленіе штрековъ желѣзомъ). Потолокъ покрываютъ различно: рудничными рельсами (*A*), *положенными сплошь*, или съ нѣкоторыми промежутками и прикрытыми чугунными досками (*B*), или наконецъ горбылями, накатникомъ и т. п. При значительной ширинѣ двора необходимо поддержать дуги *b b* подводами *o* и колонами *n*; колоны ставятся или подъ каждую дугу или только подъ нѣкоторыми. Подводы и колоны могутъ быть составлены также изъ рельсовъ, связанныхъ желѣзными обручами. Изъ старыхъ рельсовъ можно составить и стропильную крѣпь.

Если балки изъ рельзовъ прямыя, то вмѣсто накатника покрываютъ потолокъ сводами, фиг. 120; при этомъ разстояніе между балками можетъ быть отъ $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{4}$ фут.

[148.] Рудничные дворы при значительномъ давленіи породъ могутъ быть закрѣплены *сводообразною крышею изъ дерева или камня.* Деревянные своды въ этомъ случаѣ вполнѣ отвѣчаютъ назначенію: они очень прочны, устойчивы и менѣе дороги, нежели кирпичные. Кромѣ этого, до извѣстной степени они устойчивѣе каменныхъ, если принять въ соображеніе нѣкоторое движеніе, осадку породъ, вслѣдствіе близъ находящихся горныхъ

работъ. Лѣсъ можетъ идти сюда короткій, недорого стоющій. На фиг. 121, табл. 27, представленъ рудничный дворъ, закрѣпленный деревяннымъ сводомъ. Толщина клиньевъ около 12″, длина 20″. По внѣшней поверхности сводъ стянутъ желѣзными обручами *a*. Такимъ же образомъ можно закрѣпить выработку деревянною многогранною крѣпью, составленною изъ косяковъ, скрѣпленныхъ по угламъ желѣзными связями.

Рудничные дворы могутъ быть закрѣплены также и кирпичными сводами, при этомъ кладка возводится по шаблонамъ совершенно также, какъ при крѣпленіи штрековъ. Для примѣра, если положимъ, что ширина рудничнаго двора должна быть 20 фут., высота 10 фут., тогда толщина стѣнъ—$2\frac{1}{2}$ кирпича, толщина свода—2 кирпича, высота свода—$6\frac{1}{2}$ футовъ. Основаніе стѣнокъ закладывается ниже почвы выработки на 8″.

[149.] Если шахта закрѣплена камнемъ и имѣетъ форму поперечнаго сѣченія круглую или эллиптическую, а форма поперечнаго сѣченія рудничнаго двора прямоугольная, — то *пересѣченіе шахты съ дворомъ* будетъ представлять раму, составленную изъ двухъ вертикальныхъ прямыхъ сторонъ и двухъ горизонтальныхъ дугъ. Вертикальныя стороны представляютъ прочныя деревянныя или чугунныя стойки, а горизонтальные — деревянные или металлическіе полувѣнцы *A* (фиг. 122), концами *a* задѣланные въ кладку, а концами *b*—въ гнѣзда, образованныя въ породахъ боковъ шахты.

Если же шахта и рудничный дворъ закрѣплены кирпичемъ, то соединеніе крѣпей видно изъ фиг. 122; полувѣнецъ *a* такой формы, какъ на фиг. 122, *A*.

На рудникѣ Haussu (Бельгія) рудничный дворъ и шахта закрѣплены камнемъ и имѣютъ эллиптическую форму (фиг. 123). *D* — рудничный дворъ, длиною около 24 фут., высота двора или длинная ось эллипсиса —15 фут., ширина или малая ось — 11,4 фут. *B* — подъемное отдѣленіе шахты, *A*, *C*, *K*, отдѣленія, предназначенныя для насосовъ, лѣстницъ, вентиляціи и проч.

Кирпичъ вообще считается не вполнѣ пригоднымъ для крѣпленія рудничныхъ дворовъ, особенно въ томъ случаѣ, если породы относительно слабыя. Нерѣдко наблюдается нѣкоторая осадка и даже искривленіе крѣпи въ шахтѣ, что очень неблагопріятно вообще для крѣпи и для крѣпи рудничнаго двора и его соединенія съ шахтой—въ особенности. Въ виду этихъ соображеній, лучшимъ матеріаломъ для рудничныхъ дворовъ надо считать желѣзо, а затѣмъ дерево.

[150.] **Крѣпленіе помѣщеній для машинъ.** Нерѣдко приходится устанавливать въ рудникѣ различнаго рода машины, паровые котлы и т. п. Для помѣщенія подобныхъ устройствъ вырабатываютъ обширныя камеры, которыя и крѣпятся деревомъ, камнемъ или металломъ въ сущности совершенно такъ, какъ рудничные дворы или штреки большихъ размѣровъ. Такъ какъ

машины, устанавливаемыя въ рудникѣ, какъ напр. насосы, откаточныя машины и т. п., принадлежатъ вообще къ типу горизонтальныхъ машинъ, то камеры для нихъ не получаютъ значительной высоты.

Камеры для откаточныхъ машинъ, занимающихъ небольшое пространство, располагаются различнымъ образомъ: или въ концѣ откаточнаго штрека, подобно тому, какъ на фиг. 124, гдѣ a и b — шахты, R — откаточный штрекъ, m — помѣщеніе для машины; или располагаютъ машины съ боку откаточнаго штрека, какъ на фиг. 125, гдѣ M — камера для помѣщенія машины; или, наконецъ, располагаютъ откаточную машину ниже почвы откаточнаго штрека, что частію зависитъ отъ системы откатки (см. отдѣлъ рудничной механической откатка). Каждая изъ трехъ приведенныхъ системъ помѣщеній машинъ имѣетъ свои выгоды и недостатки по отношенію къ наивыгоднѣйшему дѣйствію механической откатки. Чаще всего встрѣчаемъ второе расположеніе машинныхъ камеръ. Въ случаѣ, если откаточная машина — паровая и паровые котлы установлены тутъ же, внутри рудника, то для всего устройства возводятъ камеры неподалеку отъ шахты, обокъ съ откаточнымъ штрекомъ. На фиг. 127, табл. 28, представлено одно изъ подобныхъ расположеній. Камеры a и b предназначены для откаточныхъ машинъ, камера c — для паровыхъ котловъ. Значительныхъ размѣровъ камеры, для какой бы цѣли онѣ не предназначались, не слѣдуетъ располагать очень близко къ шахтамъ, чтобы не ослаблять послѣднихъ Понятно, что камеры для котловъ крѣпятся всегда кирпичемъ.

На фиг. 126, табл. 27, представлено крѣпленіе камеры для помѣщенія воротка R, для подъема по гезенку A.

Камеры для насосовъ располагаются или въ нижнемъ горизонтѣ работъ или, въ виду болѣе равномѣрнаго дѣйствія насосовъ и др. причинъ (см. горную механику), помѣщаютъ ихъ выше нижняго горизонта, т. е. значительно выше зумфа. На фиг. 128, табл. 28, представлена камера на рудникѣ Montceau, расположенная на горизонтѣ почти 138 саженъ и выше зумфа почти на 17 саженъ. Камера возведена изъ кирпича, крѣпь сомкнутая. Камера соединена съ главнымъ откаточнымъ штрекомъ гезенкомъ.

На фиг. 129 представлена насосная камера на Ново-Анатольевской шахтѣ въ Тагилѣ. Камера расположена на глубинѣ 84 саж., полная же глубина шахты 87 саж., насосъ въ 120 силъ, системы Камерона. Камера закрѣплена деревомъ, многогранною крѣпью. Относительно этого частнаго случая, надо замѣтить, что камера нѣсколько близко расположена къ шахтѣ, особенно если принять во вниманіе систему насоса, имѣющаго не равномѣрный ходъ.

ГЛАВА IV.

Подготовительныя и очистныя работы.

(Табл. 29—39.)

I. Подземныя работы.

1. Подготовка мѣсторожденій къ очистной добычѣ.

[151.] **Открытіе рудника.** Какъ было уже выше замѣчено, детальная развѣдка должна вырѣшить вопросъ о благонадежности мѣсторожденія. Если мѣсторожденіе заслуживаетъ разработки, то предварительно оно должно быть *подготовлено* къ ней. Работы начинаются съ того, что достигаютъ опредѣленнаго пункта въ мѣсторожденіи, на извѣстной глубинѣ, при помощи шахтъ, штолень или, наконецъ, при помощи тѣхъ и другихъ выработокъ, вмѣстѣ взятыхъ.

Открытіе работъ штольнами, если мѣстныя условія позволяютъ проводъ послѣднихъ, имѣетъ извѣстныя преимущества надъ открытіемъ работъ шахтами въ томъ отношеніи, что штольны допускаютъ наиболѣе дешевую откатку и отводъ воды изъ выработокъ. Однако, открытіе работъ шахтами обусловливается не только рельефомъ мѣстности, не допускающимъ провода штольны, но къ нимъ необходимо прибѣгать и тогда, когда верхніе горизонты мѣсторожденія уже выработаны, ниже горизонта долинъ, изъ которыхъ можно было бы заложить штольну. Кромѣ этого шахты имѣютъ, въ свою очередь, и извѣстныя преимущества вообще надъ штольнами: пунктъ ихъ заложенія можетъ быть избранъ до извѣстной степени произвольно, между тѣмъ какъ заложеніе штоленъ обусловливается гораздо большимъ числомъ побочныхъ обстоятельствъ и, при желаніи пересѣчь мѣсторожденіе на данной глубинѣ, пришлось бы, при извѣстномъ очертаніи мѣстности, придать штольнѣ чрезвычайную длину.

Вертикальныя шахты вообще предпочитаются наклоннымъ, особенно если требуется установъ большихъ размѣровъ насосовъ и производительность рудника имѣется въ виду довести до значительной величины, ибо скорость подъема можетъ быть большею при вертикальныхъ шахтахъ, нежели при наклонныхъ. Однако имѣются примѣры наклонныхъ шахтъ для каменноугольныхъ рудниковъ (часто въ С. Америкѣ) и даже ломанныхъ шахтъ на металлическихъ рудникахъ напр. въ Англіи.

[152.] **Число шахтъ.** Ддля открытія рудника недостаточно одной шахты или одной штольны, или вообще недостаточно, чтобы рудникъ сообщался съ поверхностію *черезъ одно отверстіе*. Послѣднее можно допустить только, какъ исключеніе, при малыхъ рудникахъ или въ тѣхъ исключительныхъ случаяхъ, когда проводъ шахтъ сопряженъ съ чрезвычайными затрудненіями и расходами, какъ напр. при породахъ водопропускающихъ и плывучихъ въ высшей степени. Какъ общее правило надо положить, что *рудникъ долженъ сообщаться съ поверхностью по крайней мѣрѣ черезъ два отверстія, иначе говоря, долженъ имѣть двѣ шахты или шахту и штольну*. Только при этомъ условіи можно разсчитывать на надлежащее провѣтриваніе рудника, на большую безопасность рабочихъ и проч.

Въ Бельгіи, въ прежнее время, рудникъ открывали обыкновенно двумя шахтами, изъ которыхъ одна предназначалась для подъема угля, для насосовъ и для лѣстницъ; другая же, обыкновенно круглая, — для выхода рудничнаго возхуда[1]). Въ настоящее время часто находимъ три шахты: 1-я исключительно для подъема угля; 2-я для насосовъ, лѣстницъ и иногда имѣетъ небольшое запасное подъемное отдѣленіе; 3-я исключительно воздушная.

Въ Англіи обыкновенно открываютъ работы двумя шахтами, объ предназначаются для подъема и вентиляціи; если же представляется необходимость въ насосахъ (что здѣсь очень рѣдко случается), то проводятъ для нихъ спеціальную шахту.

[153.] **О размѣрахъ и формѣ поперечнаго сѣченія,** какъ шахтъ, такъ и штолень, было говорено уже достаточно подробно въ отдѣлѣ горныхъ выработокъ. Здѣсь замѣтимъ только, что размѣры этихъ выработокъ должны быть точно опредѣлены, строго ограничены назначеніемъ ихъ, безъ всякихъ излишковъ и запасовъ.

О выборѣ мѣста для заложенія шахтъ также было уже говорено выше. Въ большинствѣ случаевъ шахты закладываются въ висячемъ боку; но, при извѣстныхъ условіяхъ, выгоднѣе опустить шахту въ лежачемъ боку мѣсторожденія: при мощныхъ мѣсторожденіяхъ, если вслѣдствіе очистныхъ работъ происходитъ осѣданіе породъ висячаго бока, которое можетъ нарушить правильное положеніе шахты, или если породы висячаго бока крутопадающаго мѣсторожденія неблагопріятны проводу шахты.

[154..] **Общій ходъ подготовки шахтами.** Представимъ себѣ пласты каменнаго угля *ff* и *cc* (фиг. 1, табл. 29), на которые опущены шахты *a* и *b*. Отъ шахтъ до пласта достигаютъ квершлагами *nn* и *mm*. Отъ пункта пересѣченія квершлаговъ съ пластомъ, проведены штреки по

---

[1]) Напомнимъ, что рудники Бельгіи отличаются присутствіемъ рудничнаго газа

пластамъ $k\,k'$ и $l\,l'$, которые соединяются между собою возстающими штреками s и t. Основной штрекъ и квершлагъ долженъ имѣть уклонъ къ шахтѣ (см. горныя выработки). Въ Бельгіи этотъ уклонъ обыкновенно около 0,005. Установивъ подъемныя устройства и насосы въ шахтѣ a, вентиляторъ или воздушную печь на шахтѣ b и этимъ достигнувъ провѣтриванія выработокъ, оканчиваютъ первый періодъ подготовительныхъ работъ.

Если проведемъ горизонтальныя плоскости на горизонтахъ почвъ квершлаговъ, то часть мѣсторожденія, которая будетъ ограничиваться этими плоскостями, носитъ названіе *этажа*. Вертикальное разстояніе между этими горизонтальными плоскостями или, что одно и тоже, вертикальное разстояніе между квершлагами h называется *вертикальной высотой этажа;* а разстояніе между этажными штреками по пласту называется *наклонной высотой этажа.*

Верхняя граница поля опредѣляется основнымъ штрекомъ выработаннаго, выше лежащаго поля или воздушнымъ штрекомъ. Горизонтъ перваго воздушнаго штрека назначается въ зависимости отъ мѣстныхъ условій и иногда опредѣляется горными законами. Напр. въ Бельгіи, въ жилыхъ мѣстахъ первый воздушный ходъ долженъ быть заложенъ на глубинѣ не менѣе 50 саж. *Нижняя граница поля* — самый нижній основной откаточный штрекъ. Длина штрековъ опредѣляетъ *границы поля по простиранію пласта.* Поле можетъ обнимать собою нѣсколько этажей.

На фиг. 2 представленъ случай пологопадающаго пласта: шахта a — рудоподъемная и водоподъемная, b — воздушная шахта, c — основной штрекъ по простиранію, ограничивающій поле по паденію пласта. Верхняя граница поля опредѣляется основнымъ штрекомъ выше лежащаго, выработаннаго уже поля. При помощи соединительныхъ ходовъ $n\,n$ устанавливаютъ циркуляцію воздуха.

[155.] Подготовка штольной. Первоначальная подготовка можетъ быть произведена также и штольнами. На фиг. 3 представлена подготовка на пластѣ [1]) $x\,x$. Этажъ $d\,e$ ограниченъ снизу этажнымъ штрекомъ d, сверху штольной e; слѣдующій, выше лежащій этажъ $e\,r$ ограниченъ штольнами e и r.

Окончивъ предварительную подготовку, можно было-бы уже начать добычу каменнаго угля изъ забоевъ $z\,z$, какъ и представлено на правомъ крылѣ пласта $f\,f$ (фиг. 1), гдѣ R пространство выработанное уже и заложенное пустой породой. Обыкновенно забой получаетъ извѣстную форму, какъ напр. въ пластѣ $f\,f$ забою придана форма уступовъ $z\,z$. На примѣрѣ (фиг. 2) работа можетъ начаться отъ ходовъ $n\,n$.

---

[1]) Примѣръ представляетъ разработку мѣдныхъ рудъ въ Мансфельдѣ.

На фиг. 3 работы ведутся сплошными забоями *A* и *B* въ верхнемъ этажѣ. Въ другихъ случаяхъ поля или этажи, прежде чѣмъ начнется выемка, должны быть подготовлены извѣстнымъ образомъ, напр. разрѣзаны на столбы, которые потомъ и вынимаются на очистку, какъ на фиг. 1 въ пластѣ *c c*.

Итакъ, собственно добыча можетъ происходить различнымъ образомъ, форма и расположеніе забоевъ могутъ быть разнообразны. Это-то разнообразіе подготовки, формы и направленія забоевъ опредѣляетъ собою то, что называютъ *системой очистныхъ работъ*.

[156.] **Порядокъ подготовки этажей.** Допустивъ, что какою бы то ни было системой этажъ № 1 (фиг. 1 и 1bis) выработанъ, тогда шахты *a* и *b* углубляютъ далѣе, проводятъ новые квершлаги и такимъ образомъ подготавляютъ этажъ № 2, для котораго основной квершлагъ *m m* этажа № 1 можетъ уже служить воздушнымъ штрекомъ; слѣдовательно, воздушную шахту можно углубить только до горизонта квершлага *m m*. По мѣрѣ выемки этажей, шахты углубляются все болѣе и болѣе и этажи образуются въ *нисходящемъ порядкѣ*. Но можетъ быть другая система образованія этажей: шахту проводятъ до опредѣленной глубины, во всякомъ случаѣ болѣе или менѣе значительно большей нежели въ первомъ случаѣ, и подготавляютъ этажъ № 1, по выработкѣ его, подготовляютъ этажъ № 2, *выше* перваго и т. д. т. е. образуютъ этажи *въ восходящемъ порядкѣ*.

При пологопадающихъ пластахъ (фиг. 2) по выработкѣ поля *A*, слѣдующее поле *B* подготовляютъ различно: или углубляютъ старыя шахты и достигаютъ пласта длинными квершлагами (подобно тому, какъ при круто падающихъ пластахъ); но здѣсь длина этихъ квершлаговъ можетъ получиться чрезвычайно большою, а потому находятъ болѣе выгоднымъ углубить новую шахту, расположенную ниже по паденію пласта, или, наконецъ подготавливаютъ выемочное поле *B* изъ основнаго штрека *C* поля *A*, проводя штрекъ внизъ по паденію пласта. Послѣдній способъ, отстраняющій углубленіе старой шахты или проведеніе новой, обусловливается: 1) угломъ паденія пласта, который не можетъ быть болѣе 15°, иначе доставка нагруженныхъ вагоновъ по возстающему штреку дѣлается затруднительной и 2) малымъ притокомъ рудничныхъ водъ. Такими благопріятными условіями пользуются многіе рудники въ Англіи, гдѣ почти нѣтъ воды, уголъ паденія незначительный, но подъемъ угля по возстающему штреку производится обыкновенно машинами (см. механическая откатка); подобный же случай мы имѣемъ на Грушевскихъ рудникахъ, гдѣ подъемъ вагоновъ производится лошадьми, а отливъ воды водостолбовыми машинами.

Все, выше изложенное, представляетъ въ сжатомъ видѣ общій ходъ первоначальной подготовки мѣсторожденія къ добычѣ; разсмотримъ теперь болѣе подробно частные вопросы.

[157.] **Размѣры подготовительныхъ выработокъ. а. Высота этажей** опредѣляется прежде всего въ зависимости отъ угла паденія пласта: чѣмъ этотъ уголъ больше, тѣмъ большею можетъ быть взята вертикальная высота этажа и обратно. Вообще вертик. высота измѣняется отъ 7—30 саж. При пологомъ паденіи эта высота, какъ напр. въ Вестфаліи,—15 сажень, при очень крутомъ доходитъ до 40 саж.; но такой этажъ часто подраздѣляется промежуточными штреками на подъ-этажи.

При разработкѣ *жильныхъ мѣсторожденій, этажи могутъ имѣть вообще меньшую высоту* въ томъ случаѣ, если рудныя частицы неравномѣрно распредѣлены по жильной породѣ: тогда, чѣмъ меньше будетъ высота этажей, тѣмъ, слѣдовательно, чаще будутъ проводиться основные штреки, а потому тщательнѣе будетъ развѣдываться жила. Съ другой стороны, если проводъ этажныхъ штрековъ при жильныхъ мѣсторожденіяхъ обходится вообще дорого, и, въ случаѣ тонкихъ жилъ, добыча руды, при проходѣ штрека, обходится значительно дороже, нежели при очистной выемкѣ. то выгоднѣе придавать болѣе значительную высоту этажамъ и наоборотъ.

При малой высотѣ этажей увеличивается потеря угля въ предохранительныхъ столбахъ и увеличиваются расходы на частый проводъ квершлаговъ, но съ другой стороны облегчается вообще доставка.

Высота этажей опредѣляется также въ нѣкоторой степени и избранною системою очистныхъ работъ, на что будетъ указано впослѣдствіи. При очистныхъ работахъ будетъ указано на примѣры высоты этажей въ различныхъ случаяхъ. Вообще на высоту этажей вліяютъ многоразличныя причины, требованія; задача для инженера и состоитъ въ согласованіи ихъ въ направленіи наиболѣе экономичномъ для рудника.

Понятно, что чѣмъ глубже опущена шахта, тѣмъ большее для нея должно быть подготовлено поле. Иными словами, — чѣмъ больній капиталъ задолжается на подготовительныя работы, тѣмъ больше должна быть производительность рудника, дабы погашеніе капитала падало малымъ накладнымъ расходомъ на единицу вѣса добываемаго полезнаго ископаемаго.

b. Длина квершлаговъ. Если шахта неглубока, если проводъ ея обходится дешево, то длина квершлаговъ можетъ быть незначительна: 50 — 75 саж. съ каждой стороны шахты (если разработывается нѣсколько параллельныхъ пластовъ); такъ что по направленію линіи паденія пластовъ шахты будутъ располагаться въ разстояніи 100 — 150 сажень. Если же проводъ шахтъ обходится дорого, напр. при водопроницаемыхъ породахъ въ высшей степени, или если глубина шахтъ значительна, то длина квершлаговъ можетъ достигать до 250 — 300 сажень и до 500 саж. въ обѣ стороны отъ шахты, такъ что шахты по направленію линіи паденія пластовъ будутъ располагаться въ разстояніи до 1000 саж. и болѣе.

Проводъ квершлаговъ обходится обыкновенно дорого, но затѣмъ длинные квершлаги не представляютъ особенно чувствительныхъ неудобствъ, ибо ремонтъ ихъ крѣпи стоитъ дешево, вслѣдствіе того, что они проходятъ по крѣпкимъ породамъ, доставка же лошадьми или, еще выгоднѣе, машинами при хорошо устроенныхъ рельсовыхъ путяхъ (а этого всегда можно достигнуть при хорошей почвѣ), обходится очень дешево.

c. **Длина основныхъ штрековъ.** Что касается до этажныхъ и основныхъ штрековъ, то развитіе ихъ также находится въ зависимости отъ глубины и стоимости провода шахтъ. Длина ихъ иногда опускается до 50 саж. съ каждой стороны квершлага; слѣдовательно, разстояніе между шахтами, по направленію простиранія пластовъ, будетъ только 100 саж., если проводъ этихъ шахтъ требуетъ малыхъ издержекъ. Въ противномъ же случаѣ, при дорогостоющихъ шахтахъ, при значительной ихъ глубинѣ, при значительныхъ вообще шахтныхъ устройствахъ, подъемахъ, насосахъ и т. п., длина основныхъ штрековъ доходитъ до 250 — 300 саж., даже до 500 саж. и болѣе. Однако нельзя сказать, чтобы длина основныхъ штрековъ вообще могла возростать подобно квершлагамъ, не увеличивая значительно накладныхъ расходовъ, ибо, проходя по болѣе слабымъ породамъ, штреки требуютъ иногда очень большихъ расходовъ на ремонтъ крѣпи, что и обусловливаетъ отчасти предѣлы ихъ длины. Если разработка идетъ на нѣсколькихъ параллельныхъ пластахъ и если содержаніе этажныхъ штрековъ для каждаго пласта обходится очень дорого, то поддерживаютъ только одинъ штрекъ, по которому и производится откатка и отъ котораго квершлаги идутъ на параллельные пласты. Иногда выгоднымъ находятъ этажный штрекъ проводить по пустой породѣ, напр. въ лежачемъ боку, какъ это встрѣчаемъ при разработкѣ крутопадающихъ, мощныхъ пластовъ каменнаго угля.

[158.] **Предохранительные столбы.** Такъ какъ квершлаги располагаются (въ вертикальной плоскости) надъ тѣми частями мѣсторожденія, которыя предназначены къ выемкѣ на очистку, то необходимо для прочности, или устойчивости квершлаговъ въ упомянутыхъ частяхъ мѣсторожденія оставлять *предохранительные столбы* подъ квершлагами, слѣдовательно по обѣ стороны вертикальной плоскости, проведенной по оси квершлага. На фиг. 1, табл. 29 предохранительный цѣликъ будетъ $1^{s}l$. Уголъ паденія мѣсторожденія, его мощность и свойства породъ, его заключающихъ, опредѣляютъ въ частномъ случаѣ размѣры этихъ столбовъ и возможность хотя частію впослѣдствіи ихъ выработать. Во всякомъ случаѣ нѣкоторая потеря каменнаго угля въ этихъ предохранительныхъ столбахъ неизбѣжна и minimum этой потери достигается при условіи, чтобы *этажные квершлаги были проведены въ одной вертикальной плоскости и по прямой линіи*. Квершлаги закладываются очень часто нѣсколько въ сторонѣ отъ шахты, напр. на 5 саж.

Подобные же предохранительные столбы оставляются также подъ штольнами и штреками. Въ Вестфаліи этимъ столбамъ придаютъ вертикальную высоту не менѣе 10 саж. Предохранительные цѣлики оставляются также и около шахтъ, какъ напр. на фиг. 2 [1]).

[159.] Глубина, на которой приходится разрабатывать поля, натурально, постоянно возростаетъ, по мѣрѣ выемки мѣсторожденія въ верхнихъ горизонтахъ.

Въ настоящее время глубина шахтъ доходитъ до огромныхъ размѣровъ. Ниже приводимъ таблицу наиболѣе глубокихъ шахтъ въ различныхъ странахъ.

Государство.	Округъ или провинція.	Мѣсто.	Предметъ добычи.	Названіе шахты или рудника.	Глубина въ сажеяхъ.
Вюртенбергъ.	Neckarsulm.	Jagstfeld.	Соль.	Friedrichshall.	77,85
Россія.	Тагилъ.	Мѣднорудянск.	Мѣдь.	Темнопавловск.	93
Бавярія.		Stockheim.	Каменн. уголь.	Max.	126,20
Португалія.	Aveiro.	Palhal.	Мѣдь.	Taylor.	154,20
Баденъ.	Offenburg.	Hangenbach.	Каменн. уголь.	Hauptschacht.	154,67
Нидерланды.	Limburg.	Kerkrade.	Каменн. уголь.	Wilhelm.	156,08
Швеція.	Oestergöthland.	Bersbo.	Мѣдь.		196,85
Италія.	Grosseto.	Gavorrano.	Лигнитъ.	Monte Masio.	206,23
Испанія.	Guadalajara.	Canada vedata.	Серебро.	La Suerte.	221,23
Венгрія.	Hont.	Schemnitz.	Золото и сер.	Amalia.	253,09
Норвегія.	Söndenfjeld.	Kongsberg.	Серебро.	Armengrube.	267,16
Франція.	Loire.	St. Chaumont.	Каменн. уголь.	St. Luc.	320,12
Великобритан.	Lancoschire.	Wigan.	Каменн. уголь.	Rosenbridge.	349,18
Пруссія.	Zellerfeld.	St. Andreasberg	Серебро.	Samson.	361,84
Саксонія.	Zwickau.	Zwickau.	Каменн. уголь.	Einigkeit.	376,88
Бельгія.	Hennegau.	Gilly.	Каменн. уголь.	Viviers Reunis Simon et Lamb.	404,47
Австрія.	Pribram.	Birkenberg.	Свинецъ и сер.	Adalbert.	468,70

[1]) Опредѣленіе размѣровъ предохранительныхъ столбовъ. См. Глава V. В. Освобожденіе рудниковъ отъ воды.

Разработка каменнаго угля у насъ на Ю. Россіи ведется на глубинѣ, непревосходящей 65 саж., слѣдовательно наши рудники работаютъ еще почти только на выходахъ, близко къ поверхности. При такой ограниченной глубинѣ размѣры полей относительно могутъ быть невелики, шахты могутъ быть заложены въ недалекомъ разстояніи одна отъ другой; далѣе по мѣрѣ углубленія шахтъ, по мѣрѣ, слѣдовательно, выемки верхнихъ частей пластовъ, поля должны получать большіе размѣры, работы вообще должны все болѣе и болѣе сконцентрировываться около немногихъ центровъ, шахтъ, устройства которыхъ: подъемы, насосы и т. п. должны принимать соотвѣтственно все большіе и большіе размѣры.

[160.] **Направленіе, по которому должны быть подготовляемы этажи.** Вопросъ о наивыгоднѣйшемъ направленіи образованія этажей крайне важенъ. Лотиеръ въ своей превосходной статьѣ, трактующей о правилахъ, которыми слѣдуетъ руководствоваться при разработкѣ каменноугольныхъ флецовъ, говоритъ по поводу этого вопроса слѣдующее. Для рудниковъ съ подготовкой шахтами, образованіе этажей можетъ производиться двояко: 1) коль скоро работы на *первомъ* этажѣ подвинулись достаточно впередъ, то углубляютъ шахту и начинаютъ подготовлять *второй* этажъ, ниже перваго; или 2) опускаютъ съ самаго начала шахту до той глубины, до которой вообще предполагаютъ дойти въ этомъ мѣстѣ, подготавливаютъ сперва *нижній* этажъ, далѣе переходятъ *выше*, образуютъ второй верхній этажъ и т. д. При первой системѣ подготовки этажей или выемочныхъ полей, работы ведутся *подъ* выработаннымъ ранѣе пространствомъ, при второй системѣ — *надъ* выработаннымъ ранѣе пространствомъ. При этой послѣдней системѣ (образованіе этажей въ восходящемъ порядкѣ), съ самаго начала разработки мѣсторожденія, требуется установъ относительно сильныхъ подъемныхъ машинъ, насосовъ и ихъ усиленной работы и только впослѣдствіи, при образованіи верхнихъ этажей, работа облегчается. При первой же системѣ (подготовка этажей въ нисходящемъ порядкѣ) наблюдаемъ обратное явленіе: работа машинъ должна постепенно увеличиваться по мѣрѣ углубленія шахтъ и развитія вообще работъ. Напряженное или усиленное дѣйствіе въ первомъ случаѣ требуется отъ машинъ только что установленныхъ, новыхъ; а во второмъ случаѣ отъ машинъ, поработавшихъ уже нѣкоторое время, старыхъ.

Когда разработка начинается съ низшихъ этажей въ восходящемъ порядкѣ, то находящаяся *надъ* разработываемымъ этажемъ нетронутая еще часть мѣсторожденія служитъ защитой отъ просачиванія поверхностныхъ водъ, такъ что притокъ воды въ рудникѣ не будетъ очень значительнымъ. Если же напротивъ, работы будутъ вестись въ обратномъ направленіи, т. е въ нисходящемъ порядкѣ, то даже при соотвѣтствующихъ мѣрахъ предосторожности, оставленіемъ предохранительныхъ столбовъ и т. п., возможно

только уменьшить прониканіе въ глубину, собравшихся въ высшихъ горизонтахъ водъ; но устранить совершенно притокъ этихъ водъ—нельзя.

При образованіи этажей или выемочныхъ полей въ восходящемъ порядкѣ, долженъ быть предварительно извѣстенъ низшій предѣлъ, съ котораго разработка можетъ быть начата съ выгодой; опредѣленіе этой границы представляетъ вопросъ весьма сложный, допускающій ошибки. При подготовкѣ же въ нисходящемъ порядкѣ, въ этомъ предварительномъ опредѣленіи низшей границы нѣтъ надобности, ибо эта граница сама собою опредѣлится, по мѣрѣ развитія работъ. Это послѣднее обстоятельство составляетъ весьма важное преимущество второй системы (нисходящей).

Вторая система для своего осуществленія, съ самаго начала, требуетъ затраты значительнаго капитала и долго не позволяетъ открыть очистную добычу. Между тѣмъ, какъ первая система требуетъ меньшаго основнаго капитала и позволяетъ скорѣе открыть очистныя работы.

Слѣдовательно, съ экономической точки зрѣнія, нисходящій порядокъ вполнѣ раціоналенъ. Опустить же шахту съ самаго начала на большую глубину, на мѣсторожденіе, которое можетъ быть недостаточно еще глубоко изслѣдовано, затратить значительный капиталъ и при этомъ въ далекомъ будущемъ ожидать начала его погашенія — въ коммерческомъ отношеніи не выдерживаетъ критики.

Изъ всѣхъ выше приведенныхъ соображеній, можно сдѣлать слѣдующіе выводы:

1) Образованіе этажей въ восходящемъ направленіи, съ технической точки зрѣнія, наиболѣе раціонально; въ особенности, если паденіе не особенно крутое, такъ что средней величины предохранительные столбы вверху достаточны для образованія устойчиваго основанія и подъ подготовляемый выше этажъ.

2) Восходящая система подготовки требуетъ задолженія значительнаго основнаго капитала и точнаго знакомства съ напластованіемъ флецовъ, съ характеромъ ихъ, съ мѣстными условіями и т. п., для надлежащаго опредѣленія низшаго горизонта для начала работъ.

3) Пункты первый и второй приводятъ къ тому заключенію, что восходящая система можетъ имѣть мѣсто преимущественно тамъ, гдѣ требуется разработка отдѣльныхъ частей котловины, подъ которыми нѣтъ болѣе стоющихъ разработки пластовъ или таковые находятся въ большомъ отъ первыхъ разстояніи, или же когда глубже лежащіе пласты содержатъ уголь, цѣнность котораго не допускаетъ выгодной его разработки.

4) Подготовка этажей въ нисходящемъ порядкѣ должна быть принята, какъ общее правило, которому обыкновенно и слѣдуютъ на практикѣ. Она оказывается исключительно раціональной въ тѣхъ мѣсторожденіяхъ, характеръ которыхъ на значительной глубинѣ мало изслѣдованъ. При этой си-

стемѣ весьма важно то обстоятельство, что развитіе рудника въ глубь можетъ идти на счетъ прибылей отъ дешевыхъ работъ въ верхнихъ горизонтахъ, не требуя значительнаго основнаго капитала.

Въ мѣсторожденіяхъ съ рудничнымъ газомъ примѣненіе второй системы невозможно.

При пластахъ, залегающихъ почти горизонтально, примѣненіе той или другой системы совершенно безразлично.

[161.] Порядокъ разработки параллельныхъ пластовъ. Говоря вообще, работы должны идти *въ нисходящемъ порядкѣ*, т. е. начиная отъ пластовъ, залегающихъ въ висячемъ боку и направляясь къ пластамъ, залегающимъ въ лежачемъ боку. Напр. на фиг. 1, начинаютъ съ разработки пласта *ff* и потомъ уже переходятъ къ пласту *cc*. Это правило основывается на томъ, что выемка на очистку извѣстной части пласта, хотя бы даже и съ закладкой выработаннаго пространства пустой породой, производитъ, *вслѣдствіе осѣданія кровли, нѣкоторое разстройство въ пластахъ*, залегающихъ въ висячемъ боку; слѣдовательно, разработка пласта, находящагося въ висячемъ боку, *послѣ* разработки пласта, расположеннаго въ лежачемъ боку, будетъ сопряжена съ нѣкоторыми затрудненіями по отношенію къ крѣпленію и наконецъ можно ожидать большаго количества мелкаго угля. Но практика показываетъ, что если закладка производится надлежащимъ образомъ и если пластъ, расположенный въ висячемъ боку, малой мощности и находится отъ ниже залегающаго пласта на разстояніи не менѣе 10 саженъ, то онъ не претерпѣваетъ разстройства, хотя при этомъ общее опусканіе и можетъ имѣть мѣсто; но оно происходитъ равномѣрно. Это опусканіе, какъ нѣкоторые полагаютъ, можетъ даже *облегчить* отдѣленіе пласта отъ заключающихъ его породъ.

Для мѣсторожденій мощныхъ, расположенныхъ близко другъ отъ друга, *нисходящій порядокъ* ихъ разработки становится *обязательнымъ;* особенно если разработка ведется безъ закладки выработаннаго пространства. Эта обязательность все болѣе и болѣе теряетъ свое значеніе, по мѣрѣ уменьшенія мощности пластовъ и возростанія разстоянія между ними.

На практикѣ очень часто замѣчаемъ, что работы ведутся одновременно на параллельныхъ пластахъ. Здѣсь необходимо выполнить условіе, чтобы разстройство, могущее произойти въ породахъ висячаго бока, вслѣдствіе осадки, оказывало бы вліяніе только на тѣ части выше лежащихъ пластовъ, которыя уже выработаны. Слѣдовательно, должна быть опредѣленная послѣдовательность въ работѣ и точное опредѣленіе границъ, за которыя не распространяется дѣйствіе осѣданія породъ. Опредѣленіе этихъ границъ точно—очень затруднительно, особенно для пластовъ мощныхъ, разработываемыхъ съ обрушеніемъ кровли. Чаще всего *разстройство породъ*, надъ выработанною частію пласта, *ограничивается нормальными плоскостями*,

проведенными къ пласту по границѣ выпутой на очистку части. Слѣдовательно, въ границахъ между этими плоскостями, пластъ, находящійся въ висячемъ боку, долженъ быть уже выработанъ ранѣе, нежели соотвѣтствующая часть пласта, залегающаго ниже, въ лежачемъ боку.

[162.] **Соотношеніе между развитіемъ подготовительныхъ работъ въ различныхъ этажахъ или поляхъ.** Подготовительныя работы должны быть ведены такимъ образомъ, чтобы какъ производительность рудника, такъ и стоимость добываемыхъ минеральныхъ веществъ, оставались постоянными и, въ случаѣ надобности, можно было быстро увеличить добычу.

Предположимъ, что производительность разсчитана на добычу T пудъ каменнаго угля въ день. Если положимъ, что каждый забой дастъ въ день t пудъ, то, слѣдовательно, необходимо имѣть дѣйствующихъ забоевъ $\frac{T}{t} = n$. На самомъ дѣлѣ, если бы мы подготовительными работами открыли только n забоевъ, то это было бы нераціонально, ибо въ случаѣ какихъ либо непредвидимыхъ обстоятельствъ, какъ напр. обваловъ, порчи путей и т. п. производительность рудника должна бы уменьшиться, что невыгодно отзовется на стоимости добываемаго каменнаго угля. Съ другой стороны, при внезапномъ возрастаніи на рынкѣ требованія на уголь, не возможно было бы съ выгодой воспользоваться этимъ благопріятнымъ моментомъ, ибо имѣя подготовленныхъ только n забоевъ, рудникъ не можетъ дать болѣе T пудъ. Слѣдовательно, надо принять какъ правило: *подготовительныя работы должны идти впереди на столько, чтобы всегда имѣлось нѣсколько — x запасныхъ забоевъ*. Величина для x не можетъ быть опредѣлена здѣсь, она зависитъ отъ мѣстныхъ условій, вообще отъ производительности рудника и пр. Величина для x будетъ тѣмъ больше, чѣмъ большею неправильностью отличается мѣсторожденіе.

Когда выемка верхняго этажа подходитъ къ концу, когда остается только n забоевъ, то, слѣдовательно, запасные забои должны перейти уже въ нижній этажъ, а потому подготовка его должна идти впереди и раціональнѣе будетъ начать эту подготовку не тогда именно, когда работа въ верхнемъ этажѣ подходитъ къ концу, но нѣсколько ранѣе. Въ самомъ дѣлѣ, въ то время, когда выемка верхняго этажа оканчивается, тогда добыча обходится относительно дорого, ибо забои находятся въ большомъ разстояніи отъ шахты, расходъ доставки, ремонтъ ходовъ и путей достигаетъ своего maximum; слѣдовательно, въ этотъ моментъ будетъ весьма не экономично начинать подготовительныя работы въ нижнемъ этажѣ и этимъ еще болѣе увеличивать накладные расходы на добычу. Напротивъ, будетъ вполнѣ раціонально, если первыя подготовительныя работы въ нижнемъ этажѣ будутъ уже кончены ранѣе того времени, когда добыча въ верхнемъ подойдетъ къ своимъ границамъ; въ это время уже должна начаться очистная

добыча въ нижнемъ этажѣ, тогда высокая стоимость добычи въ верхнемъ будетъ регулироваться болѣе низкою стоимостью добычи въ нижележащемъ этажѣ. Вообще, надо вести такимъ образомъ добычу, чтобы подготовка въ слѣдующихъ этажахъ (нижнихъ) совершалась въ тотъ моментъ, когда очистныя работы въ верхнемъ этажѣ обходятся наиболѣе дешево. Не всегда впрочемъ возможно этого достигнуть, ибо слишкомъ ранняя заготовка слѣдующихъ полей также не можетъ быть допущена.

Разсужденія относительно общаго плана подготовительныхъ работъ, сдѣланныя съ тою полнотою, которая только можетъ быть допущена размѣрами этого сочиненія, показываютъ, что здѣсь требуется отъ инженера полнаго вниманія и самаго тщательнаго изученія всѣхъ обстоятельствъ, могущихъ вліять на результатъ этихъ работъ, имѣющихъ весьма серьезное значеніе въ экономіи рудника.

2. Очистныя работы.

Мѣсторожденіе, подготовленное системой выработокъ (подготовительныхъ), можетъ быть подвергнуто *очистной выемкѣ* или *добычѣ*. Эти работы и составляютъ, въ тѣсномъ смыслѣ слова, *разработку мѣсторожденія*. Пустоты, остающіяся послѣ вынутія минеральнаго вещества, называются *очистными выработками*. Натурально, что эти выработки должны быть поставлены въ условія безопасности отъ обрушенія кровли; отсюда слѣдуетъ: очистныя выработки должны быть закрѣплены, по крайней мѣрѣ въ нормальныхъ случаяхъ.

Чтобы не отвлекаться, при описаніи системъ очистныхъ работъ, отъ главной темы, къ описанію способовъ крѣпленія у забоя, считаю болѣе удобнымъ представить прежде всего нѣкоторыя общія данныя по этому предмету. На нѣкоторые спеціальные роды крѣпленія очистной выработки будетъ указано въ своемъ мѣстѣ, при описаніи соотвѣтствующей системы очистной выемки.

Крѣпленіе очистныхъ выработокъ.

[163.] **Стойки и переклады.** По мѣрѣ вынутія пласта на очистку, пространство у забоя, гдѣ обращаются рабочіе, должно быть, при обыкновенныхъ условіяхъ устойчивости породъ, — закрѣплено; далѣе выработанное пространство уже закладывается пустой породой, которая здѣсь играетъ роль крѣпи; но иногда и часть крѣпи остается въ закладкѣ. Если-же работа идетъ безъ закладки, то надъ выработаннымъ пространствомъ предо-

ставляютъ обрушиться кровлѣ. Въ томъ или другомъ случаѣ, но вблизи забоя, особенно если онъ широкій, приходится возводить крѣпь, хотя бы только временную.

Самый простой и въ тоже время самый обыкновенный видъ крѣпи для очистныхъ выработокъ — *это стойки*, установленныя между почвой и потолкомъ выработки такъ, что давленіе будетъ направлено по оси стойки и будетъ стремиться ее раздробить. При пологопадающихъ пластахъ, положеніе стоекъ будетъ близкое къ вертикальному, а при крутопадающихъ — близкое къ горизонтальному и тогда, на нѣкоторыхъ рудникахъ, ихъ называютъ *распорками*. Если стойка подвергается давленію перпендикулярному къ ея оси, то стойку называютъ *перекладомъ*.

Стойки располагаются или только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ замѣчается стремленіе кровли къ обрушенію, или при болѣе слабыхъ породахъ,—рядами въ опредѣленномъ порядкѣ, напр. шахматномъ, параллельно плоскости забоя и въ разстояніи отъ него на величину дневнаго подвиганія плоскости забоя. Разстояніе же между стойками, смотря по обстоятельствамъ, измѣняется отъ 3 до 10 футъ.

Положеніе стойки относительно кровли — нормальное, или лучше нѣсколько наклонное градусовъ на 5 — 10, такъ что уголъ, составляемый линіей паденія пласта съ осью стойки, будетъ равенъ 95 — 100°. Впослѣдствіи, подъ вліяніемъ давленія кровли, стойка придетъ въ нормальное положеніе.

Стойка ставится въ неглубокое *гнѣздо* (лунку), образованное въ почвѣ. Верхній конецъ стойки нѣсколько закругляется. Стойкою подпираютъ потолокъ непосредственно или подкладываютъ доски, горбыли и т. п. Если имѣется въ виду скоро вынуть стойку и перемѣстить ее на другое мѣсто, то удобно поставить стойку на небольшое возвышеніе, сдѣланное изъ мелкой породы и покрытое доскою; иногда ставятъ металлическое кольцо (фиг. 7, табл. 29), въ него насыпаютъ мелкихъ кусковъ породы и ставятъ затѣмъ стойку. Стоитъ только кольцо поднять къ верху и тогда стойку будетъ очень легко освободить.

[164.] **Подводы.** При очень слабой кровлѣ не достаточно бываетъ стоекъ, поставленныхъ независимо другъ отъ друга; тогда поддерживаютъ кровлю *подводами*, опирающимися на двѣ, на три стойки и потолокъ забирается жердями, досками и т. п. Доска однимъ концомъ будетъ лежать на подводѣ, а другимъ можетъ лежать временно въ гнѣздѣ, образованномъ въ забоѣ подъ кровлей. Толщина стоекъ можетъ быть отъ 4 — 8″, длина подводовъ около $1\frac{1}{2}$ саж., а толщина около 5″. Длина досокъ или горбылей больше величины подвиганія забоя въ смѣну, примѣрно, на 12″.

При очень высокихъ выработкахъ, подпираютъ кровлю бревнами, сло-

женными въ клѣтку, на крестъ; крѣпь такая носитъ названіе *костровой* и требуетъ много лѣса.

[165.] **Металлическія стойки.** По мѣрѣ закладки выработаннаго пространства, стойки иногда могутъ быть вырваны и перенесены далѣе для поддержанія кровли. Слѣдовательно, стойки могутъ служить и нѣсколько разъ. Въ послѣднемъ случаѣ, въ Англіи на нѣкоторыхъ рудникахъ дѣлаютъ металлическія стойки. Чугунныя стойки представляютъ пустотѣлый цилиндръ, діаметромъ отъ $2^1/_4$ — 6″, толщиною стѣнокъ отъ $^1/_2$ — $^5/_8$″; или придаютъ стойкѣ крестообразное поперечное сѣченіе. Для удобства вырыванія стоекъ при переноскѣ, ихъ дѣлаютъ составными, какъ на фиг. 4. На мѣсто стыка надвигается муфта *a*, которую стоитъ только приподнять къ верху, чтобы легко разобрать стойку. На фиг. 5 представлена тоже разборная стойка. Иногда роль стоекъ играютъ винтовые домкраты, какъ на фиг. 6. Тумба *a* деревянная, покрыта сверху желѣзной муфтой *b*. Діаметръ винта 2 — $2^1/_2$″. Эти стойки предложены Dermoncourt'омъ въ Anzin; но не получили распространенія на другихъ рудникахъ. Вообще онѣ могутъ имѣть мѣсто при малой и средней мощности пласта и относительно крѣпкой кровлѣ, не требующей большаго числа такихъ стоекъ.

Опредѣленіе размѣровъ металлическихъ стоекъ можетъ быть сдѣлано по сравненіи съ деревянными. Если положимъ, что длина стоекъ не болѣе 6 футъ, то:

Деревянную стойку въ 4″ діаметромъ замѣняетъ чугунная сплошная стойка діаметромъ въ $1^3/_4$″.

Такихъ же размѣровъ деревянную стойку замѣняетъ стойка изъ стараго рельса съ площадью поперечнаго сѣченія $2^3/_{16}$ квадратныхъ дюйма.

Деревянная стойка въ 8″ діаметромъ замѣняется чугунной, пустотѣлой стойкой съ наружнымъ діаметромъ въ $2^1/_2$″ и съ внутреннимъ въ $1^5/_8$″.

Такая же деревянная стойка, какъ и выше, замѣщается стойкой изъ старыхъ рельсовъ съ площадью поперечнаго сѣченія отъ 3 до $3^1/_2$ квадратныхъ дюймовъ.

Деревянная стойка въ 12″ толщиною можетъ быть замѣнена пустотѣлой чугунной стойкой, внѣшній діаметръ которой равенъ $5^1/_4$″, а внутренній $4^1/_8$″, или стойкой изъ старыхъ рельсовъ съ площадью поперечнаго сѣченія отъ 5 до 5,4 кв. дюйма.

Расположеніе распорки видно на фиг. 11, табл. 30, распорки комлемъ кладутся на выступъ, а тонкимъ концомъ въ гнѣздо, которое, слѣдовательно, можетъ имѣть меньшіе размѣры; при этомъ одинъ конецъ распорки срѣзываютъ иногда наискось. Иногда распорка или стойка упирается однимъ концомъ въ доску (*и* фиг. 11) или горбыль, если порода слабая. Тоже можно сказать и о наклонныхъ перекладахъ.

Системы очистныхъ работъ.

[166.] **Раздѣленіе очистныхъ выработокъ на группы.** Практика представляетъ нѣсколько системъ очистныхъ работъ; но какая бы система въ каждомъ частномъ случаѣ не была избрана, всегда имѣется въ виду *возможно полная выработка мѣсторожденія и наименьшая стоимость добычи*. Пространство, изъ котораго вынуто полезное ископаемое (очистная выработка), можетъ оставаться пустымъ и, слѣдовательно, предоставляется кровлѣ обрушиться или это пространство закладываютъ пустою породою, которая тутъ же получается, при добычѣ полезнаго ископаемаго, попутно; или эту пустую породу доставляютъ изъ другихъ пунктовъ. Если же цѣнность добываемаго вещества не выноситъ расходовъ на доставку пустой породы и если въ тоже время не желаютъ допустить обваловъ, то вынутіе полезнаго ископаемаго не можетъ быть *полное*; всегда часть его придется оставить въ рудникѣ для поддержанія кровли. Только при закладкѣ выработаннаго пространства, работа можетъ идти вполнѣ совершенно и тѣмъ болѣе работа съ закладкой имѣетъ преимуществъ, чѣмъ мощность мѣсторожденія больше и чѣмъ единица объема добываемаго полезнаго ископаемаго цѣннѣе.

Примѣненіе или отсутствіе закладки при очистныхъ работахъ можетъ служить отличительнымъ признакомъ для ихъ раздѣленія на двѣ большія группы: 1) *очистныя работы съ закладкой выработаннаго пространства* и 2) *очистныя работы безъ закладки выработаннаго пространства*. Къ первой группѣ относятся: *потолкоуступная, почвоуступная, сплошная и поперечная работы*. Ко второй группѣ — *столбовая работа и высѣка камерами*.

[167.] **Главныя условія, которымъ должны удовлетворять очистныя работы.** Къ какой бы группѣ не относилась извѣстная система работъ необходимо, чтобы были выполнены слѣдующія условія:

1) Возможно полная выработка подготовленнаго поля.

2) Болѣе легкая и дешевая добыча полезнаго ископаемаго; для чего забой долженъ обладать опредѣленной формой и размѣрами.

3) Возможно меньшее число ходовъ, которыхъ ремонтъ требовалъ-бы значительныхъ расходовъ.

4) Удобство наблюденія за работами и легкость вентилированія выработокъ; то и другое обусловливается возможнымъ концентрированіемъ работъ въ опредѣленныхъ только пунктахъ, по возможности въ немногихъ.

5) Система должна представлять наименьшую опасность для рабочихъ и выработокъ.

Примѣчаніе. Такъ какъ разработка жильныхъ мѣсторожденій и вообще

рудныхъ имѣетъ свои особенности, то настающій отдѣлъ раздѣлимъ на двѣ части: A) разработка каменноугольныхъ мѣсторожденій и B) разработка жилъ, штоковъ и т. п. Далѣе, при изученіи системъ разработки каменнаго угля, выдѣлимъ способы разработки мощныхъ каменноугольныхъ пластовъ; хотя такое раздѣленіе не будетъ строго систематичнымъ, но оно имѣетъ за собою практическія удобства.

Здѣсь слѣдуетъ условиться относительно раздѣленія пластовъ по ихъ мощности и углу паденія. Нѣкоторые авторы раздѣляютъ пласты по мощности на три группы: 1) *тонкіе пласты* — отъ 1 до $2^1/_2$ футовъ, 2) *средней мощности* — отъ $2^1/_2$ до 8 футовъ и 3) *мощные* — болѣе 8 фут. толщиной. Напротивъ, другіе различаютъ только двѣ группы: 1) *тонкіе пласты* до $9^3/_4$ фут. толщиной и 2) *мощные пласты* — болѣе $9^3/_4$ фут. толщиной. Мы придерживаемся перваго раздѣленія.

Къ пологопадающимъ пластамъ относятъ тѣ, уголъ паденія которыхъ не превосходитъ 35° или 40°; къ крутопадающимъ, — уголъ паденія которыхъ болѣе 35° или 40°. Границей здѣсь долженъ служить уголъ нѣсколько большій угла тренія для извѣстной породы, т. е. уголъ, при которомъ напр. каменный уголь начинаетъ самъ собою скользить по наклонной плоскости почвы выработки. Чѣмъ глаже эта плоскость, тѣмъ этотъ уголъ будетъ меньше; вотъ почему иногда для уменьшенія его дѣлаютъ болѣе гладкія искуственныя настилки. Нѣкоторые авторы относительно паденія раздѣляютъ пласты на три группы: 1) *пологопадающіе* до 25°, 2) *средняго паденія* — отъ 25 — 40° и 3) *крутопадающіе* — отъ 40 — 90°.

A. Разработка пластовыхъ мѣсторожденій, преимущественно каменноугольныхъ.

[168.] **Условія, опредѣляющія выборъ системы очистной выемки.** При выборѣ системы выемки на очистку каменноугольныхъ мѣсторожденій слѣдующія данныя должны быть приняты въ соображеніе:

1) Общее геологическое строеніе мѣстности, паденіе и простираніе пластовъ, степень правильности напластованія, мощность мѣсторожденія.

2) Свойства окружающихъ породъ и преимущественно свойства породъ висячаго бока.

3) Число параллельно залегающихъ пластовъ, мощность и свойства промежуточныхъ породъ.

4) Внутреннее строеніе каждаго пласта, количество пустыхъ прослойковъ.

5) Крѣпость или вязкость каменнаго угля, направленіе трещиноватости.

6) Выгоды отъ полученія наибольшаго количества крупныхъ сортовъ каменнаго угля.

7) Средства къ установленію наилучшей вентиляціи.

8) Количество притока рудничныхъ водъ.

9) Родъ, качество и стоимость матеріаловъ, могущихъ идти для крѣпленія выработокъ.

Отсутствіе правильнаго напластованія, складки, часто повторяющіеся сѣдлообразные изгибы, параллельно залегающіе пласты — дѣлаютъ необходимымъ проведеніе квершлаговъ при начатіи разработки.

Квершлагъ можетъ встрѣтить пласты различной мощности, съ различными углами паденія и съ различной толщиной промежуточныхъ породъ, а слѣдовательно здѣсь не только придется примѣнять различныя системы очистныхъ работъ, но и соблюдать опредѣленную послѣдовательность въ разработкѣ отдѣльныхъ пластовъ, какъ уже было замѣчено выше. Иногда возможно бываетъ включить нѣсколько смежныхъ пластовъ въ одну систему работъ съ общей системой провѣтриванія, откатки, отлива воды и проч.

На выборъ системы разработки имѣетъ большое вліяніе замѣчаемые въ углѣ спаи или трещиноватость, по которымъ онъ легко дѣлится. Направленіе этой трещиноватости проходитъ подъ нѣкоторымъ угломъ къ направленію паденія и простиранія пласта или параллельно имъ. Этой трещиноватостью надо воспользоваться, въ виду полученія наибольшаго количества крупнаго угля. *Линія забоя должна быть параллельна направленію трещиноватости.*

Работы должны быть направлены къ полученію наибольшаго количества крупныхъ сортовъ угля, какъ обладающихъ большею цѣнностью. Полученіе крупныхъ кусковъ зависитъ, между прочимъ, отъ правильнаго расположенія забоевъ относительно замѣчаемой отдѣльности, отъ размѣровъ рабочихъ мѣстъ и величины частей пласта, предназначенныхъ къ выемкѣ. Большіе участки, заготовленные къ выемкѣ, долгое время находясь подъ давленіемъ кровли, даютъ много мелкаго угля.

Если кровля пласта обладаетъ малою устойчивостью, то не слѣдуетъ обнажать большихъ поверхностей.

[169.] **Работы при очистной выемкѣ.** Подготовленные участки пласта вынимаются на очистку. Здѣсь можно различить нѣсколько отдѣльныхъ работъ, какая бы ни была система выемки:

a) *Подрубка* или *врубка*, т. е. образованіе вруба, и обрушеніе подрубленной части, или *отбойка*.

b) *Доставка* отъ забоя къ откаточнымъ путямъ.

c) *Крѣпленіе* очистной выработки.

d) *Закладка* пустой породой, если система выемки съ закладкой; *обрушеніе кровли*, если — безъ закладки.

e) *Образованіе ходовъ*, ведущихъ къ забоямъ.

Разсмотримъ эти работы, чтобы не останавливаться на нихъ при описаніи системъ очистныхъ выемокъ.

[170.] a. **Врубка и отбойка.** На эти работы, особенно на первую, задолжаются наиболѣе искусные рабочіе (забойщики), оплачиваемые высшей поденщиной. Чаще они стоятъ на задѣльной платѣ отъ пуда. При образованіи вруба, выбираютъ для него прослоекъ пустой породы или болѣе мягкаго угля; за отсутствіемъ такихъ прослойковъ, врубъ дѣлаютъ у почвы. Для уменьшенія количества мелочи врубъ должепъ быть возможно узкій. Врубка и отбойка производятся одними и тѣми же рабочими или разными смѣнами. *Полезная работа* забойщика въ смѣну выражается въ единицахъ вѣса или въ единицахъ объема, добываемаго вещества. Величина полезной работы зависитъ не только отъ надлежащаго выбора мѣста для вруба, совершенства горныхъ инструментовъ и т. п., но также отъ величины *рабочаго мѣста*, т. е. отъ ширины той части забоя, которая предоставлена одному рабочему. Чѣмъ больше эта ширина, тѣмъ вообще больше производительность рабочаго. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ больше эта ширина, тѣмъ на меньшую величину въ смѣну подвигается забой, тѣмъ меньшую глубину можетъ имѣть врубъ при большой его ширинѣ; а образованіе не глубокаго, но широкаго вруба требуетъ меньше времени, нежели узкаго и глубокаго. Пояснимъ примѣромъ: рабочій при забоѣ, ширина котораго, положимъ 14 футъ, подвигаетъ забой въ смѣну на 5 фут.; при забоѣ въ 7 фут. шириной, можетъ подвинуть только на 7 фут. Слѣдовательно, въ первомъ случаѣ онъ сдѣлаетъ врубъ, соотвѣтствующій поверхности пласта въ 65 кв. фут., а во второмъ случаѣ только 49 кв. фут.; если толщина пласта, положимъ, два фута, то въ первомъ случаѣ получимъ 130 куб. ф. каменнаго угля, а во второмъ 98 куб. ф. На самомъ дѣлѣ мы видимъ, что ширина рабочаго мѣста придается различная, такъ напр.:

Въ Англіи иногда шир. рабоч. мѣста 33′, подвиганіе забоя въ смѣну 3′
Въ Бельгіи, въ Льежскомъ округѣ 13′ „ „ „ $2^1/_4$ — 10′

[171.] b. **Доставка отъ забоя къ откаточнымъ путямъ.** Часто вагоны главныхъ откаточныхъ путей не подходятъ непосредственно ко всѣмъ пунктамъ близъ забоя, особенно при разработкѣ пластовъ малой толщины, болѣе или менѣе крутаго паденія и съ неустойчивой почвой. Непосредственно отъ забоя уголь сгребается лопатой, гребкомъ или т. п. инструментами, или нагружается иногда въ волокуши и доставляется до рельсовыхъ путей, гдѣ производится перегрузка въ вагоны. Такой порядокъ почти нормальный при пластахъ пологопадающихъ, незначительной мощности: но слѣдуетъ стараться

избѣгать волокушъ и строить малые вагоны, которые подходили-бы къ забою.

[172.] c. **Крѣпленіе очистной выработки.** Будутъ ли работы идти съ закладкой или цѣтъ, но близъ самаго забоя приходится ставить деревянную крѣпь, стойки. Выше уже были представлены нѣкоторыя данныя о крѣпленіи очистныхъ выработокъ, куда и отсылаемъ читателя.

d. **Закладка выработаннаго пространства.** Закладка выработаннаго пространства имѣетъ цѣль поддержать кровлю, предотвратить обвали, которые могутъ въ иныхъ случаяхъ проявиться и на поверхности, а также доставить возможность направить струю воздуха къ опредѣленнымъ пунктамъ въ рудникѣ. Закладка должна производиться возможно плотнѣе.

Матеріалъ для закладки получается: 1) изъ пустыхъ прослойковъ въ углѣ, 2) изъ подготовительныхъ ходовъ и наконецъ 3) доставляется въ рудникъ съ поверхности изъ каменоломень или изъ спеціальныхъ выработокъ внутри рудника.

Весьма выгодно, если пустая порода получается попутно изъ прослойковъ, тогда рабочій отбрасываетъ ее въ закладку; но если она очень мелка, то иногда параллельно забою возводятъ стѣнки изъ болѣе крупныхъ кусковъ пустой породы, получаемой при проводѣ ходовъ. Въ случаѣ недостатка пустой породы изъ пропластковъ и ходовъ, ее доставляютъ и изъ другихъ частей рудника или, если возможно, то не все выработанное пространство закладываютъ, а оставляютъ иногда пустоты.

При мощныхъ пластахъ обыкновенно не хватаетъ пустой породы, получаемой попутно. Въ пластахъ малой мощности очень часто получается достаточно пустой породы и иногда даже съ излишкомъ; но всегда слѣдуетъ организовать такъ работы, чтобы не приходилось пустой породы поднимать на поверхность; здѣсь особенно должно наблюдать, чтобы подготовительныя работы находились въ строгомъ соотвѣтствіи съ очистными работами. Однако бываютъ случаи, когда все-таки приходится поднимать пустую породу на поверхность: это можетъ имѣть мѣсто при разработкѣ очень тонкихъ пластовъ.

Изобиліе пустой породы, получаемой попутно, отчасти можетъ объясниться тѣмъ, что порода, будучи вынута изъ мѣста своего заключенія и затѣмъ уложена въ выработанное пространство, займетъ уже большій объемъ и тѣмъ большій, чѣмъ больше крѣпость породы.

Песокъ, гравій и т. п. увеличиваются въ объемѣ въ отношеніи	$^3/_4$
Каменный уголь, бурый уголь, плотныя глины	$^3/_2$
Песчаникъ и т. п. по крѣпости породы	$^5/_3$
Гнейсъ	$^9/_4$

Закладка производится обыкновенно въ ночную смѣну. Надо располо-

жить работы такимъ образомъ, чтобы пустая порода скатывалась въ выработанное пространство и чтобы не пришлось передвигать вагоны съ породой съ низшаго горизонта на высшій. Слѣдуетъ принять за правило, что *въ забояхъ не слѣдуетъ оставлять каменноугольной мелочи.*

[173.] с. **Образованіе ходовъ** или вспомогательныхъ штрековъ для откатки добытаго каменнаго угля къ главнымъ откаточнымъ путямъ, производится такимъ образомъ, какъ изложено въ отдѣлѣ горныхъ выработокъ.

[174.] **Условія, вліяющія на стоимость добычи.** Итакъ, мы разсмотрѣли въ общихъ чертахъ различныя работы при добычѣ каменнаго угля. Изъ расходовъ на всѣ эти работы слагается стоимость каменнаго угля у откаточнаго хода. Далѣе, можно разсчитать расходы по откаткѣ (см. откатку) и подъему (см. Томъ I). Если условія частныя таковы, что стоимость у забоя выходитъ значительною, то слѣдовательно надо обратить все вниманіе, чтобы откатка обходилась возможно дешево, ибо въ противномъ случаѣ вообще эксплуатаціи даннаго пласта будетъ невыгодна. Здѣсь, слѣдовательно, можетъ опредѣлиться и наибольшая длина откатки (принявъ въ соображеніе систему откатки), т. е. длина откаточныхъ штрековъ; въ зависимости отъ нихъ опредѣляются границы разработываемаго поля, преимущественно по простиранію пласта.

На стоимость угля у забоя вліяютъ:

1) Мощность пласта.

2) Составъ пласта.

3) Уголъ паденія.

4) Степень плотности угля.

5) Свойства окружающихъ породъ.

6) Скорость подвиганія забоя, иначе величина перемѣщенія плоскости забоя въ смѣну.

7) Размѣръ забоя.

8) Расположеніе плоскости забоя по отношенію къ направленію трещиноватости въ углѣ.

9) Наконецъ, общая организація работъ.

[175.] 1. **Мощность пласта.** Не требуетъ вообще доказательствъ то общее положеніе, что успѣхъ добычи или производительность возрастаетъ вмѣстѣ съ увеличеніемъ толщины пласта. Въ данное время, при прочихъ равныхъ условіяхъ, рабочій сдѣлаетъ врубъ почти равной площади, или иначе, обнажаетъ равную поверхность, какъ при тонкомъ, такъ и при мощномъ пластѣ. Слѣдовательно, *при равныхъ площадяхъ вруба полезная работа забойщика будетъ прямо пропорціональна мощности пласта;* а чѣмъ больше производительность рабочаго, тѣмъ меньше стоимость добычи, такъ что при болѣе мощныхъ пластахъ добыча вообще дешевле обходится, нежели при тонкихъ.

Производительностью пласта называютъ объемъ или вѣсъ угля, получаемаго съ единицы площади пласта. *Полезная работа* или *производительность забойщика* равна вѣсу или объему угля, добываемому рабочимъ въ смѣну. Производительность пласта равна единицѣ площади, умноженной на толщину пласта; а производительность рабочаго выразится производительностью пласта, умноженной на площадь вруба, сдѣланнаго забойщикомъ въ смѣну.

Положимъ, что имѣемъ пластъ мощностью 2 фута; положимъ также, что вѣсъ 1 куб. фут. каменнаго угля въ мѣсторожденіи равенъ p пудъ. Тогда производительность пласта R будетъ:

$$R = 1 \text{ кв. фут.} \times 2 \times p = 2p \text{ пудъ},$$

а производительность рабочаго E, если предположимъ, что въ смѣну одинъ рабочій обнажаетъ врубомъ поверхность пласта равную 40 квадр. футамъ, будетъ:

$$E = R \times 40 = 2p\ 40 = 80 \text{ пудъ}.$$

Можно выразить R и E въ объемахъ добытаго уже угля; если положить, что объемъ увеличивается послѣ добычи въ $1\frac{1}{2}$ раза, то

$$R' = 1 \text{ кв. ф.} \times 2 \times 1{,}5 = 3 \text{ куб. ф. и } E' = 3 \times 40 = 120 \text{ кв. ф.}$$

Возьмемъ примѣръ. Положимъ имѣемъ пластъ антрацита, мощность котораго 3,7 ф. (Грушевка). Ширина забоя 91 фут. (13 саж.). Въ смѣну забой (подрубка) подвигается на 3 фут., слѣдовательно площадь вруба будетъ $91 \times 3 = 273$ кв. фут. Если вѣсъ одного кубическаго фута примемъ равнымъ, приблизительно, 2 пудамъ, то

$$R = 1 \text{ кв. ф. } 3{,}7 \times 2 = 7{,}2 \text{ пуд.}$$

а полная производительность всего забоя будетъ:

$$T = R \times 273 = 1965 \text{ пуд.}$$

Изъ этой производительности надо вычесть не менѣе 20% на мелочь, которую на антрацитовыхъ рудникахъ Ю. Россіи оставляютъ въ закладкѣ, слѣдовательно $T = 1572$ пуда. Обратно, легко разсчитать число дѣйствующихъ забоевъ, которыми необходимо располагать, чтобы достигнуть требуемой суточной производительности.

Выше было сказано, что производительность вообще увеличивается съ увеличеніемъ мощности пласта. Возьмемъ два пласта: одинъ мощностью въ 8′, другой — $1\frac{1}{2}$′. При равной ширинѣ забоя и равномъ подвиганіи его въ смѣну, производительности забойщиковъ будутъ относится между собою, какъ

1,5 : 8 точно такъ-же, какъ и стоимость добычи, если положить поденную плату равную въ томъ и другомъ случаѣ. Если положимъ, что ширина забоевъ при одномъ и другомъ пластѣ равна 100 ф., подвиганіе забоя при мощномъ пластѣ—3 фут., то объемъ угля, который даетъ забой въ смѣну, будетъ равенъ $100 \cdot 3 \cdot 8 = 2400$ куб. ф.; если бы отъ забоя такого же размѣра, при пластѣ мощностью въ $1\frac{1}{2}$ фут., потребовалась бы такая же производительность, то перемѣщеніе забоя въ смѣну получится изъ равенства: $100.1{,}5.\ x = 2400$, откуда $x = 16$ фут., что невозможно, ибо maximum перемѣщенія забоя для тонкихъ пластовъ можно принять только около 10 футъ. Слѣдовательно производительность забоя вполнѣ зависитъ отъ мощности пласта и ею ограничивается въ извѣстныхъ предѣлахъ. Въ равной мѣрѣ это замѣчаніе относится и до стоимости добычи.

Мощность пласта вліяетъ на стоимость передвиженія добываемаго угля непосредственно отъ забоя къ откаточнымъ ходамъ; при тонкихъ пластахъ доставка эта можетъ производиться въ волокушахъ, при болѣе мощныхъ пластахъ — въ вагонахъ. Эти системы рѣзко различаются между собою относительно расходовъ на доставку (см. рудничную доставку). Едва-ли при толщинѣ пласта менѣе 3′ вагоны могутъ подходить къ забою. При толщинѣ пласта отъ 3 — 2′ надо примѣнить волокуши, напр. колесныя.

[176.] 2. **Составъ пласта. Закладка.** Составъ пласта вліяетъ на стоимость добываемаго каменнаго угля, увеличивая или уменьшая расходы на закладку. При мощныхъ пластахъ, если пустой породы, получаемой попутно, не хватаетъ, то ее доставляютъ съ поверхности; натурально, что закладка въ этомъ случаѣ вообще обходится дорого. Числовыя данныя, относящіяся до этого вопроса, будутъ представлены въ статьѣ о разработкѣ мощныхъ пластовъ.

При разработкѣ тонкихъ пластовъ съ закладкой выработаннаго пространства, должно существовать извѣстное соотношеніе между размѣрами ходовъ и размѣрами забоя. Очевидно, что чѣмъ больше будутъ размѣры забоя, тѣмъ больше будетъ мѣста для пустой породы, получаемой изъ хода, направленнаго къ забою. Если при самой добычѣ получается достаточно пустой породы для закладки, то понятно, что число и размѣры второстепенныхъ ходовъ, ведущихъ къ забою, должны быть возможно малые, а размѣры забоя возможно большіе, иначе пустой породы изъ второстепенныхъ ходовъ некуда будетъ помѣстить. Уменьшеніе размѣровъ ходовъ влечетъ за собою уменьшеніе размѣровъ вагоновъ, что имѣетъ извѣстное техническое и хозяйственное значеніе, вліяетъ на окончательную стоимость добытаго каменнаго угля (см. отдѣлъ откатки). Уменьшеніе же числа ходовъ, ведущихъ къ забою, усложняетъ доставку отъ различныхъ пунктовъ забоя.

При разработкѣ каменнаго угля можно положить среднимъ числомъ, что 1 куб. единицей породы (въ мѣсторожденіи) можно заложить выработ-

танное пространство съ объемомъ въ 2 кубическихъ единицы. При разработкѣ пластовъ въ $6^1/_2$ фут. мощностью, на нѣкоторыхъ рудникахъ во Франціи считаютъ, что на 1 куб. единицу добытаго угля надо 0,5 куб. единицы пустой породы, или на 1 тонну угля 22 куб. фут. породы.

Если пустыхъ породъ получаемыхъ попутно при добычѣ угля, далеко недостаточно для закладки выработаннаго пространства, то размѣры самаго забоя, число ходовъ и ихъ размѣры должны быть такъ разсчитаны, чтобы пустой породы изъ ходовъ достаточно было для закладки. Если нельзя этого выполнить, тогда уже обращаются къ спеціальной добычѣ пустой породы.

Разсчетъ размѣровъ забоя весьма простъ. Вычисляютъ число кубическихъ саженъ пустой породы, которая получается отъ одной погонной сажени хода,— положимъ этотъ объемъ будетъ равенъ a; объемомъ пустой породы a можно заложить выработанное пространство съ объемомъ въ $2a$. Если ширину забоя обозначимъ черезъ l, толщину пласта черезъ h, то должны имѣть равенство $2a = h \times l \times 1$ саж., зная a и h можно опредѣлить l; надо еще принять въ разсчетъ и то количество пустой породы, которое получается при очистной добычѣ.

Не требуется, конечно, особыхъ поясненій, что составъ пласта вліяетъ на чистоту сортовъ получаемаго угля, а слѣдовательно и на ихъ стоимость.

[177.] 3. **Уголъ паденія пласта.** Уголъ паденія пласта вліяетъ на способы и стоимость перемѣщенія угля. Если уголъ паденія не превосходитъ $10-12^\circ$, то, при другихъ благопріятныхъ условіяхъ, по почвѣ съ такимъ уклономъ можно передвигать вагоны у самаго забоя; при большемъ углѣ паденія передвиженіе вагоновъ у забоя дѣлается затруднительнымъ и надо прибѣгнуть къ волокушамъ. При паденіи въ 25° — волокуши въ свою очередь уже негодны и перемѣщеніе угля можетъ быть производимо напр. лопатной работой. Начиная съ угла въ $35-40^\circ$, уголь начинаетъ самъ собою скатываться по наклонной плоскости почвы забоя; слѣдовательно при послѣднемъ условіи расходы на перемѣщеніе угля достигаютъ своего minimum и это перемѣщеніе производится по скатамъ.

Слѣдовательно, уголъ паденія пласта вліяетъ на стоимость перемѣщенія, увеличивая или уменьшая количество потребной работы, обусловливаетъ также и способы, которые можно примѣнить здѣсь для добычи и перемѣщенія; уголъ паденія, вліяетъ также и на количество получаемыхъ крупныхъ сортовъ.

Очень выгодно, если вагоны малой вмѣстимости могутъ подходить къ забою. Но это возможно не только при извѣстномъ углѣ паденія, но также и при опредѣленной только мощности пласта.

При пологопадающихъ тонкихъ пластахъ, перемѣщеніе угля у забоя

къ откаточному ходу лопатой можетъ обходиться очень дорого, ибо рабочіе, задолжаемые для этого, должны быть разставлены по ширинѣ забоя въ разстояніи только около 1 саж.; слѣдовательно, при широкихъ забояхъ ихъ потребуется задолжить очень много. Здѣсь можно замѣтить, что откаточный ходъ долженъ примыкать къ срединѣ забоя, (разумѣемъ пологопадающіе пласты). Увидимъ далѣе, что надлежащее примѣненіе извѣстныхъ системъ очистныхъ работъ въ данномъ случаѣ очень важно.

[178.] 4. **Крѣпость угля.** Вліяніе крѣпости угля на стоимость добычи проявляется во времени, потребномъ для образованія врубовъ и отбойки, а также въ полученіи крупныхъ сортовъ. Иногда угли бываютъ до крайней степени мягки, рыхлы; въ другихъ случаяхъ требуютъ порохострѣльной работы (антрацитъ, Грушевка). Крѣпость угля не только бываетъ различна для различныхъ пластовъ, но измѣняется также и въ одномъ и томъ же пластѣ.

5. **Качество породъ висячаго и лежачаго бока.** Слабость породъ, заключающихъ мѣсторожденіе, влечетъ за собою увеличеніе расходовъ на крѣпленіе, на ремонтъ ходовъ и путей, ограничиваетъ суточное перемѣщеніе плоскости забоя и даетъ уголь нечистый. Полагаемъ, что вліяніе это такъ очевидно, что не требуетъ дальнѣйшихъ поясненій.

[179.] 6. **Величина перемѣщенія плоскости забоя въ смѣну** — имѣетъ рѣшительное значеніе въ расходахъ добычи. При опредѣленномъ размѣрѣ части забоя *(величина рабочаго мѣста)*, отведенной для одного рабочаго, производительность забойщика возростаетъ пропорціонально величинѣ перемѣщенія плоскости забоя въ смѣну. Величина перемѣщенія бываетъ на практикѣ чрезвычайно различна, она зависитъ отъ крѣпости угля и плотности висячаго бока; величина перемѣщенія возростаетъ съ уменьшеніемъ крѣпости угля и съ увеличеніемъ крѣпости и устойчивости висячаго бока. Но, при опредѣленныхъ качествахъ угля и окружающихъ породъ, производительность (а слѣдовательно и расходы по добычѣ) измѣняются въ зависимости отъ ширины рабочаго мѣста.

Итакъ предстоитъ разрѣшить два вопроса:

Что выгоднѣе — умѣренная величины перемѣщенія забоя въ смѣну, при ширинѣ рабочаго мѣста возможно большей, или, обратно — болѣе значительное перемѣщеніе забоя, на сколько только позволяютъ обстоятельства и соотвѣтственное уменьшеніе ширины рабочаго мѣста?

Въ пользу значительной величины перемѣщенія забоя при малой ширинѣ его, представляютъ слѣдующія выгоды:

1) *При наибольшей скорости перемѣщенія плоскости забоя, производительность его доходитъ до maximum*; слѣдовательно, для требуемой производительности рудника число дѣйствующихъ забоевъ будетъ mi-

minimum; а вслѣдствіе этого уменьшаются расходы на присмотръ за работами, на ремонтъ ходовъ, которыхъ число также будетъ наименьшее.

2) Если при разработкѣ даннаго пласта *будетъ* достигнута *наибольшая скорость перемѣщенія забоя*, то продолжительность службы откаточныхъ и вентиляціонныхъ ходовъ въ разработываемой части пласта будетъ *наименьшая*; а слѣдовательно и расходы на ремонтъ пропорціонально уменьшатся, такъ какъ чѣмъ дольше служатъ ходы, тѣмъ большаго ремонта они требуютъ.

3) *Количество крупныхъ сортовъ угля увеличивается.*

При значительной ширинѣ рабочаго мѣста и, слѣдовательно, умѣренной скорости перемѣщенія забоя, получаются слѣдующія выгоды:

1) *Производительность рабочаго возрастаетъ.* Объ этомъ вопросѣ уже было упомянуто выше. Производительность даннаго числа рабочихъ увеличивается тѣмъ больше, чѣмъ на большее число забоевъ рабочіе разсѣяны, иными словами, чѣмъ больше будетъ ширина рабочихъ мѣстъ. Однако надо замѣтить, что въ данномъ случаѣ производительность рудника будетъ увеличиваться, а производительность каждаго забоя уменьшаться; число же ихъ возростетъ. Слѣдовательно, для опредѣленной производительности рудника потребуется задолжить меньшее число рабочихъ, но большее число дѣйствующихъ забоевъ; при этомъ увеличится расходъ присмотра, ремонта ходовъ и проч. Выгода широкихъ рабочихъ мѣстъ имѣетъ мѣсто только до извѣстныхъ предѣловъ, далѣе которыхъ идти уже невыгодно. Въ частномъ случаѣ это рѣшается опытомъ.

2) *Откатка добытаго каменнаго угля облегчается*, ибо при большомъ числѣ дѣйствующихъ забоевъ съ малою производительностію и большемъ числѣ откаточныхъ ходовъ (второстепенныхъ), откатка идетъ равномѣрно и здѣсь уже не можетъ имѣть мѣста значительное уменьшеніе доставки, вслѣдствіе какихъ-либо неисправностей въ одномъ изъ откаточныхъ ходовъ.

3) *Провѣтриваніе болѣе совершенно*, ибо струю воздуха здѣсь можно направить по большему числу ходовъ, слѣдовательно придать ей малую скорость, что очень выгодно. Кромѣ этого, при малой скорости перемѣщенія забоя, замѣчается меньшее отдѣленіе рудничнаго газа (см. отдѣлъ вентиляціи).

4) *Чѣмъ меньше скорость перемѣщенія* забоя, тѣмъ *меньше* будетъ въ первые моменты *давленіе на крѣпь.*

5) *Малая скорость перемѣщенія плоскости забоя увеличиваетъ чистоту угля*, ибо чѣмъ меньше производительность забоя, тѣмъ съ большимъ удобствомъ можно производить сортировку у забоя.

Итакъ, мы видимъ, что та и другая система имѣютъ за собою достоинства и недостатки. Въ частномъ случаѣ опытъ, который очень легко про-

извести, можетъ указать, которую изъ двухъ системъ будетъ наиболѣе выгодно примѣнить.

[180.] **7. Ширина забоя.** Выше былъ показанъ ходъ разсчета, при помощи котораго можно дойти до опредѣленія наименьшей ширины забоя въ зависимости отъ количества пустой породы, получаемой изъ ходовъ. Но можетъ случиться, что при значительной вмѣстимости вагоновъ придется вести второстепенные ходы большихъ размѣровъ, а слѣдовательно и сдѣлать забои значительной ширины, или даже, если и при малыхъ ходахъ, но когда не требуется сплошь закладывать выработанное пространство, то можно забою придать ширину, больше шириныи полученной по вычисленію. Необходимо, слѣдовательно, рѣшить вопросъ, до какихъ предѣловъ можетъ идти увеличеніе ширины забоя безъ ущерба для стоимости добычи вообще.

Предположимъ, что имѣемъ забой $a\ b$ (фиг. 8, табл. 30), направленіе котораго параллельно паденію пласта. Откатка производится по нижнему штреку r. Нагрузка, слѣдовательно, должна производиться около пункта c, къ которому весь уголь отъ забоя перемѣщается при помощи лопатъ, спеціально для этого поставленными рабочими (bouteurs). Эти рабочіе будутъ расположены рядомъ 1-й, 2-й, 3-й. Понятно, что рабочему № 2 придется перемѣстить большее количество угля по направленію къ № 3, нежели № 1 къ № 2; наконецъ, № 3 придется справляться со всѣмъ количествомъ каменнаго угля, полученнымъ изъ забоя; слѣдовательно, можетъ случиться, при извѣстныхъ размѣрахъ забоя, что № 3, или вообще послѣдній, не въ состояніи будетъ перемѣстить все полученное имъ количество угля въ смѣну, а потому здѣсь можетъ произойти загроможденіе забоя, которое еще болѣе возможно далѣе у самой нагрузки. Разсуждая такимъ образомъ, придемъ къ предѣлу, при которомъ дѣлается уже невозможнымъ успѣть нагрузить въ соотвѣтствующую смѣну всего угля, который получится около пункта c. Итакъ, чѣмъ забой большую имѣетъ ширину, тѣмъ имѣется болѣе вѣроятности, что въ немъ будетъ случаться скопленіе добытаго угля, которое представляетъ очевидныя неудобства: надзоръ затруднителенъ, сортировка невозможна, рабочіе будутъ стѣснены, отсюда — малый успѣхъ работы, возвышеніе стоимости добычи и пр. и пр. Вліяніе ширины забоя на стоимость добычи явствуетъ изъ ниже слѣдующей таблицы, составленной по даннымъ Бельгійскихъ рудниковъ.

№ Забоя.	Ширина забоя.	Перемѣщеніе забоя въ смѣну.	Площадь вруба въ плоскости пласта.		Число задолжаемыхъ рабочихъ и плата.				Полный расходъ.	Расх. на площадь вруба равную.	
			Полная.	На 1 рабоч. у забоя.	Забойщики.	Стоимость поденщины.	Нагрузчики.	Стоимость поденщины.		1 кв. Фу	кв. саж.
	фут.	фут.	кв. фут.	кв. фут.		руб.			руб.	коп.	руб.
1	39,4	4,6	181,24	45,3	4	1	—	—	4	2,2	1,08
2	52,5	3,6	188,60	37,7	5	1	—	—	5	2,6	1,27
3	65,6	3,3	216,48	36	6	1	2	60	7,20	3,3	1,62
4	75,4	3,3	248,82	35,5	7	1	2	70	8,40	3,4	1,67
5	82	3,3	270,6	33,8	8	1	3	60	9,80	3,6	1,76

Конечные результаты, приведенные въ таблицѣ, ясно показываютъ вліяніе увеличенія ширины забоя на увеличеніе стоимости добычи и на уменьшеніе производительности забойщика. Однако все неудобство очень широкихъ забоевъ почти исчезаетъ, если условія таковы, что вагоны не большой вмѣстимости могутъ ходить близъ забоя параллельно его плоскости, тогда предѣлъ ширины забоя будетъ обусловливаться только устойчивостью висячаго бока. Имѣемъ примѣры забоевъ, ширина которыхъ доходитъ до 100 саж. и болѣе; однако это относительно рѣдкіе случаи (Англія).

Закладка при узкихъ забояхъ производится и лучше и дешевле, такъ какъ здѣсь уменьшается расходъ на доставку пустой породы къ различнымъ пунктамъ очистной выработки, которые будутъ недалеко расположены отъ откаточныхъ путей.

Удобства, представляемыя узкими забоями: легкость передвиженія угля отъ забоя къ откаточному пути, отсутствіе загромождений, стѣсняющихъ работу, уменьшеніе стоимости добычи, болѣе легкая и совершенная закладка, наконецъ, болѣе совершенная сортировка — говорятъ въ пользу узкихъ забоевъ.

Выше приведенныя разсужденія показываютъ всю важность точнаго опредѣленія наивыгоднѣйшей ширины забоя. *Minimum* ширины забоя опредѣляется, въ силу выше-приведенныхъ соображеній, въ зависимости отъ закладки, *maximum* — отъ способовъ перемѣщенія добытаго угля отъ забоя къ пункту нагрузки въ вагоны. Вопросъ усложняется, если располагаютъ работать врубовыми машинами, которыя непремѣнно требуютъ широкихъ забоевъ; слѣдовательно здѣсь придется взвѣсить съ одной стороны выгоды отъ врубовой машины, а съ другой — недостатки, которые явятся при очень широкихъ забояхъ.

[181.]8. **Организація работъ у забоя.** Не вдаваясь въ подробности полной организаціи работъ при выемкѣ на очистку, что завело бы насъ слишкомъ далеко, замѣтимъ здѣсь только слѣдующее. Плата рабочихъ должна быть задѣльная; этого достигаютъ различнымъ образомъ: или полагаютъ плату отъ пуда угля съ каждаго забоя, причемъ счетъ ведутъ по вагонамъ; или плату устанавливаютъ отъ квадратной единицы поверхности, на которую подвинулся забой и которая въ опредѣленные сроки замѣряется штейгерами. Та и другая система имѣютъ свои недостатки: рабочіе заинтересованные только въ количествѣ, а не въ качествѣ получаемаго угля. Вторая система имѣетъ еще тотъ недостатокъ, что рабочіе не заинтересованы въ томъ, чтобы уголь чисто подбирался изъ выработокъ. Проводъ ходовъ къ забоямъ отдается по саженно артелямъ. Работа по закладкѣ оплачивается поденно, иногда же отдается артели, работающей при образованіи ходовъ, что очень удобно. Перемѣщеніе угля непосредственно отъ забоя къ пункту нагрузки иногда производится подростками на поденной платѣ.

На нѣкоторыхъ рудникахъ врубка, отбойка и перемѣщеніе къ откаточнымъ ходамъ производится одними и тѣми же рабочими. Иногда артель рабочихъ становится въ забой и получаютъ плату отъ пуда за всѣ работы, т. е. за добычу и доставку до шахты.

Однако слѣдуетъ непремѣнно раздѣлить работу врубки отъ другихъ работъ, ибо врубщикъ долженъ получать наиболѣе высокую плату, какъ наиболѣе искусный рабочій, и нераціонально задолжать его на отбивку, гдѣ могутъ быть поставлены рабочіе болѣе дешевые. Вообще слѣдуетъ стараться спеціализировать работы, законъ раздѣленія работъ и здѣсь имѣетъ все свое значеніе.

а) Системы очистныхъ работъ для пластовъ малой и средней мощности.

1. Потолкоуступная работа.

[182.] **Случаи примѣненія. Сущность работы.** Потолкоуступная работа исключительно примѣняется при пластахъ малой и средней мощности, крутопадающихъ; она будетъ находиться въ особенно благопріятныхъ условіяхъ, если пустые прослойки даютъ достаточно матеріала для закладки выработаннаго пространства.

Сущность потолкоуступной работы поясняется фиг. 9 (Табл. 30). Здѣсь *a* и *b* этажные квершлаги, *c* и *d* этажные штреки, *A* предохранительный цѣликъ, *iii*... скаты, *e* — закладка изъ пустой породы, *n*, *n*, *n* уступы. Высота уступовъ, *потолочныхъ забоевъ*, отъ 7—14 фут. и болѣе. При малой высотѣ—производительность забоя возрастаетъ; а при большой вы-

сотъ — производительность забойщика достигаетъ наибольшей величины. Длина уступа и *(почва потолочнаго забоя)* или разстояніе одного забоя до другаго, равна 10 — 13 фут., или вообще — удвоенной величинѣ перемѣщенія забоя въ смѣну. Пустая порода частію получается изъ пустыхъ прослойковъ, частію изъ верхняго и нижняго штрека, размѣры котораго разсчитываются для двойнаго рельсоваго пути. Иногда же спеціально ведутъ промежуточные штреки, *параллельные*, для полученія пустой породы. Эти штреки крѣпятся слабо и не подвергаются никакому ремонту. Направленіе теченія струи воздуха для вентиляціи показано стрѣлками.

[83.] **Частные случаи.** *Въ Монсѣ*, при пластахъ съ паденіемъ въ 40°, потолкоуступная система принимаетъ расположеніе, представленное на фиг. 10. Здѣсь *c* промежуточный штрекъ. Вообще проведеніе промежуточныхъ штрековъ въ данномъ случаѣ можетъ обусловливаться недостаткомъ пустой породы для закладки, а также уменьшеніемъ длины скатовъ, что влечетъ за собою увеличеніе количества крупныхъ сортовъ каменнаго угля. Наклонная высота этажа 19 — 28 саж. Высота уступовъ h равна 1 — $1\frac{1}{2}$ саж., на каждомъ уступѣ работаетъ одинъ забойщикъ. Высота уступовъ зависитъ отъ толщины пласта: чѣмъ больше толщина пласта, тѣмъ меньше высота уступа. При толщинѣ въ 2 фута, $h = 1\frac{1}{2}$ саж., при большей толщинѣ $h = 1$ саж. Высота уступовъ еще болѣе находится въ зависимости отъ плотности окружающихъ породъ, такъ что, если окружающія породы крѣпки и устойчивы, то и при толщинѣ пласта въ 2,6 фут. — $h = 1\frac{1}{2}$ саж.; въ противномъ случаѣ и при толщинѣ пласта менѣе, нежели въ 1,6 ф., h не болѣе 1 саж. Количество отдѣляющагося рудничнаго газа также до извѣстной степени можетъ вліять на высоту уступа. При значительномъ отдѣленіи углеводородовъ, эту высоту дѣлаютъ въ $1\frac{1}{2}$ саж. Каждый уступъ отстаетъ отъ ниже — лежащаго на $1\frac{3}{4}$ — $2\frac{1}{4}$ саж.

Въ закладкѣ оставляются скаты *i*. Разстояніе между скатами — до $4\frac{1}{2}$ саж., ширина ихъ ихъ по простиранію пласта — $3\frac{1}{4}$ — $4\frac{1}{4}$ фут. Разстояніе между скатами постоянное для всего этажа. Нижнія отверстія скатовъ, которыми они входятъ въ откаточные штреки, закрываются западнями (закрытые скаты). Скаты крѣпятся досками или выкладываются тщательно изъ пустой породы.

Въ Бельгіи находимъ нѣсколько видоизмѣненій потолкоуступной работы, такъ иногда здѣсь этажи раздѣляютъ на подъэтажи, высотою около 6 саж., каждый подъэтажъ разработывается потолкоуступною работою 6 — 7 уступами, высота которыхъ будетъ около $1\frac{1}{2}$ саж. Разстояніе между уступами $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ саж.

Подъэтажи раздѣляются промежуточными штреками, которые соединяются съ основнымъ откаточнымъ штрекомъ, рѣдко бремсбергами, обыкно-

венно діагоналями. Забои нижняго подъэтажа уходятъ впередъ относительно забоевъ слѣдующаго, верхняго подъэтажа на 5—7 саж.

Въ округѣ Charleroy крутопадающіе пласты, иногда вертикальные, разработываются системой, которая выходитъ однако изъ употребленія и которую можно отнести къ потолкоуступной работѣ. Здѣсь высота уступа доведена до крайнихъ предѣловъ — до 6 и 7 саж. Этажъ имѣетъ такихъ уступовъ 3 — 4. Разстояніе между уступами 7 — 10 саж., отъ каждаго уступа идетъ откаточный штрекъ, который діагональными штреками или бремсбергами соединяютъ съ основнымъ штрекомъ, или оставляютъ скаты въ закладкѣ.

На каждомъ уступѣ стоитъ на подмосткахъ или полкахъ 4—5 забойщиковъ. На каждаго рабочаго отдѣляются участки забоя неравные: для стоящаго выше — большій участокъ, нежели для стоящаго ниже. Суточное перемѣщеніе забоя равно 0,56 саж. Направленіе линіи забоя параллельно линіи паденія пласта, но иногда верхняя часть забоя уходитъ впередъ.

Въ томъ-же округѣ практируется и потолкоуступная работа съ малой высотой уступовъ около 1 саж.; при толщинѣ пласта 1,6 — 3 фут. Разстояніе между уступами 2 — 2½ саж., разстояніе между скатами 2½ саж. Этажъ съ наклонной высотой въ 50 саж., раздѣляется на два подъэтажа по 25 саж., съ 25 уступами каждый. Промежуточный штрекъ соединяется съ основными діагоналями. Забои нижняго подъэтажа идутъ впереди верхнихъ на 12—15 саж. Недостатокъ пустыхъ прослойковъ заставляетъ подработывать нѣсколько кровлю и почву пласта для полученія пустой породы, болѣе крупные куски которой идутъ на крѣпленіе скатовъ. Проведенія штековъ для добычи закладки стараются избѣгать.

[184.] **Подготовка этажей.** Этажи подготовляются въ восходящемъ порядкѣ, углубляя шахту; но иногда выработываютъ поле пласта, ниже лежащее, не углубляя шахты. Съ этою цѣлью проводятъ гезенкъ внизъ по паденію пласта, отъ основнаго штрека на вертикальную глубину въ 5—10 саж. и отъ гезенка откаточный штрекъ по простиранію. Начинаютъ потолкоуступную работу отъ угла, образуемаго гезенкомъ съ откаточнымъ штрекомъ. Для подъема нагруженныхъ вагоновъ въ гезенкѣ долженъ быть установленъ воротъ.

[185.] **Видоизмѣненіе потолкоуступной работы.** Уменьшая разстояніе между уступами, мы естественнымъ путемъ переходимъ къ системѣ очистной выемки крутопадающихъ пластовъ *сплошными забоями*. Эта система въ настоящее время вездѣ почти оставлена или оставляется. Въ самомъ дѣлѣ, она представляетъ значительные недостатки сравнительно съ потолкоуступной работой. Рабочіе располагаются на подмосткахъ по высотѣ всего забоя, одинъ подъ другимъ, что представляетъ значительную опасность для нихъ. Далѣе, большое пространство, которое принуждены оставлять между за-

боемъ и пустой породой для помѣщенія подмостокъ и прохода воздуха, — требуетъ сильнаго крѣпленія и затрудняетъ откидку породы изъ прослойковъ въ закладку. При потолкоуступной работѣ эти недостатки не имѣютъ мѣста, если потолокъ уступа надлежащимъ образомъ закрѣпляется. Пустая порода, получаемая при образованіи ходовъ, достаточна бываетъ только для закладки нижнихъ частей очистной выработки, а потому закладку располагаютъ частію на подмосткахъ, укрѣпленныхъ на распоркахъ. Тутъ неминуемо приходится оставлять пустоты, что чрезвычайно опасно.

Рабочій подвигается впередъ въ смѣну медленнѣе при сплошномъ забоѣ, нежели при потолкоуступномъ. Примѣръ: возьмемъ сплошной забой высотою 7 саж. и положимъ, что онъ перемѣщается въ смѣну на 4 фут.; раздѣливъ этотъ забой на 6 уступовъ съ высотою въ 8 фут., перемѣщеніе забоевъ будетъ уже 6 — $6\frac{1}{2}$ фут. Слѣдовательно въ первомъ случаѣ производительность будетъ менѣе, нежели при потолкоуступной работѣ, въ отношеніи какъ 4 : 6 или какъ 4 : $6\frac{1}{2}$. Это, натурально, и должно быть такъ, ибо при потолкоуступной системѣ забой для каждаго рабочаго обнаженъ съ двухъ сторонъ, а при сплошной работѣ — только съ одной.

При сплошномъ забоѣ уголь получается менѣе чистый, нежели при потолкоуступномъ забоѣ, ибо сортировка въ первомъ случаѣ крайне неудобна. Кромѣ этого, мелкихъ сортовъ угля получается всегда большее количество, такъ какъ уголь, падая съ большой высоты въ откаточный штрекъ, сильно измельчается. Хотя, впрочемъ, и при потолкоуступной работѣ уголь можетъ смѣшиваться съ пустой породой на закладкѣ, если не будутъ сдѣланы изъ досокъ помосты, по которымъ онъ могъ бы скользнуть къ скатамъ (фиг. 11).

Въ отношеніи ремонта откаточныхъ штрековъ потолкоуступная работа весьма рѣзко превосходитъ работу сплошнымъ забоемъ.

Не вполнѣ плотная закладка при работѣ сплошными забоями производитъ сильное давленіе на крѣпи промежуточныхъ штрековъ, — случаются обвалы, которые предусмотрѣть весьма трудно. Вообще оставленіе пустотъ въ закладкѣ при работѣ потолкоуступной и сплошнымъ забоемъ надо считать нераціональнымъ.

Доставка угля при потолкоуступной работѣ обходится дешевле, нежели при работѣ сплошными забоями.

Надлежащему провѣтриванію при работѣ сплошными забоями мѣшаютъ полки, на которыхъ помѣщаются рабочіе, такъ что струя чистаго воздуха главнымъ образомъ омываетъ закладку и частію только проходитъ по плоскости забоя.

Всѣ приведенные выше недостатки работы сплошными забоями и заставляютъ бросить ее и обратиться къ потолкоуступной системѣ.

[186.] **Крѣпленіе очистныхъ выработокъ при потолкоуступной работѣ** производится распорками и перекладами, какъ показано на фиг. 11 и 12. На

первомъ чертежѣ представленъ случай неполной закладки выработаннаго пространства. *p* — наклонный помостъ изъ досокъ для передвиженія угля къ скату *b*, закрѣпленному досками. Распорки *c* ставятся въ лунки, образованныя въ почвѣ пласта и упираются въ доски, поддерживающія висячій бокъ.

Прилагаемый чертежъ представляетъ примѣръ[1]) крѣпленія выработки въ пластѣ мощностью въ $1\frac{1}{2}$ арш. съ паденіемъ около 70°. Доски *a* длиною 7 фут., разстояніе между досками 1 арш.; растояніе между распорками также 1 арш.; на 1 кв. саж. помѣщается 9 распорокъ и 3 доски. Стоимость распорки около 35 коп. При закладкѣ пустой породой удается вынуть около 30% крѣпи. На этомъ же чертежѣ показаны пустоты *f*, оставленныя въ закладкѣ въ шахматномъ порядкѣ, о которыхъ было сказано выше. Недостатокъ пустыхъ прослойковъ заставляетъ прибѣгать къ такому нераціональному пріему. При сплошной закладкѣ и доставкѣ породъ съ поверхности, стоимость закладки на 1 пуд. угля примѣрно можетъ стоить около $1\frac{1}{2}$ коп., что при извѣстныхъ условіяхъ рѣшительно можетъ парализировать выгоды эксплуатаціи.

Этажный откаточный штрекъ, при разсматриваемой системѣ очистныхъ работъ, требуетъ весьма прочнаго крѣпленія, такъ какъ надъ нимъ непосредственно располагается пустая порода закладки. Обыкновенно это крѣпленіе состоитъ изъ дверныхъ окладовъ, разстояніе между которыми зависитъ отъ мощности пласта, крѣпости боковыхъ породъ и ширины откаточнаго штрека. Крѣпленіе скатовъ можетъ производиться деревомъ, досками, а также частью камнемъ, т. е. болѣе правильными кусками пустой породы, изъ которой производятъ тщательную кладку стѣнокъ между кровлей и почвой пласта; плоскость, по которой скользитъ уголь, выстилается досками.

[187.] Наивыгоднѣйшая высота уступовъ. Данныя, приведенныя выше и относящіяся до разныхъ случаевъ примѣненія потолкоуступной работы, показываютъ, что высота уступа не остается постоянной, а измѣняется въ различныхъ случаяхъ въ зависимости отъ мощности пласта и свойства окружающихъ породъ. Такъ какъ высота уступа составляетъ существенный элементъ въ системѣ, то весьма важно рѣшить вопросъ: *какая высота уступа наиболѣе выгодна?*

Чѣмъ больше высота уступа, тѣмъ медленнѣе перемѣщается плоскость забоя. Производительность забоя зависитъ отъ величины его перемѣщенія и высоты (при данной толщинѣ пласта). Для данной производительности можно было бы уменьшить величину перемѣщенія, увеличивая пропорціонально высоту; на самомъ же дѣлѣ увеличеніе высоты не вполнѣ вознаградитъ производительность при уменьшеніи перемѣщенія, ибо забойщику труднѣе работать при высотѣ уступа въ 10 фут., нежели при $6\frac{1}{2}$ фут., такъ какъ въ первомъ случаѣ потребуется больше крѣпленія, болѣе подмостокъ чтобы

[1]) Примѣръ принадлежитъ рудникамъ Ю. Россіи.

достать до верхнихъ пунктовъ уступа. При высотѣ въ 10 фут. требуется иногда задолжать спеціальныхъ рабочихъ для крѣпленія. Слѣдовательно, производительность рабочаго при высокомъ уступѣ будетъ меньше, нежели при болѣе низкомъ, отсюда различіе въ стоимости добычи. При уступѣ высотою въ 10 ф. производительность меньше на 24 % сравнительно съ производительностію при уступѣ въ $6^1/_2$ фут.

Ниже-представленная таблица дастъ понятіе о возростаніи расходовъ съ увеличеніемъ высоты уступа.

a № Забоя.	*b* Высота уступа въ саженяхъ.	*c* Перемѣщеніе забоя въ день.	*d* Площадь обнаженной части пласта въ кв.с. $b \times c$.	*e* Поденная плата.	*f* Стоимость обнаженія 1 кв. саж.
1	0,94	1,17	1,1	1 р.	0,91
2	1,17	0,94	1,1	—	0,91
3	1,41	0,61	0,86	—	1,16
4	1,64	0,52	0,85	—	1,18

При высокихъ уступахъ доставка пустой породы, которая получается при проводѣ штрека въ высшіе пункты очистной выработки, болѣе затруднительна, что совершенно понятно.

Содержаніе откаточныхъ штрековъ при высокихъ уступахъ возростаетъ, ибо продолжительность ихъ службы также увеличивается.

Процентъ крупныхъ сортовъ угля уменьшается, частію вслѣдствіе того, что уголь падаетъ при отбивкѣ съ большой высоты, частію вслѣдствіе общихъ свойствъ широкихъ забоевъ.

Приведенныя разсужденія относительно неудобства высокихъ уступовъ въ нѣкоторыхъ пунктахъ еще могутъ оспариваться. Такъ — положеніе, что забойщику труднѣе работать при высокомъ уступѣ (10 фут.), отчасти несомнѣнно справедливо; но это неудобство съ другой стороны умѣряется тѣмъ, что при высокомъ забоѣ вообще глубина вруба можетъ быть менѣе значительна, а это очень важно. Далѣе, относительно вентиляціи также оспаривается достоинство низкихъ уступовъ, что надо признать вполнѣ основательнымъ, особенно при рудничномъ газѣ. Если нѣкоторыя особенности, свойственныя высокимъ уступамъ, увеличиваютъ процентъ мелкихъ сортовъ, то съ другой стороны — при низкихъ уступахъ, слѣдовательно, при большомъ числѣ уступовъ въ этажѣ, вообще придется сдѣлать большее число врубовъ, которые также увеличиваютъ количество мелкаго угля.

Принявъ приведенныя разсужденія въ соображеніе, трудно безусловно утверждать, что низкій уступъ выгоднѣе высокаго, разумѣя здѣсь незначительную разницу въ крайнихъ продѣлахъ, т. е. $6\frac{1}{2}$ и 10 фут. Полагаемъ, что средній размѣръ въ 8 фут. будетъ въ большей или меньшей степени удовлетворять наивыгоднѣйшимъ условіямъ. При устойчивыхъ породахъ висячаго и лежачаго бока высота уступа можетъ съ выгодой опуститься до $6\frac{1}{2}'$, при слабыхъ породахъ выгоднѣе будетъ увеличить ее до 10′ и даже 10, 5′, какъ это и принято въ Льежскомъ округѣ.

[188.] **Способы доставки угля отъ забоя къ главному откаточному штреку.** Выше показано было, что эта доставка производится при помощи скатовъ, промежуточныхъ штрековъ и бремсберговъ. Скаты идутъ отъ забоевъ непрерывно до основнаго откаточнаго штрека или этажа, подраздѣляются промежуточными штреками, которые уменьшаютъ длину скатовъ и соединяются съ основнымъ штрекомъ бремсбергами. Выборъ той или другой системы зависитъ главнѣйше отъ свойствъ висячаго и лежачаго бока, ибо содержаніе промежуточныхъ штрековъ и бремсберговъ въ закладкѣ обходится дорого; стоимость доставки при помощи однихъ скатовъ всегда нѣсколько дешевле, нежели при промежуточныхъ штрекахъ и бремсбергахъ. Промежуточные ходы, уменьшая длину скатовъ, облегчаютъ ихъ исправленіе на случай обрушенія; такъ что промежуточный ходъ, во всякомъ случаѣ, полезенъ для этой цѣли, хотя бы скаты и шли непосредственно до основнаго штрека. Вообще доставка одними скатами выгоднѣе всѣхъ другихъ способовъ.

[189.] **Производительность забойщика** при потолкоуступной работѣ среднимъ числомъ можно положить около 200 пудъ при тонкихъ пластахъ и около 325 пудъ при пластахъ средней мощности. Величина перемѣщенія забоя при тонкихъ пластахъ 0,5 саж. при средней мощности 1,1 сажень.

Слѣдующая таблица представляетъ нѣкоторые частные случаи.

	Толщина пласта въ верш.			
	$13\frac{1}{2}$	18	$22\frac{1}{2}$	30
Наклонная высота этажей въ саж.	12,2	12,4	7	15
Высота уступовъ, въ саж.	1,74	1,74	1,10	1
Перемѣщеніе плоскости забоя въ день въ саж.	0,47	0,56	1,17	1
Число забойщиковъ	7	7	7	15
Производительность забойщика, пудъ	167	253	342	310
Площадь пласта, обнажаемая забойщикомъ, въ кв. саженяхъ	0,82	1,08	1,18	1

2. Сплошная выемка.

[190.] **Случаи примѣненія.** Сплошная выемка примѣняется при пластахъ пологопадающихъ малой и средней мощности, содержащихъ достаточное количество пустыхъ прослойковъ для закладки выработаннаго пространства. Какъ самый пластъ угля, такъ и окружающія его породы, особенно висячій бокъ, должны обладать достаточною устойчивостью. Особенно часто эта система примѣняется при разработкѣ пластовъ малой мощности.

Сплошная выемка представляетъ два видоизмѣненія: 1) *сплошная выемка однимъ непрерывнымъ забоемъ* и 2) *сплошная выемка отступающими забоями.*

[191.] **Сплошная выемка однимъ непрерывнымъ забоемъ.** Въ своемъ крайнемъ развитіи *сплошная выемка непрерывнымъ забоемъ* примѣняется въ Англіи для пластовъ средней мощности, съ очень прочной кровлей и съ достаточнымъ количествомъ пустой породы для закладки. На фиг. 13, табл. 30 представлена эта система: забои *a a* и *c c* — или совершенно сплошные, или съ незначительными уступами. Забои ведутся по простиранію, возстанію или діагональному направленію, смотря по направленію трещиноватости. Длина каждаго уступа отъ 30 — 50 фут. Общая же длина всего протяженія забоя почти непрерывнаго доходитъ до 450 саженъ и болѣе. Уголь отъ забоя (сплошнаго) къ основному штреку доставляется по ходамъ *i* (фиг. 13). Крѣпленіе этихъ штрековъ производится пустой породой. Коль скоро діагональные или возстающіе штреки достигаютъ значительной длины, то пересѣкаютъ ихъ промежуточнымъ штрекомъ по простиранію и поддерживаютъ тогда только нѣсколько діагональныхъ или возстающихъ штрековъ, лежащихъ ниже промежуточнаго.

Стараясь получить какъ можно больше крупныхъ сортовъ угля, на Англійскихъ копяхъ забой быстро подвигаютъ впередъ, предоставляя каждому забойщику иногда только 6 фут. ширины забоя. Глубина врубовъ $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ фута, высота вруба 12′. Закладка и крѣпленіе слѣдуютъ за забоемъ, по мѣрѣ подвиганія послѣдняго впередъ. Въ случаѣ если не хватаетъ пустой породы для тщательной закладки, то оставляютъ въ закладкѣ пустоты, окруживъ ихъ стѣнками. Для крѣпленія непосредственно у забоя примѣняютъ стойки деревянныя или металлическія. Въ иныхъ случаяхъ давленіе кровли настолько значительно, что приходится прибѣгать къ крѣпи, представляющей клѣтку, сложенную изъ бревенъ, длиною 2 фута и наполненную въ срединѣ пустой породой. Такое крѣпленіе обходится около 80 коп. и болѣе на тонну угля.

[192.] **Сплошная выемка отступающимъ забоемъ.** Если уголь слабый и висячій бокъ не устойчивъ, то сплошной забой замѣняется *забоемъ съ усту-*

пами, т. е. сплошной системой очистной выемки отступающимъ забоемъ. Въ данномъ случаѣ направленіе линіи забоя можетъ совпадать: съ линіей простиранія—*выемка по возстанію*, съ линіей паденія—*выемка по простиранію* или, наконецъ, линія забоя получаетъ среднее направленіе между линіей простиранія и паденія—*выемка діагональная*. Выборъ того или другаго направленія долженъ согласоваться съ направленіемъ замѣчаемой трещиноватости въ углѣ, а также и съ угломъ паденія пласта.

[193.] На фиг. 14, табл. 31 представлено расположеніе работы по возстанію. Къ каждому забою *a, a*... идутъ возстающіе штреки *i i*, соединяющіе забой съ главнымъ откаточнымъ штрекомъ *r*; по по мѣрѣ развитія работъ оставляютъ въ закладкѣ параллельный штрекъ *u*, на который спускаютъ уголь съ верхнихъ забоевъ, а уже отъ него доставка производится по возстающему штреку *z* до главнаго откаточнаго *r*. Одинъ только забой *c* ведется по простиранію пласта и ему придаютъ такіе размѣры, чтобы пустая порода, получающаяся при проводѣ штрека *r*, помѣщалась тутъ же; ширина этого забоя обыкновенно около 4 саж. На каждомъ забоѣ ставятъ 5—7 забойщиковъ, при ширинѣ забоя въ 7 саж.

Уголь съ различныхъ пунктовъ забоя доставляется къ штрекамъ *i*, гдѣ и нагружается въ вагоны, обыкновенно малой вмѣстимости — 20 до 25 пудъ. Число откатчиковъ зависитъ отъ угла паденія пласта и длины возстающихъ ходовъ. Въ виду болѣе экономичной доставки, проводятъ параллельный штрекъ *u*, раздѣляя такимъ образомъ поле по наклонной высотѣ на 2—3 участка по 25—35 саж., такъ что полная высота поля доходитъ до 75 саж. (Mons).

Разстояніе между уступами по паденію отъ $2^1/_2$ — 5 саж.; впрочемъ это разстояніе не оказываетъ вліянія на работу. Въ такомъ видѣ, какъ описано выше, сплошная работа ведется въ нѣкоторыхъ горныхъ округахъ Бельгіи, при пластахъ съ паденіемъ 10—12°. При большемъ паденіи движеніе вагоновъ по возстающимъ штрекамъ дѣлается очень затруднительнымъ и въ этомъ случаѣ можно прибѣгнуть къ бремсбергамъ; но въ Бельгіи, при часто измѣняющемся паденіи пластовъ, бремсберговъ избѣгаютъ. Въ Саарбрюкенскомъ же бассейнѣ и при пластахъ съ пологимъ паденіемъ (10—13°) устраиваютъ бремсберги *i*, фиг. 15; но длину забоя увеличиваютъ до 12 саженъ. Длина выемочныхъ полей — около 100 саж., наклонная высота—50 до 60 саж. и задается въ зависимости отъ продолжительности службы стѣнокъ, которыми закрѣплены бремсберги; эти стѣнки возводятъ изъ пустой породы, на сухо.

По мѣрѣ подвиганія забоя длина бремсберговъ увеличивается, приходится переносить тормазный шкивъ, который здѣсь и получаетъ устройство удобное для переноски (см. спускъ съ высшаго горизонта на низшій).

Поля (фиг. 16) подготовляются главными бремсбергами *a* для спуска

добытаго угля съ выше-лежащихъ полей на основной штрекъ. Выработкѣ для бремсберга придается ширина не менѣе 200″, изъ которыхъ 100″ приходится собственно для бремсберга, 60″ для путеваго отдѣленія и 40″ для промежуточной стѣнки, тщательно возведенной на цементѣ. По сторонамъ бремсбергов *a* оставляютъ предохранительные столбы шириною около 17 саженъ; столбы около откаточныхъ штрековъ имѣютъ толщину только 6 саженъ. Параллельные штреки *u* разсчитываются для одного рельсоваго пути.

[194.] **Сплошная выемка по діагональному направленію.** При діагональной трещиноватости или при углѣ паденія около 30°, когда примѣненіе системы по возстанію дѣлается менѣе выгоднымъ, то ведутъ работу *по діагональному направленію* сплошнымъ забоемъ или уступами. Возстающіе штреки здѣсь принимаютъ діагональное направленіе и слѣдовательно, движеніе вагоновъ по нимъ можетъ еще производиться людьми, хотя иногда и съ большимъ трудомъ.

[195.] **Сплошная выемка по простиранію.** При направленіи трещиноватости *параллельномъ линіи паденія*, а также и при болѣе или менѣе крутомъ паденіи пласта, *прибѣгаютъ къ сплошной выемкѣ съ отступающимъ забоемъ по простиранію*. На фиг. 17 представлена подобная работа, какъ она ведется въ округѣ Charleroy. Высота забоевъ *a* равна $7\frac{1}{2}$—$9\frac{1}{2}$ саж. Діагональный штрекъ *i* можетъ служить для откатки людьми при маломъ углѣ паденія, при болѣе же значительномъ паденіи откатка до основнаго штрека производится бремсбергами; ремонтъ этихъ бремсбергов обходится дорого, такъ какъ они проходятъ въ закладкѣ.

Въ Саарбрюкенскомъ горномъ округѣ выемка по простиранію нѣсколько отличается отъ бельгійской. Основные штреки *a a* (фиг. 18) соединяются бремсбергомъ *b*. Отступивъ отъ бремсберга на 8 саж., проводятъ путевой штрекъ *c*, отъ него уже начинаютъ выемку, всегда съ верхнихъ частей выемочнаго поля, оставляя въ закладкѣ ходы *e* для доставки угля къ бремсбергу. Эти ходы крѣпятся камнемъ. Въ поперечномъ сѣченіи ходъ представленъ на фиг. 19. При паденіи пласта въ 20° уголъ $\alpha = 10°$. Высота забоя — 8 саж., разстояніе между уступами — 2,3 до 4,6 саж., смотря по прочности кровли. Высота поля — 80 саж. Высота предохранительныхъ столбовъ около верхняго и нижняго основныхъ штрековъ равна $7\frac{1}{2}$ саж.

[196.] **Сравненіе системъ выемокъ по простиранію и по возстанію.** Въ большинствѣ случаевъ предпочитаютъ сплошную выемку по возстанію, какъ имѣющую преимущества надъ работой по простиранію въ отношеніи доставки, ремонта откаточныхъ штрековъ, количества крупныхъ сортовъ угля и пр. Но при значительномъ углѣ паденія работа по возстанію не можетъ имѣть мѣста; такъ что предѣломъ ея примѣненія надо, теоретически, положить уголъ, при которомъ уголь начинаетъ самъ собою скатываться по почвѣ, т. е.

около 35°. При отдѣленіи большаго количества рудничнаго газа, система по возстанію уступаетъ системѣ по простиранію; провѣтриваніе при послѣдней производится болѣе совершенно. Такъ какъ система по простиранію можетъ быть примѣнена не только при пластахъ съ болѣе крутымъ паденіемъ (напр. 35°), но и при очень пологихъ, то ей слѣдуетъ отдать преимущество въ тѣхъ случаяхъ, когда паденіе пласта непостоянно. Однако, если имѣется въ виду главнымъ образомъ полученіе крупныхъ сортовъ угля, то самымъ важнымъ основаніемъ для выбора направленія забоя будетъ направленіе трещиноватости.

[197.] **Примѣры.** **Въ округѣ Mons** разработывается пластъ толщиною 2 фута сплошною выемкою по возстанію, ширина забоя 6,6 саж., на забоѣ стоитъ 7 человѣкъ. Перемѣщеніе забоя въ смѣну — 1 саж. Производительность забойщика — 218 пуд., площадь, обнажаемая забойщикомъ въ смѣну, около — 0,9 кв. саж.

На Грушевкѣ разработывается пластъ антрацита толщиною 3′ 6″ сплошною выемкою по простиранію, а также по діагональному направленію, что согласно съ направленіемъ отдѣльностей въ антрацитѣ. Ширина забоевъ 13 — 15 саж., рабочій обнажаетъ въ смѣну нѣсколько менѣе 1 кв. саж. и добываетъ до 250 пуд. антрацита; мелочь оставляется въ рудникѣ.

Въ Англіи (Валисъ) разработывается пластъ угля, почти горизонтальный, мощностью $3\frac{1}{2}$ фут., сплошною выемкою по возстанію (подобно фиг. 13). Смѣна рабочаго — 11 часовъ. Задѣльная плата за тонну 63 коп., въ этой суммѣ добыча и закладка. Производительность забойщика 3—4 тонны. Откатка лошадьми, лошадь тянетъ 4 вагона, нагрузка $1\frac{1}{2}$ тонны. Въ Валисѣ же, на другихъ рудникахъ, также при работѣ сплошной на пластахъ средней мощности, платятъ забойщику за тонну добытаго угля 32—72 коп., за проводъ ходовъ отъ погонной сажени — 3 р. 50 к.

3. Столбовая выемка.

[198.] **Случаи примѣненія, сущность работы.** Столбовая выемка особенно часто примѣняется для разработки пластовъ средней мощности, пологопадающихъ и крутопадающихъ, *при недостаткѣ пустой породы для полной закладки* выработаннаго пространства. Эта система весьма часто встрѣчается въ Англіи, Вестфаліи, Саарбрюкенскомъ округѣ, у насъ на Ю. Россіи и пр. Среднимъ числомъ можно положить, что $\frac{2}{3}$ всего добываемаго каменнаго угля въ Европѣ доставляется этой системой работъ.

Сущность работы состоитъ въ раздѣленіи поля на участки или выемочныя поля при помощи штрековъ, проведенныхъ по возстанію, діагональному направленію или по простиранію. Выемочное поле раздѣляется раз-

личнымъ образомъ на столбы выемочными штреками, и наконецъ столбы вынимаются на очистку въ направленіи обратномъ ихъ образованію. Выемочные штреки имѣютъ часто такіе размѣры, что проводъ ихъ можно разсматривать, какъ первый періодъ очистной добычи. Иногда нѣкоторые столбы оставляются невынутыми; отсюда различаютъ систему *съ оставленіемъ столбовъ*.

Направленіе образованія столбовъ можетъ быть: *по простиранію, по возстанію* или *по діагональному направленію*. Уголъ паденія пласта и направленіе трещиноватости въ углѣ служатъ основаніемъ для принятія въ частномъ случаѣ того или другаго направленія столбовой работы. *Выемка по простиранію* можетъ быть примѣнена для всякаго угла паденія, а слѣдовательно, можетъ примѣняться въ тѣхъ случаяхъ, когда паденіе пласта не остается постояннымъ; но въ такомъ случаѣ ея недостатокъ будетъ тотъ, что уже нельзя принимать въ соображеніе направленіе отдѣльностей или трещиноватости. *Работы по возстанію и діагональному* направленію примѣнимы для болѣе пологопадающихъ пластовъ, причемъ первая допускаетъ уголъ паденія неболѣе 10°, а вторая не болѣе 20°.

[**199.**] **Столбовая работа по простиранію** представлена на фиг. 20, (табл. 31). Выемочные штреки *a a*... ведутся отъ путеваго возстающаго штрека *b* или иногда непосредственно отъ бремсберга *c*; при болѣе или менѣе прочной кровлѣ, выемочные штреки получаютъ съ самаго начала надлежащую ширину, въ противномъ случаѣ — ихъ начинаютъ болѣе узкими и затѣмъ черезъ 4—5 саж. расширяютъ до надлежащихъ размѣровъ.

Ширина выемочныхъ штрековъ и столбовъ бываетъ различна, и зависитъ отъ мощности пласта, крѣпости угля и висячаго бока, а также количества пустой породы, получаемой попутно. Въ Вестфаліи выемочнымъ штрекамъ придаютъ ширину $1\frac{1}{2}$ – 4 саж., а столбамъ—отъ 2 до 4 саженъ. Въ Саарбрюкенскомъ горномъ округѣ ширина выемочныхъ штрековъ—отъ $2\frac{1}{2}$ до 3 саж., ширина столбовъ — около 5 саж. Вообще столбамъ придаютъ большую ширину, нежели выемочнымъ штрекамъ. Среднимъ числомъ можно принять, что ширина штрековъ равна 2 — $2\frac{1}{2}$ саж., а столбовъ — 3—5 саж. Въ Вестфаліи, при заданіи ширины выемочныхъ штрековъ, руководствуются тѣмъ соображеніемъ, чтобы между откаточнымъ путемъ, устраиваемымъ вдоль верхняго забоя, и нижнимъ забоемъ, оставалось довольно мѣста для помѣщенія пустой породы, получаемой при проводѣ штрека; никоимъ образомъ нельзя допустить, чтобы эта порода поднималась на поверхность. Тонкіе пологопадающіе пласты, съ прослойками пустой породы, требуютъ широкихъ выемочныхъ штрековъ. Болѣе мощные пласты и крутопадающіе, съ небольшимъ количествомъ пустой породы, требуютъ болѣе узкихъ выемочныхъ штрековъ.

Въ случаѣ узкихъ столбовъ: выемочные штреки разстраиваются прежде

достиженія данной границы выемочнаго поля; увеличивается число выемочныхъ штековъ въ данномъ полѣ, что влечетъ за собою увеличеніе расходовъ; изъ тонкихъ столбовъ при большемъ давленіи висячаго бока получается значительное количество мелкаго угля. Съ другой стороны, весьма широкіе столбы, хотя и уменьшаютъ число выемочныхъ штековъ, но затрудняютъ разработку, вслѣдствіе часто случающихся обваловъ; при крутомъ паденіи они препятствуютъ сохраненію крупнаго угля и дѣлаютъ работу опасною.

На фиг. 22 (табл. 32) представлено расположеніе столбовой работы по простиранію на рудникѣ Clifton—Hall (Англія), гдѣ разработывается пластъ угля мощностью въ 7,3 фут. съ паденіемъ — 17°. Недостатокъ пустой породы и слабый висячій бокъ заставляютъ тутъ придавать ширину выемочнымъ штрекамъ, обусловливающуюся только способами откатки; столбамъ же придаютъ ширину значительную, именно 18 саженъ.

[200.] Діагонали. На чертежѣ 20 (табл. 31) подготовка выемочныхъ полей сдѣлана при помощи бремсберга *c*; но, при извѣстныхъ условіяхъ, подготовку выемочныхъ полей производятъ и *діагональными штреками a* (фиг. 21), отъ которыхъ уже проводятъ выемочные штреки *i* по простиранію. Слѣдовательно, можетъ быть двоякій способъ подготовки полей: *бремсбергами* и *діагоналями*. Разсмотримъ эти случаи.

Имѣемъ поле *a b c d* (фиг. 23, табл. 32.) Уголъ, составляемый діагональнымъ штрекомъ *c c* съ горизонтальною плоскостью *N*, т. е. β, долженъ быть таковъ, чтобы по діагональному штреку безъ затрудненія могла производиться откатка людьми; уголъ β не долженъ быть болѣе 6° при нагрузкѣ вагоновъ около 20 пудъ, при большихъ вагонахъ, напр. въ 30 пуд., $\beta = 4 - 4\frac{1}{2}°$. Длина x діагонали, уголъ ея уклона β, уголъ паденія пласта α и наклонная высота h находятся въ опредѣленной зависимости между собою. Въ самомъ дѣлѣ: имѣемъ, что $x = h \frac{\operatorname{Sin} \alpha}{\operatorname{Sin} \beta}$. Если h и β постоянны, то x будетъ уменьшаться съ уменьшеніемъ α. Съ другой стороны имѣемъ $\operatorname{Sin} \omega = \frac{\operatorname{Sin} \beta}{\operatorname{Sin} \alpha}$; если β постоянный уголъ, то ω уменьшается или увеличивается вмѣстѣ съ α; иными словами, уголъ ω пересѣченія діагональнаго штрека съ выемочными $n n'$ будетъ тѣмъ тупѣе, чѣмъ положе пластъ.

Если положимъ, какъ сказано было выше, что $\beta = 4°—6°$, то слѣдующая таблица представитъ длину діагоналей x при различныхъ α (уголъ паденія пласта) для $\beta = 5°$.

При $\alpha =$	10°,	длина $x =$		1,992 h
„ „	15	„ „		2,969
„ „	20	„ „		3,924
„ „	25	„ „		4,837

При $\alpha =$	30°,	длина $x =$	$5{,}736\ h$
„ „	40	„ „	7,375
„ „	50	„ „	8,789
„ „	60	„ „	9,936
„ „	70	„ „	11,08
„ „	80	„ „	11,29
„ „	90	„ „	11,47

Уголъ ω, составляемый діагональнымъ штрекомъ съ линіей простиранія пласта при $\beta = 5^\circ$, для различныхъ угловъ паденія вычисляется по второй формулѣ; результаты вычисленія представлены въ нижеслѣдующей таблицѣ.

При $\alpha =$	6°,	уголъ $\omega =$	56°	$29'$
„ „	7	„ „	45	39
„ „	8	„ „	38	46
„ „	9	„ „	33	51
„ „	10	„ „	30	7
„ „	15	„ „	19	40
„ „	20	„ „	14	45
„ „	25	„ „	11	54
„ „	30	„ „	10	2
„ „	40	„ „	7	47
„ „	50	„ „	6	31
„ „	60	„ „	5	46
„ „	70	„ „	5	19
„ „	80	„ „	5	4
„ „	90	„ „	5	

Изученіе этихъ таблицъ приводитъ къ весьма важнымъ заключеніямъ. При значительномъ углѣ α (паденіе пласта), длина x діагоналей выходитъ весьма большой для опредѣленной высоты h выемочнаго поля; а углы ω (см. таблицу вторую), составляемые діагоналями съ основными и выемочными штреками, выходятъ очень острыми. Эти острые углы столбовъ рѣдко вполнѣ могутъ быть выработаны и даютъ только мелкій уголь. Кромѣ этого, выемочные штреки $n\,n'$, $m\,m'$ получаются неравной длины; слѣдовательно потребуется неравные промежутки времени для достиженія этими выемочными штреками границъ поля. При значительной наклонной высотѣ поля и даже при среднемъ углѣ паденія пласта, діагональ, придавъ ей уклонъ $\beta = 5 - 6^\circ$, ранѣе достигнетъ границы поля по простиранію, нежели границы по возстанію, такъ что съ нѣкотораго пункта придется діагональный штрекъ вести въ обратную сторону; это влечетъ за собою неправильное расположеніе выемочныхъ штрековъ и потребуетъ значительный

промежутокъ времени до проведенія высшаго (перваго) выемочнаго штрека для образованія верхняго столба, съ котораго должна начаться выемка на очистку.

Вслѣдствіе вышеприведенныхъ соображеній, Лотнеръ дѣлаетъ такое заключеніе: *при правильномъ положеніи флецовъ и обширныхъ разрабатываемыхъ поляхъ, слѣдовало бы для провода верхнихъ выемочныхъ штрековъ прибѣгать къ діагональнымъ штрекамъ только при умѣренномъ паденіи пласта, не превышающемъ 10 — 15°.* Исключеніе изъ этого правила допускается только въ короткихъ толщахъ, между сдвигами или складками, имѣющихъ болѣе крутое паденіе, гдѣ устройство бремсберга оказывается невыгоднымъ. Въ большинствѣ случаевъ для подготовки полей прибѣгаютъ къ бремсбергамъ.

[201.] **Бремсберги** — проводятся почти исключительно по паденію и не находятся въ зависимости отъ maximum угла паденія пласта; напротивъ, очень пологопадающіе пласты менѣе благопріятны устройству бремсберга, ибо въ такомъ случаѣ необходимъ очень хорошій путь, хорошій подвижной составъ и совершенный механизмъ бремсберга. Въ Англіи есть примѣры устройства бремсберговъ съ уклономъ въ 4—3° и менѣе. При углѣ паденія въ 6 — 7°, при среднихъ качествахъ путей и подвижнаго состава — бремсбергъ будетъ дѣйствовать вполнѣ удовлетворительно. Однако Лотнеръ полагаетъ наименьшій уголъ для бремсберговъ равнымъ 10°; при меньшемъ углѣ, проведеніе діагональныхъ штрековъ будетъ вполнѣ соотвѣтствовать цѣли.

Подготовка производится *односторонними* или *двусторонними* бремсбергами, обыкновенно съ противовѣсами. Двусторонній бремсбергъ будетъ удобнѣе тогда, когда, отъ пункта пересѣченія квершлагами пласта проводятъ бремсбергъ по возстанію и непосредственно отъ него въ обѣ стороны начинаютъ подготовку. Если же такимъ расположеніемъ не желаютъ ослабить предохранительныхъ столбовъ, то подготовку ведутъ двумя односторонними бремсбергами, закладываемыми по границѣ выемочнаго поля. Слѣдующія выемочныя поля подготовляются обыкновенно также односторонними бремсбергами.

[202.] **Высота полей** или этажей опредѣляется въ силу соображеній, приведенныхъ выше въ отдѣлѣ подготовки. При болѣе крутыхъ пластахъ, наклонная высота выемочнаго поля принимается отъ 38 — 47 саж.; при болѣе пологомъ паденіи, наклонная высота выемочныхъ полей (длина бремсберга) равняется 57 — 70 саженъ.

Длина полей (по простиранію) зависитъ отъ мощности пласта, отъ свойства прилегающихъ породъ, отъ требуемой сосредоточенности работъ и установленія постояннаго отношенія между количествами угля, получаемаго изъ выемочныхъ штрековъ и столбовъ. Болѣе мощные пласты съ слабой кров-

лей требуютъ короткихъ выемочныхъ полей, а тонкіе пласты съ крѣпкимъ висячимъ бокомъ допускаютъ болѣе длинныя выемочныя поля. Во всякомъ случаѣ, длина поля по простиранію не должна быть на столько велика, чтобы до совершенной его выработки пришлось перемѣнять крѣпь въ выемочныхъ штрекахъ. Кромѣ этого, надо имѣть въ виду, что длинные столбы, будучи на долгое время оставлены невынутыми, даютъ мелкій уголь. Въ Вестфаліи, при пластахъ средней мощности и при средней крѣпости висячаго бока, длина полей дѣлается не болѣе 120—150 саж. При болѣе мощныхъ пластахъ длина эта уменьшается до 60 саж. Въ Англіи длина выемочныхъ полей 107 саж., а высота превосходитъ длину.

[203.] **Выемка столба** производится различно: въ серединѣ столба врубаются забоемъ, шириною отъ 2—2½ саж. по возстанію, и потомъ въ обѣ стороны вырабатываютъ столбъ послѣдовательными забоями по возстанію, или ведутъ выемку столба по простиранію. Часто начинаютъ выемку съ конца столба противоположнаго бремсбергу. Чаще всего ведутъ выемку по простиранію, которая можетъ быть примѣнена при всякомъ углѣ паденія и имѣетъ еще другія выгоды. Выемка столбовъ по возстанію ограничивается угломъ паденія пласта, который не можетъ быть болѣе 25°. При пологопадающихъ пластахъ забои верхнихъ пластовъ должны идти впереди забоевъ нижнихъ столбовъ; при крутопадающихъ пластахъ — долженъ наблюдаться обратный порядокъ.

[204.] Лотперъ даетъ слѣдующія *правила для столбовой разработки по простиранію:*

1) Заложеніе каждаго верхняго выемочнаго штрека должно предшествовать проводу ближайшаго нижняго такъ, чтобы въ то время, когда верхніе столбы начинаютъ вырабатывать, на нижнихъ оканчивалась только подготовка.

2) Послѣдовательность, о которой сказано выше, не относится до основныхъ штрековъ, которые должны быть проведены возможно скоро, частію съ цѣлью развѣдки, частію съ цѣлью подготовки слѣдующаго выемочнаго поля, ранѣе окончанія выработки перваго.

3) Сообразуясь съ обстоятельствами, подъ верхнимъ основнымъ штрекомъ и надъ нижнимъ оставляютъ предохранительные столбы угля. Точно также и между полями по простиранію должны быть оставляемы предохранительные цѣлики.

[205.] **Столбовая разработка по діагональному направленію и по возстанію.** Въ этихъ разновидностяхъ столбовой работы столбы подготавливаются рядомъ діагональныхъ или возстающихъ штрековъ, идущихъ отъ основнаго штрека. На фиг. 24 представлена столбовая работа по діагональному направленію, а на фиг. 25 столбовая работа по возстанію. Какъ въ первомъ,

такъ и во второмъ случаѣ столбы частію только подготовляются, частію уже вынимаются на очистку.

Діагональная разработка можетъ быть примѣнена только при пологомъ паденіи, т. е. при углѣ паденія, который вообще обусловливаетъ проведеніе діагональныхъ штрековъ съ выгодой; кромѣ этого, діагональная разработка обусловливается постоянствомъ угла паденіе пласта. Діагональные выемочные штреки проводятся подъ прямымъ угломъ къ направленію трещиноватости. При паденіи пласта въ 10—12°, можно придать уклонъ діагональнымъ выемочнымъ штрекамъ въ $3^1/_2°$ и откатку производить въ вагончикахъ; при 5—6°, откатка еще можетъ производиться въ маленькихъ вагончикахъ или въ тачкахъ, а при 8—10° въ волокушахъ. Высота выемочныхъ полей дѣлается отъ 35—40 саженъ.

Тоже самое можно сказать и о разработкѣ по возстанію, если доставка должна производиться вагончиками или волокушами; но при устройствѣ бремсбергъ, работа по возстанію можетъ имѣть мѣсто и при болѣе крутомъ паденіи.

Сравнивая подготовку столбовъ въ полѣ, опредѣленныхъ размѣровъ по тремъ направленіямъ, т. е. по простиранію, по возстанію и по діагональному направленію, находимъ, что при равныхъ поперечныхъ размѣрахъ выемочныхъ штрековъ и столбовъ, длина первыхъ будетъ *одна и та-же во всѣхъ трехъ случаяхъ*, какой бы уголъ уклона не принимали діагонали. Такъ какъ наклонная высота выемочныхъ полей обыкновенно менѣе длины по простиранію, то число выемочныхъ штрековъ будетъ самое меньшее при подготовкѣ по простиранію, оно больше при діагональной подготовкѣ столбовъ и еще болѣе при подготовкѣ по возстанію. Слѣдовательно подготовка діагональная и по возстанію даетъ болѣе дѣйствующихъ забоевъ, нежели подготовка по простиранію, а отсюда и большая сосредоточенность работы въ первомъ случаѣ. Кромѣ этого, при подготовкѣ по діагональному и возстающему направленію, выемочные штреки могутъ закладываться отъ основнаго штрека по мѣрѣ того, какъ этотъ послѣдній подвигается впередъ. При подготовкѣ по простиранію, заложеніе выемочныхъ штрековъ не можетъ быть начато ранѣе окончанія провода возстающаго штрека.

По отношенію къ вентиляціи работы по діагональному и возстающему направленію уступаютъ первой системѣ.

Діагональные выемочные штреки *b* (фиг. 24) ведутся или непосредственно всѣ отъ основнаго штрека, или только нѣкоторые, а остальные отъ параллельнаго, смотря по крѣпости висячаго бока. Въ первомъ случаѣ они начинаются съ малой ширины около 5 футъ; далѣе, саженяи черезъ 4, ширина ихъ принимаетъ нормальные размѣры. Что касается вообще до размѣровъ столбовъ и выемочныхъ штрековъ, то можно руководствоваться и здѣсь тѣми же данными, которыя приведены были ранѣе.

При работѣ по возстанію, отъ параллельныхъ основныхъ штрековъ *a a*

(фиг. 25) проводятъ возстающіе штреки и въ тоже время откаточные *b b* шириною въ 11 саж., оставляя столбы также въ 11 саж. При углѣ паденія пласта 10—12°, доставка по возстающимъ штрекамъ можетъ производиться лошадьми (пони), или еще лучше при помощи бремсбергов. Значительная ширина возстающихъ штрековъ обусловливается количествомъ пустой породы, которая и помѣщается по оси штрека, раздѣляя такимъ образомъ возстающій штрекъ стѣнкой на два хода, для откатки и провѣтриванія. Столбы вырабатываются въ обратномъ направленіи ихъ образованія уступчатымъ забоемъ.

[206.] **Примѣры.** Столбовая работа ведется въ Англіи на пластахъ пологопадающихъ (около 8°) съ достаточно прочной кровлей и съ прослойками пустой породы. На фиг. 27 представлено расположеніе работъ на копи Rose-Bridge. Ширина возстающихъ штрековъ *a* равна $8\frac{1}{2}$ — $9\frac{1}{2}$ саж., ширина столбовъ $9\frac{1}{2}$ саж. и болѣе, если тонкіе столбы разрушаются. Столбъ *b* находится въ выемкѣ. Ходы *i i i*, оставляемые въ закладкѣ выемочныхъ штрековъ, крѣпятся пустой породой.

При большомъ давленіи висячаго бока и отсутствіи прослойковъ пустой породы, ширину штрековъ уменьшаютъ, а увеличиваютъ ширину столбовъ. Такъ въ Саарбрюкенѣ ширину выемочныхъ штрековъ уменьшаютъ до 2 — 5 саж., а столбы дѣлаютъ въ 10 — 20 саж. Выемочные штреки раздѣляются стѣнкой на 2 отдѣленія: бремсбергъ и путевое отдѣленіе (фиг. 28). Выемка столбовъ производится съ двухъ сторонъ забоями *a a* по простиранію, ширина забоя 4 — 5 саженъ. Общее расположеніе работъ представлено на фиг. 26, оно аналогично съ общимъ расположеніемъ при сплошной выемкѣ. Высота поля около 100 саж.; длина около 200 саж. Ширина главнаго бремсберга $2\frac{1}{2}$ саж.; $1\frac{1}{4}$ саж. причитается собственно на бремсбергъ, а остальное на стѣнку и путевое отдѣленіе.

Примѣчаніе. Столбовая работа по возстанію такого вида, какъ на фиг. 25 и 28, заключаетъ въ себѣ признаки, которые свойственны сплошной выемкѣ. Съ другой стороны, раздѣленіе на столбы представляетъ существенное отличіе отъ сплошной выемки, такъ что эти разновидности столбовой работы составляютъ какъ бы смѣшанную систему, соединеніе столбовой и сплотной (combinirte Pfeiler und Strebbau, Lottner-Serlo).

[207.] **Столбовая выемка участками** (pannel work) примѣняется въ Англіи для пластовъ средней мощности съ слабымъ паденіемъ (2—5°), особенно часто встрѣчаемъ ее въ Нью-Кестельскомъ бассейнѣ. На фиг. 29 (табл. 33), представленъ общій планъ подобной работы. Отъ параллельныхъ основныхъ штрековъ *a*, вверхъ по возстанію и внизъ по паденію пласта раздѣляютъ поле на участки I, II, III, IV и т. д., оставляя между участками предохранительные столбы *b b*, толщина которыхъ отъ 21 — 37 саж. Размѣры участковъ различны, они доходятъ до 165 × 282 саж. Эти раз-

мѣры зависятъ отъ крѣпости окружающихъ породъ, крѣпости угля и количества отдѣляющагося рудничнаго газа. Каждый участокъ соединяется съ основнымъ штрекомъ двумя ходами *c c*, служащими для вентиляціи и откатки. Каждый участокъ раздѣляютъ на столбы *n*, *n* (фиг. 30) выемочными штреками по возстанію и простиранію. Ширина штрековъ — отъ 1,7 до 2,5 саж. Смотря по крѣпости угля и висячаго бока, размѣры столбовъ измѣняются — отъ $9\frac{1}{2} \times 19$ до 14×28 саж., или — 21×21 саж., или — 17×25 саж.; чѣмъ слабѣе кровля пласта, тѣмъ эти столбы получаютъ большіе размѣры. Длинныя стороны столбовъ перпендикулярны направленію трещиноватости. Площадь, занимаемая столбами, равна $\frac{3}{4}$ — $\frac{4}{5}$ всей площади поля. Выемку столбовъ начинаютъ съ крайнихъ въ участкѣ.

Производительность рабочаго при выемкѣ столбовъ вдвое болѣе, нежели при подготовительныхъ работахъ. При выемочныхъ штрекахъ задолжаются у забоя штрека обыкновенно 2 забойщика, которые подвигаютъ забой на 3 фут. въ 7 рабочихъ часовъ. Въ Ньюкестелѣ работаютъ въ двѣ смѣны, такъ что перемѣщеніе забоя въ день равно 6 фут. (2 ярдамъ) при толщинѣ пласта въ $5\frac{1}{2}$ фут. Столбы вырабатываются забоями шириною отъ $2\frac{1}{2}$ до 5 саж., забойщиковъ на забоѣ отъ 2 — 4. Слѣдомъ за забоемъ прокладываютъ рельсовый путь.

Система столбовой работы участками вполнѣ соотвѣтствуетъ мѣстнымъ условіямъ, т. е. при пластахъ средней мощности, почти горизонтальныхъ, не содержащихъ прослойковъ пустой породы и гдѣ дерево для крѣпи имѣетъ высокую цѣну. Кромѣ этого, раздѣленіе струи чистаго воздуха по участкамъ представляетъ раціональный пріемъ, а быстрая выемка участковъ возвышаетъ производительность до огромныхъ размѣровъ, такъ напр., на рудникѣ Ryhope-Colliery добыча въ день доведена до 100000 пудъ. Недостатокъ этой системы заключается въ томъ, что если наблюдать крайнюю экономію въ деревянной крѣпи, (что и дѣлается обыкновенно на Нью-Кестельскихъ рудникахъ), то нельзя вынуть всего угля изъ столбовъ; опъ и остается въ рудникѣ въ количествѣ отъ 10—20%. Иногда стараются доставить на поверхность только крупные сорта, оставляя въ рудникѣ мелочь, происшедшую отъ образованія врубовъ, и количество которой равно 10%, такъ какъ здѣсь врубы дѣлаютъ высокими, соблюдая только скорость ихъ образованія. Высота этихъ врубовъ равна 8—12″, между тѣмъ какъ напр. на Бельгійскихъ рудникахъ эта высота не превосходитъ 4″. Съ другой стороны, рабочіе находятся не въ полной безопасности отъ обрушенія кровли. Если раздѣленіе струи чистаго воздуха по отдѣленіямъ весьма раціонально, то изолированіе въ каждомъ отдѣленіи струи чистаго воздуха отъ струи уже испорченнаго, при помощи большаго числа перегородокъ, иногда только изъ просмоленной парусины, не можетъ считаться совершеннымъ; точно также эти перегородки не могутъ воспрепятствовать

распространенію взрыва гремучаго газа по различнымъ отдѣленіямъ рудника.

Такъ какъ столбовая работа имѣетъ широкое распространіе въ Англіи подъ различными видоизмѣненіями, то частыя обрушенія и взрывы даютъ здѣсь значительный процентъ несчастныхъ случаевъ. Статистическія данныя показываютъ, что въ Англіи процентъ убитыхъ рабочихъ взрывами и обрушеніемъ вдвое болѣе, нежели въ Бельгіи. Всѣ пріемы здѣсь направлены къ увеличенію производительности, которая еще болѣе увеличивается, благодаря правильности залеганія пластовъ, и превосходитъ круглымъ числомъ въ два раза производительность рабочаго въ Бельгіи и Франціи. На Нью-Кестельскихъ рудникахъ производительность забойщика 4,4 тонны. Несмотря на поденную плату вдвое большую поденной платы Бельгійскихъ рудниковъ, стоимость тонны одна и таже, ибо производительность пластовъ въ Англіи отъ 300—600 пуд., а въ Бельгіи только отъ 150—300 пуд. на 1 квадр. сажень.

Кромѣ выше описанной системы столбовой выемки, въ Англіи находимъ очень много видоизмѣненій этой работы.

[208.] **Въ Ю. Россіи столбовая выемка** практикуется во многихъ мѣстахъ. Эта система очистной выемки въ первый разъ примѣнена была въ Лисичанскомъ казенномъ рудникѣ, гдѣ ее вели по возстанію и по простиранію. Ширина выемочныхъ ходовъ (печей) $2^1/_2$ — 3 саж., ширина столбовъ отъ 8 до 10 саж.

Въ другихъ рудникахъ Ю. Россіи столбовая работа ведется нѣсколько иначе. На фиг. 31 представлена столбовая выемка Ивановскаго рудника на пластъ, толщина котораго $1^3/_4$ ф., паденіе 28°. Выемочное поле высотою до 30 саж. разрѣзывается возстающими штреками и штреками, направленными по простиранію, на столбы съ размѣрами отъ 25 до 100 кв. саж. Выемка столбовъ ведется по простиранію, уступами. При забоѣ шириною въ 3 саж. задолжается 3 забойщика, перемѣщеніе забоя въ 10 час. смѣну равно 2 арш. Слѣдомъ за выемкой забойщики ставятъ стойки, толщиною около $2^1/_2$ верш. Часть стоекъ впослѣдствіи вынимается, а $^2/_3$ остается подъ обваломъ.

Главный откаточный штрекъ для одного рельсоваго пути имѣетъ размѣры поперечнаго сѣченія $= 2 \times 2^1/_4$ арш., возстающіе штреки — $2 \times 1^1/_2$ до $2 \times 1^3/_4$ арш. Главный откаточный штрекъ ведется забоемъ въ 4 арш. шириной, но часть закладывается пустою породой и въ свѣту остается только 2 арш. Откатка до основнаго штрека производится въ санкахъ, нагрузка которыхъ 5 пудъ. На 1 забойщика въ смѣну причитается около 235 пуд. угля при выработкѣ столбовъ. На 1 возчика, при доставкѣ санками на разстояніи 25 саж., причитается 245 пуд. угля. При проводкѣ основныхъ штрековъ, въ 10 час. смѣну на 1 забойщика подвиганіе забоя

равно $^1/_2$ арш., въ возстающихъ выемочныхъ штрекахъ 1 арш. и въ выемочныхъ штрекахъ, по простиранію, $1^1/_4$ арш

Выемка угля (съ крѣпленіемъ при выемкѣ) обходится за 1 пудъ около $1^3/_4$ коп., откатка до шахты около $^3/_4$ коп., проводъ штековъ падаетъ на 1 пуд. угля около $^1/_4$ коп., укладка путей 0,03 коп. Только что описанное расположеніе столбовъ, ходовъ, доставки и пр. можетъ имѣть мѣсто только для малыхъ рудниковъ.

b) Разработка мощныхъ пластовъ.

Было уже замѣчено выше, что къ *мощнымъ пластамъ* мы будемъ относить пласты, толщина которыхъ превосходитъ 8′ и доходитъ до 5, 10 и болѣе саженъ.

1) **Разработка мощныхъ каменноугольныхъ пластовъ.**

Какъ и при тонкихъ пластахъ и здѣсь надо различить двѣ группы работъ a) безъ закладки выработаннаго пространства и b) съ закладкой выработаннаго пространства.

a) Системы очистныхъ работъ безъ закладки выработаннаго пространства.

1. Выемка съ обрушеніемъ кровли.

[**209.**] Примѣръ разработки безъ закладки пологопадающихъ мощныхъ пластовъ представляетъ система *столбовой выемки съ обрушеніемъ кровли*, имѣющая примѣненіе въ Силезіи и въ Домбровѣ. Пласты, разрабатываемые въ Силезіи, съ паденіемъ отъ 2—20°, имѣютъ мощность до 5 саж. Работы особенно развиты около Кенигсгютте и Забже на пластахъ съ паденіемъ около 3° и мощностью около 3 саженъ. Пока работы ведутся еще не глубокими шахтами, около 100 саж. При малой глубинѣ шахтъ ихъ проводятъ нѣсколько для различныхъ назначеній, напр. для спуска рабочихъ, спуска крѣпей и проч.

На фиг. 32 (табл. 33) представлено выемочное поле, находящееся уже въ работѣ: *a a* и *a′ a′*—выемочные штреки и *b b*—бремсберги. Бремсбергъ односторонній и однодѣйствующій, противовѣсъ съ боку; не смотря на пологое паденіе, примѣняютъ платформы. Размѣры выемочнаго поля: наклонная высота (длина бремсберговъ) отъ 40 до 70 саж., длина выемочнаго поля, или разстояніе между бремсбергами, отъ 50—60 саж. и рѣдко болѣе. Основной штрекъ весьма прочно крѣпится и предназначается для двойнаго

рельсоваго пути, ширина его около 13 фут., высота $6\frac{1}{2}$ фут. Бремсбергамъ придается ширина отъ 8 — $9\frac{1}{2}$ фут.; въ потолкѣ оставляютъ потолочную, предохранительную толщу угля въ $1\frac{1}{2}$ саж., такъ что бремсбергъ мало требуетъ крѣпи; *e e'* путевые возстающіе штреки. Предохранительные столбы *h* имѣютъ толщину отъ 3 до 5 саж., такъ что выемочное поле соединяется съ основнымъ штрекомъ проработками *i* и окружено предохранительными столбами *h*. Такое расположеніе даетъ возможность изолировать поля на случай пожара.

Выемочное поле раздѣляется на столбы *t* выемочными штреками *cc* . . ., которые начинаются отъ возстающаго штрека *e* надлежащей ширины или же возстоящаго штрека *e* не дѣлаютъ, а выемочные штреки проводятъ непосредственно отъ бремсберга *b*, тогда они въ началѣ, на протяженіи 3 саж., ведутся съ малой шириной, около $6\frac{1}{2}$ фут., и далѣе уже расширяются до 20 фут,; при этомъ толщина столбовъ также около 20 фут. Въ первомъ же случаѣ, какъ напр. на рудникахъ въ Забже, ширина выемочныхъ штрековъ по всей ихъ длинѣ только $6\frac{1}{2}$ фут., но здѣсь уголь слабый. Высота выемочныхъ штрековъ 10 фут., въ потолкѣ ихъ оставляютъ толщу угля въ 7 — 10 фут.; толщина столбовъ въ Забже доведена до 33 фут. Въ первомъ случаѣ площадь, занимаемая столбами, составляетъ $\frac{4}{7}$ всей площади выемочнаго поля и $\frac{3}{7}$ — ходами; а во второмъ случаѣ (Забже) столбы занимаютъ $\frac{6}{7}$ всей площади поля.

[210.] **Очистную выемку** (выемку столбовъ) начинаютъ съ верхняго столба поперечнымъ забоемъ, вверхъ по возстанію пласта. Ширина забоя равна толщинѣ столба, слѣдовательно около 3 — $4\frac{3}{4}$ саж., такъ что площадь столба, вынутая однимъ забоемъ, будетъ равна отъ 9 — 22 кв. саж. На фиг. 33 представлено два забоя въ большомъ масштабѣ. По мѣрѣ подвиганія забоя, ставятъ крѣпь, т. е. стойки съ подводами, на которыя кладутъ жерди; такую крѣпь ставятъ по всей обнаженной плоскости. По границѣ же вынутаго цѣлика ставятъ еще *органную крѣпь ii* . . ., слѣдовательно около нетронутой части столба и въ концѣ забоя, а также ниже по длинѣ выемочнаго штрека *cc*. Органная крѣпь представляетъ стойки толщиною 10 — 12″, поставленныя независимо другъ отъ друга въ разстояніи 16 — 20″; подъ кровлю подкладываютъ квадратные отрѣзки досокъ. Между двумя послѣдующими забоями оставляютъ предохранительный цѣликъ угля, или *ногу k*, толщиною около $\frac{3}{4}$ — 1 саж., которую вынимаютъ въ направленіи обратномъ движенію забоя. Иногда работаютъ и безъ оставленія ноги. При выработкѣ столбовъ примѣняютъ почвоуступную или потолкоуступную работу; первая встрѣчается чаще, какъ болѣе безопасная. По мѣрѣ выемки столбовъ, крѣпь въ оставленныхъ забояхъ вырывается.

Производительность забойщика показана въ слѣдующей таблицѣ, въ кубич. футахъ. Вѣсъ 1 куб. фут. угля безъ мелочи около 1,3 пуда.

Названіе рудниковъ.	При проводкѣ выемочныхъ штрековъ.	При выемкѣ столбовъ.
	кубич. фут.	кубич. фут.
Zabrze, Königin Louise-Grube	73,5—80,5	119—133
Königshütte, Königsgrube	133—147	108,5—119
Laurahütte { Hohenlohehüttener Gruben	101,5—126	87,5—101,5
Laurahütte { Siemianowitzer Gruben	108,5—119	91
Rosdzin, Louisenglück	133	119
Домброво, Ксаверій	—	42—45,5

[211.] **Расходъ лѣса** и количество его, добываемое обратно, показаны въ ниже-слѣдующей таблицѣ.

Названіе рудниковъ.	Количество лѣса въ куб. фут. на 100 пудъ добытаго угля.	Количество обратно добытаго лѣса.
Königin-Louise Grube	3,27	8%
Königsgrube	1,97	8
Hohenlohehüttener Gruben	2,43	5
Siemianowitzer Gruben	2,26	—
Louisenglück Grube	1,75	22
Реденъ, Домброво	3,87	—

Въ Домброво, на копи Ксаверій, при разработкѣ двумя ярусами стоимость крѣпи для очистной выработки, соотвѣтствующей одному забою и имѣющей объемъ въ 27 куб. саж., — слѣдующая:

Бревенъ 40 штукъ	80 р.
Доставка бревенъ къ забою и установъ, 40 поденщинъ	24 „
Для обрушенія кровли 8 поденщинъ	4 „ 80 к.
Итого	108 р. 80 к.

Вырывается крѣпи около 15%. При выемкѣ нижняго яруса крѣпленіе обходится нѣсколько дороже. Здѣсь на выемку цѣлика, площадь кото-

раго 9 квадр. саж., а высота $3\frac{1}{2}$ сажени, потребно около 150 поденщинъ. Выработка поля и закрѣпленіе требуютъ 12 дней.

[212.] **Стоимость добытаго угля** въ Силезіи весьма не высока. Частію это объясняется большею производительностью забойщика, частію очень низкою стоимостью поденщинъ. Рабочій получаетъ здѣсь круглымъ числомъ вдвое менѣе, нежели напр. во Франціи; здѣсь плата забойщику около 63 коп., откатчику около 43 коп.

Артель рабочихъ, занимающаяся добычей, крѣпленіемъ и вырываніемъ крѣпи, на своемъ освѣщеніи и порохѣ получаетъ за 1 тонну:

1) При подготовкѣ столбовъ $25\frac{1}{2}$ к. за крупный сортъ и 13 к. за мелочь.
2) При выемкѣ столбовъ... $26\frac{3}{4}$ „ „ „ $18\frac{1}{4}$ „ „

При первой работѣ получается крупнаго угля 66%, при второй только 33%.

Полная стоимость за добычу 1 тон. угля слагается изъ слѣдующихъ расходовъ, выраженныхъ въ процентахъ полной стоимости, которая колеблется отъ 1 р. до 1 р. 13 к.

Собственно добыча, крѣпленіе и вырываніе крѣпи	20,38%
Нагрузка у забоя	5,03
Доставка до шахты	7,66
Подъемъ (нагрузка и разгрузка клѣтей, машинистъ и кочегаръ)	1,92
Подготовительныя работы	23,80
Лѣсъ для крѣпленія (0,0038 куб. саж.)	14,86
Расходы по разнымъ устройствамъ	1,16
Израсходованный уголь (5% добытаго)	1,39
Расходы разные и общіе	23,80
	100.

При столбовой выемкѣ съ обрушеніемъ кровли, часть каменнаго угля остается невынутою, и именно около 7% при выработкѣ столбовъ и около 8% при проводѣ выемочныхъ штрековъ; вообще добывается не болѣе 90% всего угля. По другимъ даннымъ, количество невынутаго угля зависитъ отъ мощности пласта, такъ:

При толщинѣ отъ	5—6	фут. остается	невынутымъ	5— 6%
„	10	„	„	10—15
„	20	„	„	20
„	25	„	„	25—30

Остающаяся мелочь при способности угля къ самовозгоранію причиняетъ пожары, которые существуютъ, какъ въ Силезіи, такъ и въ Домбровѣ.

Система разработки мощныхъ пластовъ съ обрушеніемъ кровли въ прежнее время часто практиковалась во Франціи и гдѣ только была примѣнена, вездѣ она сопровождалась рудничными пожарами. Примѣненіе закладки выработаннаго пространства представляетъ единственное средство для устраненія пожаровъ[1]). Впервые система очистной работы съ закладкой была введена въ Крезо, и въ сороковыхъ годахъ распространилась въ Луарскомъ округѣ. Практика здѣсь показала, что увеличеніе расходовъ на закладку покрывается экономіей крѣпленія, возрастаніемъ количества крупныхъ сортовъ, устраненіемъ пожаровъ, проваловъ и пр. Въ настоящее время съ обрушеніемъ кровли почти не работаютъ во Франціи.

2. Система разработки обрушеніемъ.

[213.] **Въ Кладно** разрабатывается пологопадающій пластъ (10°), мощностью около 6 саж., системой столбовой разработки *съ обрушеніемъ угля*. Отъ основнаго штрека, идущаго по почвѣ пласта, проводятъ по возстанію бремсберги. Выемочныя поля раздѣляютъ на столбы выемочными штреками по простиранію; толщина столбовъ 5 саж. Столбъ вырабатывается слѣдующимъ образомъ: изъ выемочнаго штрека пересѣкаютъ столбъ штрекомъ по возстанію въ разстояніи $2^1/_2$ саж. одинъ отъ другаго, далѣе правый бокъ этого возстающаго штрека служитъ площадью забоя, изъ котораго и вынимается уголь, возводя позади крѣпь; ширина забоя слѣдовательно, будетъ равна толщинѣ столба, а высота — высотѣ выемочнаго штрека, т. е. около 7′. Коль скоро цѣликъ вынутъ, площадь котораго будетъ около 10 квадр. саж., то крѣпь вырываютъ и подработанный уголь *обрушается*; его убираютъ, послѣ чего остается камера высотою до 6 саж. Эта система можетъ быть примѣнена только при очень устойчивой кровлѣ пласта и когда уголь легко отдѣляется отъ послѣдней.

3. Выемка съ оставленіемъ столбовъ.

[214.] Недостатки системы съ обрушеніемъ кровли многочисленны: опасность для рабочихъ, невозможность начисто вынуть весь уголь, слѣдствіемъ чего являются пожары и провалы на поверхности. Кромѣ этихъ недостатковъ, надо еще прибавить большой расходъ лѣса для крѣпи. Съ цѣлью устраненія этихъ недостатковъ, въ Силезіи былъ произведенъ опытъ примѣненія системы съ оставленіемъ столбовъ, которая практикуется въ нѣкоторыхъ рудникахъ Англіи, а также въ Америкѣ. Подготовка выемочнаго поля и столбовъ въ Königsgrube (фиг. 34, таб. 34) производилась

[1]) О пожарахъ, см. гл. VII.

совершенно также, какъ и при системѣ съ обрушеніемъ кровли; но цѣлики выработывались здѣсь не вполнѣ, а только частію, оставляя между забоями предохранительные столбы *a*, *a*... въ шахматномъ порядкѣ. Ширина забоя $15\frac{1}{2}$ фут., а предохранительный столбъ, оставляемый между двумя послѣдовательными забоями, имѣлъ ширину 20,4 фут. При этомъ вынималось только 60% угля, а 40% оставлялось въ рудникѣ, въ столбахъ. При системѣ съ обрушеніемъ кровли, 100 кв. саж. выемочнаго поля дали 17292, тон. угля, а при системѣ съ оставленіемъ столбовъ, таже площадь дала только 10725 тон.; въ первомъ и во второмъ случаѣ стоимость добычи почти одна и таже. Такъ какъ оставляемые столбы современемъ разрушаются, то, слѣдовательно, этой системой недостиглось той цѣли, которая имѣлась въ виду, а потому она оставлена.

Въ Англіи добывается пластъ каменнаго угля въ 30 футъ толщиной (Ten yards coal) системой съ оставленіемъ столбовъ. На фиг. 35 представлена эта работа. Участки *A* уже выработаны. Участокъ *B* находится въ работѣ. Размѣры этихъ камеръ различны: отъ 120×120 до 138×180 саженъ и болѣе; размѣры столбовъ *a* — 24×24 фут., число ихъ, смотря по крѣпости, измѣняется точно также, какъ и расположеніе въ камерѣ. Выемка угля производится потолкоуступной работой.

b) Системы выемки съ закладкой выработаннаго пространства пустой породой.

[215.] **Общее основаніе системъ съ закладкой.** Сущность дѣла здѣсь заключается въ слѣдующемъ: раздѣляютъ пластъ плоскостями на слои или ярусы, толщиной около 1 саж., т. е. соотвѣтствующей толщинѣ пластовъ средней мощности; далѣе, выработываютъ каждый слой какой либо системой въ восходящемъ направленіи, закладывая очистныя выработки пустой породой. Раздѣленіе на слои можетъ быть сдѣлано плоскостями параллельными плоскости пласта, горизонтальными или вертикальными.

Закладка здѣсь играетъ двоякую роль: 1) поддерживаетъ потолокъ выработки отъ обрушенія и 2) представляетъ почву, стоя на которой, выработываютъ выше лежащіе слои.

1. Система разработки наклонными слоями, или ярусами параллельными плоскости пласта.

[216.] Системой наклонныхъ слоевъ могутъ быть разработываемы по преимуществу пласты пологопадающіе, и предѣломъ примѣненія этой системы

можно считать уголъ въ 45°; уже и при этомъ углѣ, если пластъ большой мощности, выгоднѣе будетъ примѣнить систему раздѣленія пласта горизонтальными плоскостями. Число слоевъ, теоретически, можетъ быть взято произвольное; но принявъ въ соображеніе, что закладка не вполнѣ плотно заполняетъ выработанное пространство и даетъ осадку иногда на 45% первоначальной своей высоты, ясно, что чѣмъ на большее число такихъ слоевъ будетъ подраздѣленъ пластъ, тѣмъ въ суммѣ осадка получится большая. Въ верхнихъ ярусахъ, еще не вынутыхъ, могутъ появиться трещины, отсюда уменьшеніе количества крупнаго угля. Вотъ почему эта система для очень мощныхъ пластовъ требуетъ раздѣленія ихъ на болѣе толстые слои при закладкѣ возможно тщательной или наконецъ приходится обратиться къ другой системѣ.

Наибольшая толщина пласта, которую еще можно допустить при этой системѣ, равна 10 саж., впрочемъ этотъ предѣлъ зависитъ отъ крѣпости самаго угля и кровли. При очень слабомъ углѣ, вслѣдствіе осѣданія закладки нижнихъ слоевъ, могутъ явиться пожары; поэтому выемку надо производить малымъ числомъ слоевъ, возможно скоро, приступать къ выработкѣ верхняго слоя, не ожидая, пока будетъ ниже его лежащій слой совершенно выработанъ. Работа должна идти послѣдовательно во всѣхъ слояхъ, начиная съ нижняго, въ восходящемъ направленіи, слѣдуя отъ лежачаго къ висячему боку. Каждый слой разработывается, какъ пластъ средней мощности, сплошною выемкою. Высота этажей около 13 саж., высота подъ этажей $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ саж. Подъ-этажи вынимаются въ восходящемъ направленіи.

[217.] **Примѣры.** Типичный примѣръ системы разработки мощныхъ пластовъ наклонными ярусами представляютъ работы на пластѣ Grande — masse de Montrambert (фиг. 36 и 37). Пластъ толщиною 5, 6—7 саж., паденіе 30 — 35°. Этажи высотою 9,87 — 11,75 саж. подготавливаются въ нисходящемъ порядкѣ. Длина этажа по простиранію пласта доходитъ до 300 саж. Этажъ раздѣляется на три подъ-этажа, вертикальная высота которыхъ — отъ 3,29 — 3,76 саж.; *a* — основные штреки, *r* — орты, проводимые въ разстояніи 19 саж. одинъ отъ другаго. Начиная отъ возстающаго штрека *s*, вырабатываютъ уголь въ обѣ стороны сплошнымъ забоемъ. Добываемый уголь спускается въ штрекъ *a*, и далѣе откатывается по штреку *a* и квершлагу *b* къ шахтѣ. Пустая порода доставляется по квершлагу *c* къ штреку *c*, далѣе бремсбергомъ на штрекъ *u*, и потомъ сваливается въ очистную выработку. Штреки *a* и *u*, по мѣрѣ добычи слоевъ 1, 2 и т. д., закладываются пустой породой.

На фиг. 37 представлена въ разрѣзѣ и планѣ работа на 3 слоѣ подъ-этажа. Здѣсь *a b* — встрѣчные забои, *n s* — стѣнки изъ пустой породы, между которыми сваливается закладка. Выработавъ подъ-этажъ № 1, не-

реходятъ ко второму, при чемъ для этого подъ-этажа штрекъ *i* (фиг. 36) будетъ откаточнымъ. На 1-го забойщика въ смѣну причитается 3 тон. угля, при проводѣ ходовъ, и 8 тон. при сплошной выемкѣ.

Въ Firminy разработывается пластъ мощностью до $3^1/_4$ саж., паденіе 30°. Уголь мало способенъ къ самовозгаранію. Пластъ подраздѣляется на 3 слоя (фиг. 38), основной штрекъ *a* закладывается въ лежачемъ боку, отъ него по возстанію пласта ведутъ двусторонній бремсбергъ *b*; отъ бремсберга на 50 саж. въ обѣ стороны раздѣляютъ поля на столбы *k*, высотою 7 саж.; ширина выемочныхъ штрековъ *i* — около 1 саж. Столбъ вырабатываютъ въ направленіи къ бремсбергу забоемъ во всю высоту столба, 5 забойщиковъ вырабатываютъ въ день 6 — $6^1/_2$ тон. угля; при проходѣ выемочныхъ штрековъ только 3 тон. Выработанное пространство закладываютъ пустою породой въ ночную смѣну. Выработавъ крыло, оставляютъ столбы *c* вокругъ всего поля, шириною 5 — 7 саж., такъ что площадь, занимаемая столбами, будетъ составлять около 40% всей площади поля. Эти столбы вырабатываются впослѣдствіи, по выработкѣ всего поля. Если пожаръ явится въ какомъ-либо пунктѣ выемочнаго поля, то, сдѣлавъ надлежащія перемычки въ соотвѣтствующихъ точкахъ, легко изолировать его. Высота поля — 50 саж., длина — 100 саж. По мѣрѣ выпутія перваго яруса, вырабатывается второй и т. д., выемка ярусовъ должна производиться возможно быстро. Бремсберги *b* служатъ для выемки трехъ слоевъ.

2. Система разработки слоями или ярусами горизонтальными.

[218.] Пластъ раздѣляется плоскостями на горизонтальные слои или ярусы; каждый слой будетъ представлять горизонтальный пластъ средней мощности. Слои вырабатываютъ обыкновенно въ восходящемъ направленіи, такъ называемой, *ортовой* или *поперечной работой*, иногда столбовой или сплошной. Система эта особенно выгодна для пластовъ весьма большой мощности, такъ чтобы въ горизонтальномъ сѣченіи толщина пласта не была менѣе 10 саж. Система примѣнима для пологопадающихъ и крутопадающихъ пластовъ, для послѣднихъ исключительно. Достоинство этой системы и заключается именно въ томъ, что она пригодна для всякаго угла паденія, для самыхъ мощныхъ пластовъ, неправильно залегающихъ, для углей различнаго качества.

Высота этажей отъ 6 — 12 саж. при паденіи отъ 30 — 45° и отъ 12 — 24 саж. при паденіи отъ 45 — 90°. Этажи раздѣляются на подъ-этажи отъ 3 — 7 саж. Каждый подъ-этажъ раздѣляется на слои толщиною 1 саж. при слабомъ углѣ и 8 фут. при болѣе крѣпкомъ.

По верхней и нижней границѣ подъ-этажей проводятъ штреки по про-

стиранію; верхній штрекъ назначается для доставки закладки, а нижній для откатки угля. Верхній штрекъ соединяется съ ниже лежащими выработками скатами или бремсбергами. Откаточные штреки въ каждомъ слоѣ проводятся по оси пласта (фиг. 39, табл. 35), если мощность пласта не менѣе 10 саж. по горизонтальному сѣченію. Въ противномъ случаѣ штрекъ можно вести въ висячемъ или лежачемъ боку. Изъ откаточнаго штрека *a* (фиг. 40, планъ разработки отдѣльно взятаго слоя) въ обѣ стороны проводятъ орты *o o* . . . . шириною въ 2 саж., (ширина колеблется между 1 — 4 саж., смотря по крѣпости угля), въ разстояніи одинъ отъ другаго 8 — 10 саж. (толщина столба). Коль скоро ортъ оконченъ, его совершенно закладываютъ пустой породой. Далѣе, каждый цѣликъ *k* выработывается также ортами (поперечная работа) въ опредѣленномъ порядкѣ. Выемочные орты идутъ забоемъ шириною 2 саж. (иногда и болѣе), по мѣрѣ подвиганія, большую часть орта закладываютъ пустою породой, оставляя ходъ въ 4 фут. для откатки. Этотъ ходъ закладывается, когда дойдутъ до лежачаго или висячаго бока пласта.

По вынутіи перваго слоя, приступаютъ къ выше лежащему, для чего поднимаются къ верхнему слою по наклонной плоскости *e* (фиг. 41) и проводятъ основной штрекъ *a*; основной же штрекъ *h*, ниже лежащаго слоя, закладывается, коль скоро соотвѣтствующій слой вынутъ, оставляя только ту часть его незаложенною, которая прилегаетъ къ квершлагу. При разработкѣ послѣдующихъ слоевъ, необходимъ уже бремсбергъ на основной штрекъ *h* для спуска добытаго угля съ высшихъ слоевъ.

[219.] **Примѣры.** Системой, подобно выше описанной, разработывается напр. пластъ „Grande masse de la Beraudière“ около St. Etien'a, мощность пласта — 16½ до 23 саж., паденіе — 30 до 85°. Высота этажей — 20 саж., а подъ-этажей — 6½ саж., высота слоевъ — 6½ фут., ширина выемочныхъ ортовъ — 2 саж., разстояніе между ними — 8 до 10 саж. Пустая порода добывается изъ камеръ обрушенія въ висячемъ боку. На 100 вагоновъ угля идетъ 80 вагоновъ пустой породы. Не смотря на очень тщательную закладку, замѣчается осѣданіе, около 4 фут. на этажъ. Къ выемкѣ выше лежащаго слоя, приступаютъ нерапѣе полной закладки нижняго, выработаннаго слоя. На крѣпленіе идетъ относительно значительное количество лѣсу.

Выемка цѣликовъ, оставляемыхъ между главными ортами, можетъ производиться по различнымъ направленіямъ, и здѣсь можно воспользоваться направленіемъ трещиноватости. Такъ въ Montceau les Mines (шахта St. Elisabeth), цѣлики толщиной 7 саж. вынимаются забоями по простиранію пласта, какъ представлено на фиг. 42, ширина забоя 10 фут.; здѣсь *a* — основной штрекъ, *p* — орты, *c* — забои по простиранію. При проводѣ ходовъ на 1 забойщика причитается 1,5 тон. угля, а при выемкѣ столбовъ—

1,9 тон.[1]). Въ другихъ частяхъ на томъ же пластѣ, слои выработываются сплошнымъ забоемъ по направленію простиранія, если мощность пласта не превосходитъ извѣстныхъ предѣловъ.

[220.] **Подготовка этажей** въ этой системѣ производится въ нисходящемъ порядкѣ квершлагами и этажными штреками, которые соединяются бремсбергами. Эти бремсберги проводятся по пласту, какъ на фиг. 43, гдѣ представлено подготовка на копяхъ Montceau (западная часть); здѣсь *a* — основной штрекъ, *e* — бремсберги. проведенные на разстояніи 50 саж. по простиранію одинъ отъ другаго. Квершлагъ *k* не доходитъ до пласта, а только до штрека *b*, проведеннаго по пустой породѣ; отъ этого штрека до пласта достигаютъ короткими квершлагами *c*. Цѣль провода штрека *b* заключается между прочимъ въ томъ, что основной штрекъ *a* можетъ быть заложенъ въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ выемка кончена, что весьма важно въ виду рудничныхъ пожаровъ.

Выемка каждаго слоя въ разсматриваемой копи производится слѣдующимъ порядкомъ. Отъ бремсберга *e* (фиг. 44) ведутъ штрекъ *u*, касаясь лежачаго бока, по направленію къ слѣдующему бремсбергу и останавливаются, не доходя до послѣдняго на 2 саж. Изъ штрека *u* ведутъ орты *o*, столбы *p* выработываютъ въ обратномъ направленіи. Уголь въ вагонахъ спускается на основной штрекъ по бремсбергамъ *e*. Бремсбергъ однодѣйствующій. Закладка доставляется на верхній штрекъ *a*, и потомъ спускается бремсбергомъ до разработываемаго слоя. Иногда ведутъ работу однимъ сплошнымъ забоемъ *xz* (фиг. 44), что очень удобно для откатки лошадьми. Есть примѣры, гдѣ ширина забоя въ этомъ случаѣ достигаетъ 50 саж.

Для большей безопасности отъ пожаровъ проводятъ иногда и бремсбергъ по пустой породѣ, какъ на фиг. 45; разстояніе бремсберга отъ пласта тѣмъ больше, чѣмъ слабѣе порода, разстояніе это отъ 3 — 7 саж. Такое расположеніе позволяетъ уединить совершенно пожаръ, начавшійся напр. на первыхъ слояхъ, стоитъ только устроить перемычку въ квершлагѣ *k*. Вообще обнаруживается стремленіе къ образованію внѣ пласта всѣхъ подготовительныхъ выработокъ для доставки угля и пустой породы. Въ широкомъ развитіи эта система подготовки является на рудникахъ въ Blanzy.

Чѣмъ больше вѣроятность пожара, тѣмъ меньше должна быть высота этажей и подъ-этажей и обратно. Съ другой стороны, чѣмъ меньше высота этажей, тѣмъ подготовка обходится дороже. Такъ напр. въ Крезо, на пластѣ, мощность котораго около $5\frac{1}{2}$ саж., паденіе почти вертикальное, высота этажей была только 2,8 саж. Работу вели такимъ образомъ, что

---

[1]) Такая система выемки вообще пригодна при углях̀ъ мягкихъ.

штрекъ задавали по пустой породѣ и отъ него черезъ каждые 25 саж. достигали пласта квершлагами длиною около 10 саж.; слѣдовательно квершлагами въ 10 саж. и штреками въ 25 подготавливали $2{,}8 \times 5{,}5 \times 25 = 385$ кубич. саж. пласта, или около 4700 тон. угля; на 1 тон. стоимость подготовительныхъ квершлаговъ и штрековъ падала 19 коп. Впослѣдствіи, высоту этажей увеличивали до 9 саж., квершлаги проводили черезъ 50 саж. слѣдовательно, ходами въ 60 саж. подготовляли $9 \times 5{,}5 \times 50 = 2475$ куб. саж. пласта или около 30000 т. угля; стоимость ходовъ падала на 1 тон. угля — $5\frac{1}{4}$ коп.

Было сказано выше, что выемка слоевъ идетъ въ восходящемъ направленіи, это обыкновенный порядокъ, ибо лучше имѣть закладку подъ ногами, нежели надъ головой; но если уголь очень слабъ, то иногда выемку слоевъ ведутъ *въ нисходящемъ* направленіи, что выгоднѣе и по отношенію предупрежденія пожаровъ. Независимо отъ направленія выемки, закладку должно вести по такой системѣ, чтобы она служила и преградой для распространенія пожара изъ одной части этажа въ другую.

[221.] При разработкѣ горизонтальными слоями, добытый уголь не приходится спускать по скатамъ, его можно нагружать непосредственно у забоя въ вагоны, что очень важно съ точки зрѣнія сохраненія крупныхъ сортовъ угля. Съ другой стороны, откатка отъ забоя можетъ производиться и лошадьми, что очень экономично. Вслѣдствіе горизонтальнаго положенія слоевъ, закладка распредѣляется весьма равномѣрно. Существенный недостатокъ этой системы — частое измѣненіе горизонтовъ, гдѣ производится добыча, такъ что на главный откаточный штрекъ приходится спускать уголь по бремсбергамъ. Въ виду этихъ соображеній слѣдуетъ горизонтальные размѣры слоевъ брать возможно большіе, а этажи — невысокіе.

3. Система выемки горизонтальными ярусами съ подработкой потолка.

[222.] Эта система представляетъ, какъ бы видоизмѣненіе системы работъ горизонтальными слоями, описанной въ параграфѣ [218]. На фиг. 46 представленъ примѣръ этой работы (Bezenet). Основной штрекъ *c* проведенъ по почвѣ яруса, штрекъ *a*—подъ его верхней границей. Уголъ паденія пласта 30 — 80°, толщина по горизонтазьному сѣченію — 10 — 25 саж. Уголь крѣпкій, не отдѣляетъ рудничнаго газа. Высота этажа — 12 саж., высота яруса — 3 саж. Отъ штрека *c* проводятъ орты *u*, въ разстояніи 7 саж. одинъ отъ другаго; ширина орта — $6\frac{1}{2}$ фут., высота — 8 фут. Коль скоро ортъ *u* достигнетъ лежачаго бока, его подрабатываютъ до соединенія со штрекомъ *a*. Далѣе, разширяютъ возстающую выработку до 10 фут.,

одновременно расширяютъ также и ортъ до 10 ф. и подработываютъ потолокъ; въ ночную смѣну закладываютъ выработанное пространство, доставляя закладку по штреку *a*. Коль скоро такой параллелопипедъ вынутъ, оставляютъ столбъ угля *i* (планъ, фиг. 46), толщиною въ $3^1/_2$ фут. и проводятъ ортъ *a*, шириною въ $6^1/_2$ фут.; столбъ *i* вырабатываютъ, возвращаясь къ штреку *c*. Далѣе, подработываютъ потолокъ и т. д., какъ объяснено выше. Въ смѣну, при проходѣ ортовъ, на одного забойщика причитается угля 1,6 — 2 тон., а при очистной добычѣ — отъ 6 — 8 тон.

Выгоды такой системы очистной добычи мощныхъ пластовъ заключаются въ большей производительности рабочаго и легкости закладки; но эти достоинства не окупаютъ недостатковъ, а потому она въ настоящее время рѣдко примѣняется. Эта система долгое время существовала на пластѣ Montrambert; но впослѣдствіи, въ другихъ частяхъ пласта, гдѣ уголь оказался меньшей твердости, ее замѣнила система наклонными слоями; эта система въ свою очередь уступила мѣсто системѣ горизонтальными слоями.

4. Разработка вертикальными столбами.

[223.] Сущность системы состоитъ въ слѣдующемъ: пластъ раздѣляютъ на этажи. По верхней границѣ этажа, по пласту проводятъ штрекъ для доставки пустой породы, а по нижней — другой штрекъ для доставки угля. Этажъ раздѣляется *вертикальными* плоскостями на столбы. Каждый столбъ вырабатывается во всю свою вышину и, лишь по закладкѣ его, приступаютъ къ выемкѣ сосѣдняго столба. Система эта примѣняется въ крайнемъ случаѣ, при слабыхъ угляхъ и способныхъ въ высшей степени къ самовозгоранію; здѣсь получается много мелочи и расходъ на содержаніе ходовъ значителенъ.

Общіе выводы.

[224.] **Размѣры этажей** вполнѣ зависятъ отъ свойствъ угля: чѣмъ онъ слабѣе и чѣмъ болѣе способенъ къ самовозгоранію, тѣмъ эти размѣры должны быть меньше. Среднимъ числомъ можно положить высоту этажей — 12 саж.; но имѣются случаи, гдѣ высота этажа равна только 1 — 2 саж., т. е. каждый слой или ярусъ представляютъ собою, какъ бы этажъ; этотъ исключительный случай малой высоты этажа является тогда, когда въ высшихъ горизонтахъ уже проявился пожаръ и вообще уголь обладаетъ способностію къ самовозгоранію въ высшей степени. Выработавъ быстро такой низкій этажъ, закладываютъ его тщательно пустою породой и тогда переходятъ къ слѣдующему этажу; здѣсь закладка будетъ служить преградой для распространенія пожара въ нисходящемъ направленіи.

[225.] **Число и размѣры подготовительныхъ ортовъ, штрековъ** и пр. необходимо по возможности уменьшать, ибо производительность забойщика при проводѣ ортовъ, штрековъ и пр. значительно меньше, нежели при выемкѣ столбовъ или цѣликовъ на очистку. Изъ таблицъ[1]) № 1 и № 2 видно отношеніе объема ходовъ къ объему подготовленной части этажа, или къ объему очистныхъ выработокъ, для различныхъ случаевъ практики; это отношеніе конечно не можетъ быть постоянно.

Такъ, при системѣ съ подработкой потолка это отношеніе колеблется отъ 0,03 до 0,15; оно меньше, когда ярусы берутся болѣе высокими и обратно.

Въ системѣ разработки наклонными слоями это отношеніе равно 0,15 — 0,20, — если этажи не высоки и если основные штреки проводятся для каждаго слоя (напр. въ Montceau); отношеніе понижается до 0,05 — 0,10, если этажи болѣе высоки и основной штрекъ служитъ для нѣсколькихъ слоевъ (Montrambert).

Въ системѣ разработки горизонтальными слоями это отношеніе колеблется между 0,04 — 0,10 и 0,15 — 0,30, смотря по толщинѣ пласта въ горизонтальномъ сѣченіи, числу и размѣрамъ ортовъ.

---

[1]) Таблица № 2 есть только продолженіе таблицы № 1; номера таблицы № 2 обозначаютъ соотвѣтственно тѣже самые пласты и работы, которые обозначенные тѣми же номерами въ таблицѣ № 1.

ТАБЛИЦА № 1.

Система очистной добычи.	№№ пластовъ.	Падніе пласта.	Толщина пласта *a*.	Толщина по горизонтальному сѣченію *a*.	Высота этажа.	Процентное отношеніе объемовъ выработокъ.	
						Подготовительн.	Очистныхъ.
			фут.	фут.	саж.	%	%
1. Горизонтальными арусами съ подработкой потолка.	1	20°	13—12	39,36	3,39	13,6	86,4
	2	80—85	42,64	43	13,16	3,6	96,4
	3	30—80	57,4	78,72	11,28	6,5	93,5
	4	13	49,2	196,80	6,58	11,6	88,4
	5	10—15	104,96	492	2,12	9,2	90,8
2. Наклонными слоями или ярусами.	6	20	13,12	39,36	3,39	10,0	90,0
	7	10	32,8	190,24	1,17	14,0	86,0
	8	8	19,68	170,56	29,14 (1)	9,0	91,0
	9	20	39,36	131,20	15,51	18,0	82,0
	10	25—30	26,24	68,88	3,39	18,4	81,6
	11	40—45	26,24	49,20	4,7	16,0	84,0
	12	30—35	39,36	78,72	11,75	5,3	94,7
3. Горизонтальными слоями или ярусами.	13	10—50	39,36	295,20	9,4	4,2	95,8
	14	13	42,64	164	7,52	15,5	84,5
	15	13	42,64	328	7,05	9,8	90,2
	16	13	22,96	98,40	1,17	22,4	77,6
	17	7	104,16	492 (2)	1,17	28,8	71,2
	18	20	65,60	196,80	2,82	7,3	92,7
	19	20	22,96	68,88	2,82	12,8	87,2
	20	37	32,8	49,20	4,7	16,7	83,3
	21	81	95,12	98,40	7,05	29,4	70,6
	22	90	141,04	157,44	6,58	4,0	96,0
	23	45	111,52	157,44	6,58	4,0	96,0
	24	90	72,16	72,16	2,40	47,8	52,2
	25	25	55,76	137,76	6,58	»	»
4. Вертикальными столбами.	26	7	104,96	492 (2)	2,82	30,4	69,6
	27	45	55,76	75,44	4,7	29,0	71,0

ТАБЛИЦА № 2.

Системы очистных работъ.	№№ пластовъ.	Производительность забойщика въ смѣну въ тоннахъ (b). При проводкѣ ходовъ.	При очистн. работахъ.	Средняя.	Полученные сорта угля. Крупныхъ %	Мелкихъ %	Производительность въ день на 100 кв. с. поля.	Производительность въ годъ на 1 кв. саж. поля.	Общая длина линіи забоевъ.	Площадь поля, принадлежащая на 1 забойщика.	Время потребное для выработки. Одного слоя.	Одного этажа.
												дней
1. Горизонтальными ярусами съ подработкой потолка.	1	1,4	2,6	2,5	27	73	279	42	67	15	—	116
	2	0,67	1,6 (6)	1,5	80	20	15	—	58	—	—	8—9 л.
	3	1,8*	6,6*	6,3 *	50	50	387	47	47	41	500	6 лѣтъ
	4	1,9	4,0	3,65	47	53	240	12	62	49	373	4 года
	5	1,4	1,7 (6,7)	1,9	45	55	306	11 (3)	47	88	637	637
2. Наклонными слоями или ярусами.	6	1,4	2,6 (7)	2,7	27	27	113	17	29	44	260	260
	7	—	8,0*	—	—	—	180	55	29	44	60	240
	8	2,9	3,8	3,7	60	40	360	9	947	127	—	4 1/2 года
	9	—	—	—	—	—	—	—	26	—	—	—
	10	5,0	5,2 (8)	4,0	8	92	383	77	46	19	34	136
	11	1,8	3,6 (2)	2,3	20	80	360	73	170	14	57	171
	12	3,0	8,2 (2)	6,3	5	95	801	49	364	50	—	297
3. Горизонтальными слоями или ярусами.	13	2,6	5,8 (7)*	7,3	10	90	209	7	42	247	405	11 лѣтъ
	14	1,7	3,0	2,8	52	48	350	14	171	69	248	5 лѣтъ
	15	1,5	2,9	2,3	—	—	519	16	282	55	237	5 лѣтъ
	16	2,6	4,1 (6)	4,6	—	—	77	12	23	88	228	228
	17	1,4	2,2	1,95	45	55	195	10	47	66	394	394
	18	1,2	2,6 (6,7)	3,3	27	73	162	8	94	99	4года	4 года
	19	1,2	2,0 (6,7)	2,7	27	73	118	18	58	44	489	489
	20	—	8,0*	—	—	—	94	18	23	66	264	2 3/4 года
	21	1,4	3,0 (6)	2,9	50	50	608	61	211	14	38	228
	22	2,6	8,7 (8)	6,6	7	93	394	24	94	110	140	2 года
	23	2,6	7,0 (8)	4,8	35	65	1575	95	470	22	35	175
	24	4,0*	4,2 (8)	3,5	18	82	158	17	41	70	112	3 года
	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4. Вертикальными столбами.	26	1,4	2,5	2,2	45	55	98	5 (4)	47	136	4 1/2 г.	4 1/2 года
	27	1,7	2,7 (6,7)	3,0	5	95	158	5	62	155	—	18 л. (5)

Примѣчаніе къ таблицамъ. Поясненіе выносокъ, обозначенныхъ въ таблицѣ буквами и номерами: а) Средній размѣръ пласта относится только до разработываемаго участка. b) Числа, обозначенныя звѣздочками принадлежатъ къ сомнительнымъ. 1) Высота этажа, ярусы котораго разработываются столбовою выемкою. 2) Такая чрезвычайная мощность только въ разрабатываемомъ участкѣ пласта. 3) Ширина поля около 30 сажень. 4) Ширина поля около 30 сажень. 5) Продолжительность выемки этажа, высота котораго равна 33 саж. 6) Забойщики обязаны производить и закладку выработаннаго пространства пустой породой. 7) Забойщики обязаны производить и нагрузку. 8) Крѣпленіе очистныхъ выработокъ производится спеціальными рабочими.

[226.] **Производительность забойщика**, при разработкѣ различными системами (см. таблицы № 1 и 2) и равныхъ прочихъ условіяхъ, увеличивается съ увеличеніемъ ширины забоя и прямо зависитъ также отъ того, надлежащимъ-ли образомъ воспользовались направленіемъ трещиноватости. Производительность забойщика, при проводѣ ортовъ, вообще подготовительныхъ ходовъ и при выемкѣ цѣликовъ, различна; при послѣдней работѣ вообще *въ двое больше* нежели при первой. Если это отношеніе увеличивается, то можно заключить, что работы вообще имѣютъ характеръ благопріятный успѣху забойщика; это отношеніе иногда приближается къ единицѣ въ случаѣ большаго развитія подготовительныхъ ходовъ, слабаго угля, узкихъ забоевъ при выемкѣ цѣликовъ и пр. Производительность забойщика при образованіи выемочныхъ ортовъ, штековъ и т. п. колеблется между 1,2 и 2 тоннами въ день, если уголь плотный и между 2 и 3 тоннами, если онъ слабый. Производительность при выемкѣ цѣликовъ—1,5 до тонны.

[227.] **Количество крупныхъ сортовъ** угля зависитъ не только отъ свойствъ самаго угля, но также и отъ системы добычи, доставки и проч. Имѣя въ виду получить больше крупныхъ сортовъ, надо вести забои широкіе, съ нѣсколькихъ сторонъ обнаженные, врубы узкіе, избѣгать перегрузокъ, скатовъ и т. п. При проводѣ выемочныхъ ортовъ, обыкновенно получается менѣе крупнаго угля, нежели при выемкѣ столбовъ. Система наклонныхъ ярусовъ, параллельно плоскости пласта, менѣе благопріятна полученію крупныхъ сортовъ, нежели система разработки горизонтальными слоями, ибо въ послѣднемъ случаѣ вагоны могутъ подходить непосредственно къ забою. Выемка ярусовъ въ восходящемъ направленіи неблагопріятна полученію крупныхъ сортовъ угля; вслѣдствіе осадки закладки уголь верхнихъ ярусовъ также осѣдаетъ, даетъ трещины и проч. Замѣчено, что пропорція крупныхъ сортовъ уменьшается съ увеличеніемъ числа слоевъ въ этажѣ, слѣдовательно, необходимо уменьшать число слоевъ и увеличивать число этажей. На французскихъ рудникахъ, разработывающихъ мощные

пласты, процентъ крупныхъ сортовъ равенъ 5—10% при слабыхъ углѣхъ, и отъ 15—30% при крѣпкихъ углѣхъ.

Опытъ показываетъ, что на одномъ и томъ же пластѣ, при работѣ горизонтальными слоями, получается болѣе крупныхъ сортовъ, нежели при слояхъ наклонныхъ; въ послѣднемъ случаѣ было получено 8,5% крупнаго сорта, а въ первомъ только 11,3% на одномъ и томъ же пластѣ. Далѣе, количество крупныхъ сортовъ уменьшается, по мѣрѣ перехода къ верхнимъ слоямъ. Напр.:

Изъ 1 и 2 слоя	получено	крупнаго сорта...	5%
„ 3	„	„ ...	4,4
„ 4	„	„ ...	2,6
„ 5	„	„ ...	1,30
„ 6	„	„ ...	0,6
„ 7	„	„ ...	0,5.

[228.] **Производительность относительная**, т. е. на единицу площади поля,—въ годъ, при различныхъ системахъ выемки, зависитъ отъ производительности забойщика и отъ числа забойщиковъ, которыхъ возможно поставить на опредѣленной площади поля. Послѣднее условіе въ свою очередь зависитъ отъ общаго развитія забоевъ, т. е. отъ большей или меньшей длины линіи забоевъ, причитающейся на единицу площади поля и отъ разстоянія между забойщиками (величина рабочаго мѣста). На 1 пог. саж. линіи забоевъ проходится:

При системѣ съ подработкой потолка — $16\frac{1}{2}$—$27\frac{1}{2}$ кв. саж. поля.
При системѣ наклонными слоями — $4\frac{1}{2}$ — 22 кв. саж.
При системѣ горизонтальными слоями — 22 — 44 и до 110 кв. саж.
При системѣ вертикальными слолбами — отъ 66 до 77 кв. саж.

Слѣдовательно, въ этомъ отношеніи наивыгоднѣйшая система будетъ система разработки наклонными слоями.

[229.] **Число забойщиковъ** на опредѣленной площади поля различно; на 1 забойщика приходится:

При системѣ съ подработкой потолка	$16\frac{1}{2}$— 44	кв. саж.
При системѣ наклонными слоями.....	$16\frac{1}{2}$— 44	„
При системѣ горизонтальными слоями.....	44 —110	„
При системѣ вертикальными столбами.....	132 —154	„

[230.] **Крѣпленіе** очистныхъ выработокъ, при разработкѣ мощныхъ пластовъ съ закладкой выработаннаго пространства, всегда должно быть солиднѣе, нежели при разработкѣ средней мощности пластовъ. Въ самомъ дѣлѣ, переходя отъ выемки ниже лежащихъ ярусовъ къ верхнимъ, придется поддерживать кровлю (уголь слѣдующаго верхняго яруса), крѣпость кото-

рой будетъ нѣсколько ослаблена; затѣмъ стойки будутъ упираться на закладку, т. е. на почву слабую; то и другое обстоятельство влечетъ за собою болѣе сильное крѣпленіе. Первое неудобство тѣмъ рѣзче проявляется, чѣмъ болѣе ярусовъ въ этажѣ; а второе — чѣмъ небрежнѣе произведена закладка. Часть крѣпи возможно вырвать.

На французскихъ рудникахъ считаютъ хорошимъ результатомъ, если на 1 тон. угля приходится только 0,7 погон. саж. лѣсу, что тамъ стоитъ 15 коп. по матеріалу и $7\frac{1}{2}$ коп. по работѣ; но среднимъ числомъ на 1 тон. приходится 0,94 — 1,17 пог. саж., на сумму: по матеріалу — отъ 19 — 32 коп. и по работѣ — 10 — 15 коп. Считается весьма большимъ расходомъ, если стоимость крѣпленія падаетъ на 1 тон. суммой 50 к.

[231.] **Закладка выработаннаго пространства пустой породой.** Работа съ закладкой выработаннаго пространства пустой породой теоретически должна дать возможность вынуть весь уголь начисто; на самомъ дѣлѣ вполнѣ этого не достигается и часть угля остается въ рудникѣ невынутою, въ видѣ предохранительныхъ столбовъ около бремсбергов и пр. Такъ что можно положить 5% на потери, не менѣе; во всякомъ случаѣ гораздо меньше, нежели при системахъ съ обрушеніемъ кровли.

Система съ закладкой выработаннаго пространства въ коммерческомъ отношеніи съ выгодой замѣнитъ систему съ обрушеніемъ кровли, если будетъ существовать такое неравенство:

$$v - a > \frac{100 - b'}{b - b'} r.$$

Здѣсь v — продажная цѣна угля и a — стоимость угля руднику при добычѣ безъ закладки, r стоимость закладки на тонну угля; b и b' потеря угля на 100 при работѣ съ обрушеніемъ кровли и съ закладкой.

Свойства матеріала, идущаго на закладку, небезразличны. Такъ напр., при системѣ съ подработкой потолка, когда форма выемки, а слѣдовательно и закладки, представляетъ призму высотою около 2 — 3 саж. и рядомъ съ которой приходится вырабатывать такую же призму угля, — тогда понятно, что во избѣжаніе сильнаго крѣпленія этой призмы, она должна быть сложена изъ матеріала, обладающаго извѣстной связностью. Глинистая порода здѣсь будетъ соотвѣтствовать цѣли. Глинистая порода также не пропускаетъ огня изъ верхнихъ ярусовъ въ нижніе; между тѣмъ какъ породы, необладающія извѣстною связностью и пластичностью, добывающіяся въ неправильныхъ кускахъ, дозволяютъ переходить пожару въ другія отдѣленія. Однако твердыя породы въ видѣ кусковъ, будучи хорошо уложены, даютъ меньшую осадку. Величина осадки въ закладкѣ, по наблюденіямъ произведеннымъ на рудникахъ, равна среднимъ числомъ 22% первоначальной высоты и болѣе, смотря по матеріалу.

Матеріалъ для закладки частію получается изъ пустыхъ прослойковъ; но при мощныхъ пластахъ этихъ прослойковъ обыкновенно бываетъ недостаточно, а потому пустую породу добываютъ спеціально, такъ называемыми *камерами обрушенія*, внутри рудника или часто разносомъ, на поверхности. Если кровля пласта слабая, способная къ обрушенію, паденіе крутое, то камерами выгодно добывать пустую породу, ибо одна камера можетъ служить для нѣсколькихъ этажей, въ противномъ случаѣ, приходиться закладывать нѣсколько камеръ. Обыкновенно изъ камеръ можно получить породу болѣе крѣпкую, а это очень важно, ибо закладка изъ такой крѣпкой породы не будетъ давать значительной осадки.

На поверхности пустая порода добывается въ каменоломняхъ. Если мѣстныя условія благопріятны, то очень удобно доставлять закладку изъ каменоломни по штольнѣ къ шахтѣ, на горизонтъ ниже устья ея. Иногда учреждаютъ спеціальныя шахты для спуска закладки. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ организовать работу такимъ образомъ, чтобы подъемъ и доставка угля не находились бы въ зависимости отъ опусканія въ рудникъ пустой породы. Вагоны съ пустой породой (лучше деревянные) должны подходить непосредственно къ пункту закладки, слѣдовательно, къ пунктамъ, лежащимъ выше рудничнаго двора, куда подходятъ вагоны, нагруженные углемъ. Если мѣстныя условія позволяютъ, то съ особой выгодой можно установить такую систему: вагоны съ углемъ, поднятые на поверхность, послѣ разгрузки спускаются по наклонной плоскости въ каменоломню, гдѣ нагружаютъ въ нихъ закладку и затѣмъ нагруженные уже вагоны опять по наклонной плоскости спускаются къ шахтѣ, спеціально назначенной для спуска закладки; опускаются по шахтѣ, доставляются къ забоямъ, разгружаются, наполняются углемъ, спускаются на горизонтъ главнаго откаточнаго штрека и далѣе доставляются къ угленодъемной шахтѣ.

Количество закладки расходуемой на 1 тон. добытаго угля — различно: оно зависитъ отъ матеріала закладки, отъ плотности, съ которой производятъ закладку и наконецъ отъ системы платы за закладку; смотря потому платятъ-ли отъ вагона или отъ числа кубическихъ единицъ заложеннаго пространства. Можно сказать, что закладка будетъ тѣмъ лучше, чѣмъ больше израсходуется пустой породы для даннаго объема выработки. Обыкновенно считаютъ, что на 1 куб. саж. очистной выработки идетъ закладки отъ 0,6 — 0,8 куб. саж. или на 1 тон. угля отъ $17\frac{1}{2}$ до $26\frac{1}{4}$ куб. фут., или примѣрно такъ, что на 2 вагона, доставленнаго угля, потребно 1 — $1\frac{1}{2}$ вагона закладки. Слѣдовательно, можно положить, что объемъ пустой породы, идущей на закладку, составляетъ около 50% объема вынутаго угля. Около этой цифры колеблются числовыя данныя многихъ рудниковъ. Надо помнить здѣсь, что уголь по вынутіи изъ мѣсторожденія увеличивается въ объемѣ на 50%, слѣдовательно, выше означеннымъ объемомъ пустой по-

роды будетъ заложено 75% объема выработки, изъ которой вынутъ данный объемъ угля. Далѣе, объемъ выработки уменьшается отъ осѣданія потолка примѣрно на 12%, слѣдовательно, закладка займетъ 87% выработаннаго пространства; если еще принять въ соображеніе боковую осадку породъ, то получимъ, что объемъ пустой породы, составляющій 50% объема добываемаго угля, заполнятъ около 90% объема выработки, а это можно считать вполнѣ удовлетворительной закладкой.

Стоимость добычи пустой породы въ каменоломняхъ и нагрузка въ вагоны, на французскихъ рудникахъ, обходится отъ 37 к. — 2 руб. за 1 куб. саж.; откатка, смотря по разстояніямъ, — отъ 50 к. — 3 руб.; закладка въ выработку — 60 — 170 к. Среднимъ числомъ, всѣ расходы по закладкѣ равняются за 1 куб. саж. — 1 р. 60 к. до 6 руб., или чаще — 3 р. 70 к. — 5 р. за 1 куб. саж.; на 1 тон. угля падаетъ суммой $11\frac{1}{4}$ — 40 коп., чаще $22\frac{1}{2}$ — 30 коп. Одинъ закладчикъ въ смѣну можетъ положить закладки отъ 0,6 — 1,5 куб. саж.

Ниже приводимъ самую подробную разцѣнку 1 вагона закладки, вмѣстимостью 17 куб. фут.[1]).

Добыча и нагрузка на мѣстѣ	0,1200	франк.
Постановъ въ клѣть (2,20 фр. за 100 вагоновъ)	0,0220	„
Откатка на поверхности (2,25 — 2,70 въ день)	0,0118	„
Составители поѣздовъ (1,40 въ день)	0,0063	„
Пріемъ вагоновъ изъ клѣтей (3 за 100 вагоновъ)	0,0300	„
Закладчику у забоя	0,1501	„
Мелочные расходы	0,0284	„
Конюха на поверхности (2,25 — 2,75 въ день)	0,1068	„
Помощникамъ откатчиковъ (1,75 — 2,00 въ день)	0,0157	„
Тормазовщику (1,35 — 1,75 въ день)	0,0149	„
Конюха въ рудникѣ (2,25 — 2,60 въ день)	0,0509	„
Содержаніе лошадей	0,0807	„
Расходы по счету магазина	0,0659	„
Сторожа у копи	0,0055	„
Итого	0,7091	франк.

или за 1 куб. саж. около 3 руб. 50 к.

Надо здѣсь замѣтить, что добыча закладки внутри рудника, камерами обрушенія, обходится обыкновенно дороже добычи на поверхности.

---

[1]) Въ данномъ случаѣ добыча закладки производилась въ каменоломнѣ, изъ которой закладку доставляли къ шахтѣ по спеціальной штольнѣ.

Выборъ системы разработки мощныхъ пластовъ.

[232.] **Система съ обрушеніемъ кровли** — можетъ быть допущена съ относительной выгодой только при пластахъ крѣпкаго каменнаго угля, мощность которыхъ не болѣе 2 — 3 саж. и паденіе 20 — 25°, при прочной кровлѣ, при углѣ легко отдѣляющемся отъ кровли, не обладающемъ способностью къ самовозгоранію, при отсутствіи рудничнаго газа. При такихъ условіяхъ уголь можетъ добываться способомъ обрушенія, какъ въ Кладно. Кровля опускается черезъ болѣе или менѣе продолжительные промежутки времени, послѣ вынутія всего угля изъ камеры обрушенія. Достоинство этой системы: отсутствіе расходовъ на закладку и вообще низкая стоимость добычи. При пластахъ съ слабой кровлей, какъ напр. въ Домброво и Силезіи, гдѣ мощность пласта весьма велика, въ экономическомъ отношеніи система съ обрушеніемъ кровли, почти непосредственно слѣдующимъ за добычей и непозволяющимъ на чисто вынуть уголь, который къ тому же и обладаетъ способностію къ самовозгоранію — можетъ быть и выгоднѣе системъ съ закладкой при извѣстныхъ условіяхъ (дешевизна лѣса, высокая цѣна закладки); но явленія пожаровъ, сопровождающія эту систему, уничтожаютъ всѣ ея достоинства.

Системы съ закладкой должны быть примѣнены всякій разъ, коль скоро мощность пласта болѣе $1\frac{1}{2}$ — 2 саж., кровля пласта слабая, уголь подверженъ самовозгоранію и наблюдается присутствіе рудничнаго газа.

[233.] Разсмотримъ отдѣльно каждую систему съ закладкой выработаннаго пространства.

а) **Работа съ раздѣленіемъ пласта на наклонные слои** примѣняется при слѣдующихъ условіяхъ: уголъ паденія до 35—40°, мощность 5—7 саж.; способность угля къ самовозгоранію и къ измельченію не слишкомъ велика и если пластъ правильно залегаетъ. При примѣненіи этой системы надо различать два случая. 1) Если уголъ паденія пласта менѣе 20°, а мощность 3 — 4 саж. или если нѣтъ причинъ опасаться пожаровъ, то можно увеличивать наклонную высоту поля до 50 — 100 саж. тогда каждый слой берутъ въ $6\frac{1}{2}$ фут. толщиной. Разстояніе между бремсбергами можетъ быть взято 50—70 саж. 2) Если уголъ паденія превосходитъ 20°, а мощность болѣе 3 — 4 саж., если кромѣ этого опасаются пожаровъ, то поля или этажи должны быть подраздѣлены горизонтальными плоскостями; вертикальная высота подъ-этажей $2\frac{1}{2}$ — 5 саж. и наклонная 6 — 7 саж. Одновременно, съ извѣстной послѣдовательностью, должно выработывать нѣсколько слоевъ и вообще выемку вести быстро. Если уголъ паденія болѣе 35 — 40°, такъ что закладка уже начинаетъ скользить внизъ, если

пластъ имѣетъ не постоянное паденіе, если мощность его 5 — 7 саж. и болѣе, то разработка наклонными слоями не можетъ быть примѣнена съ выгодой, и тогда слѣдуетъ прибѣгнуть къ разработкѣ горизонтальными слоями, или ярусами.

b) **Разработка горизонтальными слоями съ подработкой потолка** можетъ быть примѣнена, если нѣтъ рудничнаго газа, если уголь очень крѣпокъ, если толщина пласта по горизонтальному сѣченію не превосходитъ 12—14 саж. Выемка производится широкими поперечными ортами съ подработкой потолка до 3 саж. высотой. Добыча и закладка производятся легко; производительность забойщика значительна.

c) **Разработка горизонтальными ярусами** должна быть примѣнена въ томъ случаѣ, когда мѣсторожденіе не удовлетворяетъ условіямъ выгоднѣйшаго примѣненія системъ, перечисленныхъ выше, и если кромѣ того уголь не настолько слабъ и не настолько отличается способностью къ самовозгоранію, что требовалъ-бы уже примѣненія системы работъ вертикальными столбами. Опытъ нѣсколькихъ лѣтъ на пластѣ Montrambert показалъ преимущество разсматриваемой системы для паденія въ 50°, если горизонтальная толщина пласта не менѣе 7 саж. Если мощность пласта болѣе 7 саж., то при всякомъ углѣ паденія разсматриваемая система оказывается выгоднѣе системы наклонныхъ слоевъ.

При разработкѣ помощью горизонтальныхъ слоевъ наиболѣе выгодная высота этажа опредѣлена опытомъ въ 13 саж., высота слоевъ $6^1/_2$—8 фут. Каждый слой можетъ вырабатываться различно: 1) *сплошнымъ забоемъ*, если плотность угля позволяетъ это; направленіе движенія забоя по простиранію или, если мощность пласта слишкомъ велика, то въ направленіи перпендикулярномъ простиранію. 2) Если уголь болѣе слабый, то надо примѣнить *поперечную выемку*; ширина ортовъ зависитъ отъ степени прочности угля; цѣлики между ортами могутъ вырабатываться также поперечными ортами или по простиранію; но въ послѣднемъ случаѣ получается большая пропорція ходовъ, затруднительность откатки и пр.

[234.] **Разработка вертикальными столбами** должна быть примѣнена, если пластъ представляетъ уголь очень слабый, въ высшей степени способный къ самовозгоранію, уголъ паденія крутой. Система эта по отношенію къ величинѣ производительности, крѣпленію, перевозкѣ угля, — стоитъ ниже другихъ и должна быть принята только при крайнемъ развитіи тѣхъ условій, которыя не допускаютъ примѣненія другихъ системъ.

Примѣчаніе. Разработка мощныхъ пластовъ представляетъ опасность для рабочихъ въ большей степени, нежели разработка пластовъ средней мощности. Ниже приведенныя цифры показываютъ, что число умершихъ рабочихъ отъ несчастныхъ случаевъ, сопровождавшихъ разработку мощныхъ пластовъ, значительно больше, нежели при разработкѣ средней мощ-

ности. Число умершихъ на 1 милліонъ тоннъ добытаго угля менѣе средняго числа случаевъ, но производительность рабочаго при мощныхъ пластахъ въ двое болѣе средней производительности.

	На 1 м. т.	На 1000 раб.
При разработкѣ мощныхъ пластовъ, смертн. случ.	10	3,4
Среднимъ числомъ на рудникахъ Франціи, смертныхъ случаевъ	16	2,4

2) Разработка мощныхъ пластовъ антрацита въ С. Америкѣ.

[235.] Разработка антрацита въ Пенсильваніи представляетъ столько оригинальнаго и интереснаго въ техническомъ отношеніи, что я считаю необходимымъ выдѣлить эти работы изъ общаго отдѣла разработокъ мощныхъ пластовъ. Тутъ пласты антрацита непосредственно лежатъ на красныхъ глинистыхъ сланцахъ, ниже которыхъ идутъ пласты, такъ называемые, *Vespertines series* (соотвѣтствуетъ желтому песчанику Ирландіи), покоющіеся на девонской и силурійской формаціяхъ. Пласты антрацита покрыты толщами конгломерата, мощностью 50 — 75 саж., очень устойчивыми и крѣпкими. Пласты антрацита со множествомъ складокъ, но въ нихъ не встрѣчаютъ сбросовъ. Уголъ паденія крайне измѣнчивъ.

Толщина антрацитовыхъ пластовъ большею частію отъ $6^1/_2$—10 фут. и въ пластѣ Mammoth доходитъ до 75 футъ.

Пенсильванскій антрацитъ крѣпокъ, блестящъ, съ раковистымъ изломомъ; будучи оставленъ на воздухѣ совершенно не подвергается измѣненіямъ, и не обладаетъ свойствомъ самовозгаранія. Плотность антрацита—1,4 до 1,6; составъ: углерода — 90 до 94%, водорода — 1 до 3%, кислорода и азота—1 до 3%, воды—1 до 2%, золы—3,4%, сѣры—0,702 до 0,840, фосфора—0,003 до 0,013%. Въ выработкахъ замѣчается иногда выдѣленіе рудничнаго газа и въ нѣкоторыхъ мѣстахъ въ довольно значительномъ количествѣ.

Въ пластахъ антрацита иногда попадаются прослойки пустой породы, незначительной толщины сравнительно съ мощностью пластовъ.

Итакъ, условія опредѣляющія способы разработки антрацита въ Пенсильваніи: крѣпость антрацита, отсутствіе способности къ самовозгаранію, рѣдкіе случаи выдѣленія рудничнаго газа, кровля чрезвычайной крѣпости и устойчивости, значительная мощность и недостатокъ пустой породы въ прослойкахъ. Кромѣ этого, надо принять въ соображеніе дороговизну рабочихъ рукъ (2 руб. въ день и болѣе). Принявъ во вниманіе выше замѣченныя условія, понятно будетъ, почему очистныя работы ведутся *безъ закладки* и *безъ крѣпленія*—это ихъ отличительный характеръ.

[236.] **Подготовительныя работы.** Работы пока еще идутъ на малой глубинѣ не болѣе 234 саж. Шахты вертикальныя и очень часто наклонныя (slopes). Глубина вертикальныхъ шахтъ обыкновенно 90—100 саж., глубина наклонныхъ около 180 саж.

Принимая въ соображеніе огромные размѣры вагоновъ (нагрузка $2^1/_2$—3 тон.), поперечное сѣченіе шахтъ велико. Форма поперечнаго сѣченія вертикальныхъ шахтъ прямоугольная. При четырехъ подъемныхъ отдѣленіяхъ и одномъ вентиляціонномъ, поперечное сѣченіе шахты равно $5{,}6 \times 1{,}75$ саж., въ свѣту каждое подъемное отдѣленіе—$1{,}6 \times 1$ саж. При двухъ подъемныхъ отдѣленіяхъ и одномъ вентиляціонномъ, площадь сѣченія шахты $3{,}2 \times 2$ саж. Наклонныя шахты имѣютъ форму поперечнаго сѣченія трапецоидальную; при двухъ подъемныхъ отдѣленіяхъ — высота 1,3 саж., средняя ширина 2 саж., въ свѣту. Крѣпленіе шахтъ деревянное, только отъ устья иногда крѣпятъ кирпичемъ.

Подготовка полей производится штреками по простиранію *a* (фиг. 47, табл. 36), идущими отъ наклонныхъ шахтъ *A*, *B* и *C*, изъ которыхъ средняя подъемная, а боковыя назначены для водоотлива и вентиляціи: наклонная высота поля 43 саж., поле раздѣлено по паденію параллельнымъ штрекомъ *b*. Штреки: *a* — главный откаточный, *b* — промежуточный, откаточный, *c* — зумфовый штрекъ для отвода воды, штреки *d* — вентиляціонные, *t* — бремсбергъ [1]). Высота предохранительнаго столба $ac = 4$—6 саж. Зумфовый и вентиляціонный штреки имѣютъ размѣры: высота — $6^1/_2$ до 8 фут., ширина—$5^1/_2$ до $6^1/_2$ футъ; главный основной штрекъ имѣетъ размѣры: высота — 8 до 9 фут., ширина — 8 до 14 футъ. Основной штрекъ крѣпится полными дверными окладами, весьма прочными. По простиранію границы поля опредѣляются или естественными условіями, напр. антиклинническими или синклинническими осями, или техническими соображеніями. При устойчивой кровлѣ и почвѣ пласта, при пологомъ паденіи—длина поля достигаетъ 1500—2260 саж., при крутопадающихъ пластахъ длина поля 1—$1^1/_2$ миль.

[237.] **Система очистныхъ работъ** примѣняется почти одна и таже какъ для пологопадающихъ, такъ и для крутопадающихъ пластовъ; различіе наблюдается только въ способахъ доставки отъ забоя къ главному откаточному штреку.

При пластахъ съ паденіемъ болѣе 40°, работа ведется *камерами W* (фиг. 48); здѣсь *a*—главный откаточный штрекъ, *u*—вентиляціонный. По мѣрѣ выработки камеры, антрацитъ складывается въ пространство *W* между стѣнками *ax*. Ходы *i* служатъ для прохода воздуха и для сообщенія рабочихъ.

Въ пунктахъ *ZZ* перегородки имѣютъ отверстія, закрывающіяся ставнемъ. Слѣдовательно, камера будетъ постоянно наполнена антрацитомъ (*си-*

[1]) Бремсбергъ соединяетъ штрекъ *a* съ *b*.

стема наполненными камерами); рабочій стоитъ на добытомъ антрацитѣ. Во время добычи, часть антрацита спускается черезъ отверстіе *Z* по скату *r* къ главному откаточному штреку *a*, гдѣ антрацитъ и падаетъ прямо въ вагоны. Камера совершенно освобождается отъ всего добытаго антрацита лишь только тогда, когда достигнутъ верхней границы поля. Ширина камеры (забоя) отъ 18 — 36 фут., толщина промежуточныхъ столбовъ 18—30 футъ.

Легко понять, что при такой работѣ никакой сортировки угля у забоя не можетъ быть, и рабочіе получаютъ плату отъ кубической единицы выемки (by the run). Однако если пластъ содержитъ значительное количество прослойковъ, которые невыгодно не раздѣлять отъ антрацита и вмѣстѣ съ нимъ доставлять на поверхность, тогда нѣсколько видоизмѣняютъ работу, при условіи, если пластъ не особенно толстъ, не болѣе 10 фут. и крутопадающій. Суть дѣла заключается въ слѣдующемъ: рабочій стоитъ не на добытомъ антрацитѣ, а на подмосткахъ, которыя должны переноситься по мѣрѣ удаленія забоя. Антрацитъ сортируется на подмосткахъ, пустая порода сбрасывается въ камеру (подобно фиг. 48), а куски антрацита по отдѣленіямъ *i* скатываются въ главный откаточный штрекъ. При такой работѣ плата производится отъ вагона.

Если въ выработкахъ замѣчается значительное количество рудничнаго газа, то учреждаютъ болѣе дѣятельное провѣтриваніе, при этомъ работы принимаютъ расположеніе, показанное на фиг. 49. Антрацитъ изъ камеръ *W* по скатамъ *r* скользитъ въ основной штрекъ *a*; рабочій доходитъ до ставней *z* по ходу *i*. Вентиляціонный штрекъ *u* ведутъ въ висячемъ боку пласта.

Если паденіе пласта колеблется между 27—40°, то работа ведется, какъ описано выше и антрацитъ по мѣрѣ добычи самъ собою скатывается по почвѣ выработки къ главному откаточному штреку.

При паденіи отъ 20—27° антрацитъ также можетъ самъ собою скатываться, но по болѣе гладкой наклонной плоскости, для чего почву выработки устилаютъ желѣзными листами.

При паденіи отъ 10—20°, устраиваютъ искуственныя наклонныя плоскости, изъ досокъ или желѣзныхъ листовъ съ болѣе крутымъ паденіемъ; если желѣзные листы будутъ положены непосредственно на почву, то придется подталкивать куски, чтобы они скользили по наклонной поверхности къ откаточному штреку.

При послѣднемъ же углѣ паденія поступаютъ иногда иначе: даютъ направленіе камерѣ діагональное, т. е. среднее между линіей паденія и простиранія, такъ что получаютъ уклонъ только 7 — 10° и тогда проводятъ рельсовый путь непосредственно до забоя (подобно фиг. 50).

При паденіи 6—10°, направленіе забоя по возстанію,—рельсы дово-

дятъ до забоя и откатку производятъ до главнаго откаточнаго штрека въ малыхъ вагонахъ съ нагрузкой въ 1 — $^1/_2$ тон. При такой системѣ откатки камеры называются *buggy breast* (фиг. 50).

При паденіи менѣе 6° вагоны большой вмѣстимости, двигающіеся по главному откаточному штреку, могутъ подходить непосредственно къ забою. Камеры въ этомъ случаѣ называются *wagon breast*. Откатка на мулахъ, вагоны съ тормазомъ.

Въ послѣднихъ случаяхъ плата рабочимъ производится отъ вагона.

Коль скоро цѣлый участокъ поля выработанъ камерами, приступаютъ къ выемкѣ столбовъ, что не всегда удается и часть антрацита остается не вынутою; количество оставленнаго антрацита иногда доходитъ до 50%, обыкновенно 33%.

[238]. **Производительность рабочаго** въ смѣну (въ камерахъ) колеблется между 732 — 1218 пуд. Среднимъ числомъ три забойщика въ смѣну (въ камерахъ) выдаютъ антрацита 6—10 вагоновъ, или по вѣсу 2160—3600 пуд. Партія забойщиковъ въ 2 смѣны по 8 часовъ впродолженіи мѣсяца проводятъ главный откаточный штрекъ съ размѣрами 1,7 × 0,85 саж. на $14^1/_2$ — $17^1/_2$ погон. саж., безъ крѣпленія.

[239]. **Расходы за добычу 1 тон. антрацита** равны 1,54 доллера; эти расходы слагаются изъ слѣдующихъ частныхъ цифръ.

Плата рабочимъ составляетъ....	56,8 %	собственно добыча 74,94%
Лѣсъ	0,84	
По счету мастерской.....	3,63	
„ „ конюшни.....	6,22	
„ „ магазина	0,32	
Порохъ и масло.....	0,78	
Припасы (рельсы, насосы и пр.)...	5,38	
Надзоръ.....	0,84	
Сортировка и обмывка антрацита.	19,15	
Разные и общіе расходы.....	6,04	
	100	

Плата рабочимъ, составляющая 74,81% всѣхъ расходовъ по добычѣ и въ частности равная 0,875 доллерамъ за тонну, слагается изъ слѣдующихъ расходовъ, въ процентахъ относительно частной суммы, т. е. 0,875 доллер.:

Основной штрекъ.....	2,17
Вентиляціонный и др.....	6,17
Плата забойщикамъ (по вагонно).....	62,36
Работы на поверхности.....	3,88

Кондукторы	16,11
Рабочимъ за крѣпленіе и укладку пути	4,69
Надзирателямъ при подъемѣ	2,06
Машинисты и кочегары	2,40
	100

Плата за добычу измѣняется, смотря по мощности пласта:

59 коп. за 48 куб. ф. (около 1 тон.) при толщинѣ пласта	23—33 ф.
65 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „	10—13 „
69 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „	8—10 „

При разработкѣ пологопадающихъ пластовъ, мощностью $6\frac{1}{2}$—10 фут., производительность забойщика 13 топнъ! На 1 т. антрацита расходуется 1,2 фунт. пороху.

Вертикальная шахта съ поперечнымъ сѣченіемъ отъ 1,41 × 2,82 саж. до 1,7 × 4,2 саж. обходится въ 343—550 руб. за 1 погон. саж.

Примѣчаніе. Подобно системѣ очистной работы, принятой въ Америкѣ, находимъ и въ Англіи, въ Ю. Валисѣ, на пластѣ съ паденіемъ 30—60° и толщиной $4\frac{1}{2}$—5 фут. Здѣсь камеры, или возстающіе штреки, ведутся по парно шириною отъ 24 до 30 фут., а толщина столба между ними 12 фут. Столбъ же, между двумя сосѣдними парами камеръ, имѣетъ толщину 24—30 фут. Въ камерахъ устраиваютъ бремсберги.

3) Разработка буроугольныхъ пластовъ.

[240.] Слѣдующія отличительныя свойства буроугольныхъ мѣсторожденій обусловливаютъ спеціальные пріемы очистной выемки.

1) Пласты пологопадающіе, нерѣдко совершенно горизонтальные.

2) Почти совершенное отсутствіе частыхъ складокъ.

3) Залеганіе пластовъ на незначительной глубинѣ отъ поверхности.

4) Окружающія породы рыхлыя, водопропускающія или плывучія, по преимуществу пески и глины.

5) Значительная мощность пластовъ.

6) Отсутствіе параллельныхъ пластовъ, заслуживающихъ добычи, обыкновенно пластъ одинъ.

7) Давленіе породъ, заключающихъ мѣсторожденіе, обыкновенно весьма сильное, вообще больше нежели при каменномъ углѣ.

[241.] **Подготовка** производится шахтами или штольнами. При незначительной глубинѣ залеганія пластовъ поля подготавливаются малыя, слѣдовательно шахты располагаются часто. При пологомъ паденіи пласта шахта

a задается на нижнюю границу поля (фиг. 51, табл. 37), которое имѣетъ форму прямоугольную. При горизонтальныхъ пластахъ шахта задается въ центрѣ поля, имѣющаго тутъ квадратную форму.

Отъ шахты *a* въ обѣ стороны, по простиранію пласта, въ лежачемъ его боку, проводятъ основной штрекъ *d d*, которымъ и осушаютъ поле. Высота основнаго штрека $^3/_4$ — $^7/_8$ сажени, ширина въ потолкѣ $^1/_2$ саж., у почвы $^7/_8$ — $^3/_4$ саж.; крѣпленіе основнаго штрека деревянное или каменное. При обиліи рудничныхъ водъ проводятъ спеціальный, *зумфовый штрекъ*, для стока воды. Если уголь слабъ и пропускаетъ воду, то ведутъ основной штрекъ забивною крѣпью, съ особою осторожностію.

Изъ основнаго штрека проводятъ возстающіе штреки *i* на разстояніи около 10 саж. Выемочныя поля, образованныя ходами *i*, подраздѣляютъ на участки штреками *c c* по простиранію, въ разстояніи одинъ отъ другаго на 10 саж., а при дѣятельной откаткѣ на 5 саж. Отъ возстающихъ штековъ *i* раздѣляютъ участки выемочными штреками *v v* на цѣлики *F*. Выемочные штреки могутъ быть проведены по простиранію (крыло A), по возстанію (крыло B), или по діагональному направленію; два послѣднихъ направленія избираются при болѣе крутомъ паденіи, первое же примѣнимо для всякаго угла паденія, а потому наичаще встрѣчается. Цѣлики *F* раздѣляютъ *обвалочными штреками o* (фиг. 52) изъ выемочнаго штрека *v* на столбы или *обвалы g g*; обвалъ иногда разрѣзываютъ раздѣлительнымъ ходомъ *r* (фиг. 53) на два обвала 1-й и 2-й.

[242.] **Размѣры полей**, разрабатываемыхъ изъ одной углеподъемной шахты, зависятъ отъ способовъ доставки по шахтѣ и штрекамъ, а также отъ угла паденія пласта. При пологомъ паденіи, при откаткѣ до основнаго штрека въ тачкахъ, а по основному штреку въ вагонахъ, — высота поля не болѣе 10 саж. (Lottner). Опытъ показалъ, что если подъемъ по шахтѣ производится ручнымъ воротомъ, доставка до шахты въ тачкахъ, то эту откатку не выгодно производить на разстояніи, превышающемъ 40 саж.; слѣдовательно, въ данномъ случаѣ, если длина поля отъ шахты въ обѣ стороны 20 саж., то высота можетъ быть взята также 20 саж.

При подъемѣ по шахтѣ паровой машиной, высота поля — 25 саж., а длина — 20 саж. съ каждой стороны шахты. Для успѣха откатки подготовляютъ отдѣльныя части полей діагоналями или бремсбергами подобно тому, какъ это дѣлается и при разработкѣ пластовъ каменнаго угля, наблюдая условіе — *не проводить одновременно большаго числа ходовъ*, чтобы не подвергать обвалы продолжительному давленію кровли, а *подготовленные уже обвалы вынимать возможно быстро.*

Размѣры обваловъ зависятъ отъ крѣпости угля, а также отъ давленія породъ висячаго бока и измѣряются разстояніемъ между дверными окладами въ выемочныхъ и обвалочныхъ штрекахъ; это разстояніе называется *полемъ*,

ему придаютъ размѣръ отъ $^1/_2$ до $^3/_4$ саж. Обыкновенно обвалъ дѣлаютъ въ одно поле (фиг. 53) и въ два поля (фиг. 52); полагая поле въ $^3/_4$ саж., получимъ площадь *обвала* (столба) $^3/_4 \times {}^3/_4$ саж.

[243.] **Очистная добыча.** Положимъ, что имѣемъ пластъ мощностію отъ 3 до 4 саж. Паденіе не постоянное. Уголь довольно крѣпкій. Вслѣдствіе измѣнчиваго паденія, выемочные штреки *v* (фиг. 54) должны идти по простиранію (подготовка по простиранію). Вслѣдствіе достаточной крѣпости угля, высота столбовъ можетъ быть взята въ 2 поля, а поля (разстояніе между окладама *i u*) по $^3/_4$ саж.; обвалъ (столбъ) *g* — въ два поля въ сторону. На пересѣченіи выемочнаго штрека *v* съ обвалочнымъ штрекомъ *o* (иногда его называютъ ортомъ) въ пунктѣ *p* подработываются въ потолокъ выработкой *q*, называемой *печью*. Печь можетъ подходить подъ кровлю пласта, если она устойчива, напр. вязкая глина, въ противномъ случаѣ оставляютъ предохранительный подкровельный слой угля толщиною отъ 6 — 10 дюймовъ и болѣе. Потолокъ печи крѣпится стойками *s* съ перекладами *f* и досками *c*. Рабочій начинаетъ вырабатывать обвалъ *g* изъ печи, направляясь сверху внизъ, сначала вынимая уголь изъ толщи надъ выемочнымъ штрекомъ *v* и обвалочнымъ *o*, потомъ — изъ самаго обвала *g*. Крѣпленіе производится стойками подобными *s*, а обвалы старыхъ смежныхъ работъ удерживаютъ досками и распорками. По вынутіи всего обвала, стараются добыть крѣпь. Коль скоро начнется обрушеніе потолка, то отверстія *x z*, въ выемочномъ штрекѣ *v*, закрываютъ щитомъ. Къ выемкѣ слѣдующаго обвала приступаютъ тогда, когда кровля въ предъидущемъ совершенно осѣла.

Для болѣе совершенной очистной выемки бураго угля, выше описанный порядокъ измѣняютъ въ томъ, что толщи надъ ходами вырабатываютъ при выемкѣ слѣдующихъ ближайшихъ обваловъ.

На фиг. 55 и на 1-мъ разрѣзѣ видно, что надъ старыми ходами *u r q* оставлены толщи угля (въ планѣ заштрихованы). Вырабатываютъ обвалъ *s* и закрѣпляютъ стойками *z* (2-й разрѣзъ); изъ этого обвала вырабатываютъ толщи *i r p* надъ старыми ходами, тогда получимъ 3-й разрѣзъ. Покончивъ выемку изъ обвала *s*, спасаютъ крѣпь; обвалъ наполняется пустой породой. Толщи *q m n f u* вырабатываютъ изъ слѣдующихъ ближайшихъ обваловъ.

[244.] При пластахъ средней мощности, обвалы вынимаютъ въ одинъ пріемъ, при чемъ штреки ведутся частію по породѣ лежачаго бока. Примѣромъ такой разработки можетъ служить Екатеринопольская копь въ Кіевской губерніи[1]). Здѣсь пластъ мощностію $1^1/_2$ аршина. Изъ штольны *c* (фиг. 56) проводятъ обвалочные штреки *o o* черезъ четыре поля въ пятомъ. Эти ходы

[1]) Работы производитъ Инженеръ Долинскій.

ведутъ частію по песку лежачаго бока. Чтобы получить для откатки надлежащую высоту штрековъ равную $2^1/_4$ аршина, при ширинѣ въ $1^1/_2$ арш., въ потолкѣ штрековъ оставляютъ подкровельный слой угля въ 6 — 8 вершковъ. Когда достигнутъ ходами *o o* старыхъ обваловъ, приступаютъ къ выемкѣ столбовъ *F* — обвалами *a b* по обѣ стороны хода на $3^1/_2$ аршина, поддерживая кровлю стойками *s*, поставленными на разстояніи $1^1/_2$ арш. другъ отъ друга, въ пунктахъ, обозначенныхъ на планѣ крестами. Обвалы *a b* имѣютъ размѣръ 2 полей въ каждую сторону, т. е. по $3^1/_2$ арш., ибо разстояніе между дверными окладами $1^3/_4$ аршина; ширина штрековъ *o* равна $1^1/_2$ арш. Далѣе, когда обвалы *a b* вынуты, поддерживаютъ потолокъ штрека *o* стойками *s*, вынимаютъ дверные оклады, выбиваютъ и вытаскиваютъ крючьями стойки *s* въ обвалахъ; наконецъ, у двернаго оклада *i i* ставятъ щитъ, для удержанія отъ прорыва обрушившихся породъ. Крѣпи теряется около 33%.

[245.] Ниже приводимъ таблицу нѣкоторыхъ данныхъ относительно добычи бураго угля. Первые 9 примѣровъ принадлежатъ Ейслебенскому и Гальберштадскому горнымъ округамъ, а 10 Екатеринопольской буроугольной копи.

№	Толщина пласта въ саженяхъ.	Качество угля.	Работа подбойщика въ 12 час. смѣну.	Плата въ смѣну.		Стоимость 100 тоннъ (915,75 пуд.) за подбойку.	
			Пуды.	руб.	коп.	руб.	коп.
1	$1^1/_8$	Землистый.....	686,75	»	50	»	66,672
2	$1^1/_2$	id, въ низу кулачникъ.....	641	»	50	»	1,431
3	$1^5/_8$	id, съ древесными остатками.	604,5	»	50	»	5,744
4	1	id, и незначительная часть кулачника.....	549,5	»	50	»	33,325
5	$^1/_2$—1	id, ...	457,75	»	50	1	0,025
6	2	Орѣшникъ.....	650	»	50	»	70,442
7	$1^1/_2$—2	Кулачникъ	641	»	50	»	71,431
	$1^1/_4$	Большими кусками	457,75	»	50	1	0,025
8	1	Кусками съ больш. количествомъ древесныхъ остатковъ.....	274,75	»	50	1	66,651
9	$1^1/_2$	Очень плотный, множество древесныхъ остатковъ.....	247,25	»	50	1	85,187
10	$^1/_2$	Землистый, третья часть лигнита.	351	»	45	1	17,403

В. Разработка жильныхъ мѣсторожденій.

[246.] Жильныя мѣсторожденія отличаются крутымъ паденіемъ и обыкновенно достаточнымъ количествомъ пустой породы для закладки, а потому и системы очистныхъ работъ, которыя здѣсь могутъ имѣть примѣненіе, относятся къ группѣ работъ съ закладкой выработаннаго пространства пустой породой и именно къ тѣмъ системамъ этой группы, которыя примѣняются для мѣсторожденій крутопадающихъ.

Подготовка къ добычѣ производится вертикальными или наклоненными шахтами, а также и штольнами. Если подготовка производится вертикальными шахтами, то жилу пересѣкаютъ квершлагами и ведутъ по мѣсторожденію этажные штреки. Вертикальная высота этажей измѣняется отъ 7 — 25 саженъ; чѣмъ болѣе постоянно и правильно распредѣленіе по жилѣ рудныхъ частицъ, тѣмъ высота этажей можетъ быть взята большая. Этажъ, ограничивающійся этажными штреками, раздѣляютъ гезенками на цѣлики; разстояніе между гезенками 12 — 25 саженъ и болѣе. Предварительно должно быть заготовлено нѣсколько подобныхъ цѣликовъ, нѣкоторые изъ нихъ по своей бѣдности могутъ и не вырабатываться. Если мощность жилы не превосходитъ 7 — 8 футъ, то каждый цѣликъ вынимаютъ на очистку потолкоуступной работой; если жила мощная, т. е. болѣе 8 футъ, то ортовой или поперечной работой.

[247.] **Потолкоуступная работа.** Если представимъ себѣ пунктъ пересѣченія этажнаго штрека a (фиг. 57 табл. 38), или промежуточнаго (параллельнаго), съ гезенкомъ b, то работа начинается съ угла c или съ угловъ c и d въ обѣ стороны (двукрылая). Плоскость m носитъ названіе *потолочнаго забоя*, а n — *почвы потолочнаго забоя*. Уголъ α равенъ 110^0 или около этого. Высота потолочнаго забоя $\frac{3}{4}$ — $1\frac{1}{2}$ саж.; при послѣднемъ размѣрѣ приходится прибѣгать къ полкамъ для работы въ верхнихъ точкахъ забоя, при взрывѣ шуровъ полки убираются. Отношеніе длины $m : n$, какъ $1 : 1\frac{1}{2}$ или какъ $1 : 3$ и даже — $1 : 4$. Основной штрекъ закрѣпляется деревомъ или камнемъ, или оставляется потолочная толща a (фиг. 58), отъ 3 — 10 футъ толщиной; потолочную толщу оставлять невыгодно; при мощной жилѣ она получаетъ значительную толщину, ибо вообще ея толщина въ 3 — 4 раза болѣе толщины жилы. При выемкѣ толщи теряется около 10% руды. Если давленіе закладки велико, то устраиваютъ промежуточныя полки (фиг. 58); разстояніе между полками дѣлаютъ иногда въ 4 — 9 саженъ. Добытая руда доставляется на основной штрекъ при помощи скатовъ, оставляемыхъ въ закладкѣ черезъ каждыя 8 — 10 саженъ; ширина скатовъ въ $4\frac{1}{2}$ фут. Стѣнки скатовъ выкладываются тщательно изъ болѣе правильныхъ кусковъ пустой породы, нижнее отверстіе ската закрывается западней. Очень

богатые штуфы не спускаются по скатамъ, а переносятся въ мѣшкахъ или корзинахъ.

Потолкоуступная работа, представленная на фиг. 58, можетъ быть оправдана только недостаткомъ пустой породы для закладки, ибо требуетъ очень много лѣса для крѣпей.

Примѣчаніе. Ранѣе потолкоуступной работы часто примѣняли для разработки рудъ почвоуступную выемку; но въ настоящее время она оставлена, такъ какъ уступаетъ потолкоуступной работѣ, требуя болѣе крѣпей, затрудняя доставку, водоотливъ и пр. Однако могутъ быть случаи, когда почвоуступная работа становится выгоднѣе потолкоуступной, напр. при очень цѣнныхъ и богатыхъ рудахъ, въ виду уменьшенія потери руды въ закладкѣ. Но дѣлая помосты или разстилая на закладкѣ паруспну, легко избѣгнуть потери мелкихъ частицъ руды и при потолкоуступной работѣ. Смотря по качеству руды, въ одномъ и томъ же рудникѣ, богатые цѣлики можно вырабатывать почвоуступной, а бѣдные — потолкоуступной работой.

[248.] **Поперечная выемка** — примѣняется для разработки крутопадающихъ мощныхъ жилъ, а также и штокообразныхъ толщъ. На фиг. 59 представлена разработка мощной жилы поперечной выемкой. Жилу раздѣляютъ на этажи № 1, № 2, № 3.... въ нисходящемъ порядкѣ, а каждый этажъ подраздѣляютъ горизонтальными плоскостями на слои толщиною въ 1 саж. и вырабатываютъ ихъ въ восходящемъ направленіи. На фиг. 59, *A* представленъ планъ разработки слоя. Изъ основнаго штрека задаются ортами *a* къ висящему боку; ширина ортовъ 6 — 8 фут., высота 1 саж., разстояніе между ортами равно ширинѣ орта или удвоенной и даже утроенной ширинѣ. По окончаніи провода ортовъ, ихъ закладываютъ пустой породой. Далѣе столбы между заложенными ортами вырабатываются такими же ортами въ порядкѣ, обозначенномъ на чертежѣ номерами. Окончивъ такимъ образомъ выемку даннаго слоя, переходятъ къ вышележащему, проводя первоначально штрекъ по простиранію жилы. Руду спускаютъ по скатамъ *k* на основной штрекъ *b*. Выемку слоя ведутъ иногда и по простиранію, какъ показано на фиг. 60.

Въ случаѣ недостатка пустой породы для закладки выработокъ, ее добываютъ въ висячемъ боку, какъ при разработкѣ каменноугольныхъ мѣсторожденій; но тогда добыча обходится дороже и раціональнѣе будетъ въ этомъ случаѣ обратиться къ *поперечной работѣ безъ закладки*. Выемка также ведется слоями, но только въ нисходящемъ порядкѣ. Каждый слой раздѣляется на столбы ортами и штреками по простиранію. Соотношеніе между размѣрами столбовъ и ходовъ зависитъ отъ крѣпости жильной породы: чѣмъ эта порода будетъ крѣпче, тѣмъ меньшіе размѣры будутъ имѣть столбы; слѣдовательно, при образованіи столбовъ часть слоя или яруса будетъ уже вынута. Далѣе приступаютъ къ выемкѣ столбовъ. Иногда удается вынуть

весь слой ранѣе обрушенія потолка. Высота ярусовъ можетъ доходить до 5 саж., если жильная порода крѣпка. При очень слабой жильной породѣ выемка ограничивается только проводомъ ортовъ и штрековъ, столбы же не могутъ быть вынуты.

[249.] **Выемка камерами** — можетъ быть примѣнена для разработки мощныхъ жилъ, а также штоковъ и штокверковъ, при условіи достаточной крѣпости, какъ рудныхъ массъ, такъ и заключающихъ ихъ породъ.

Выемка штокверковъ отличается неправильностью, вслѣдствіе самаго характера мѣсторожденія. Отъ шахты проводятъ квершлаги до мѣсторожденія, примѣрно черезъ 10 саженъ, далѣе отъ квершлага ведутъ штрекъ и, коль скоро встрѣтятъ скопленіе руды, вырабатываютъ ее камерой высотою 6 — 7 саж., діаметромъ 6 — 8 саж.; размѣры эти зависятъ отъ крѣпости породъ. Штрекъ долженъ идти впередъ, чтобы служить для развѣдки. Между камерами должны быть оставлены столбы по возможности изъ пустой породы и толщиной не менѣе $2\frac{1}{2}$ саженъ. Въ потолкѣ же камеры оставляется предохранительная потолочная толща въ $1\frac{1}{2}$ — 2 саж. Въ камерахъ рабочіе стоятъ на добытой рудѣ или на лѣстницахъ, подмосткахъ. При этихъ работахъ несчастія отъ обваловъ нерѣдки.

Штоки и мощныя жилы (5 саж. и болѣе) разрабатываются также камерной работой, но тутъ уже она ведется болѣе систематично, ибо мѣсторожденіе должно быть вынуто по возможности начисто.

Различаютъ нѣсколько видовъ камерной выемки: 1) съ закладкой камеръ пустой породой, получаемой попутно при добычѣ руды или доставляемой изъ-внѣ; 2) часть добытой руды оставляется въ камерѣ и рабочіе, стоя на ней, продолжаютъ выемку; 3) камеры остаются незаложенными во время самыхъ работъ. Послѣдній видъ камерной работы примѣняется при разработкѣ залежей соли.

1) Жилу раздѣляютъ квершлагами, проведенными къ лежачему боку мѣсторожденія на этажи около 10 саж. высотой. Отъ квершлаговъ въ лежачемъ боку мѣсторожденія ведутъ этажные штреки. Изъ нижняго этажнаго штрека задаются камерами, закрѣпивъ штрекъ камнемъ. Длина камеръ по простиранію 20 — 24 саж., высота 20 саж. Камеры закладываются черезъ промежутки равные длинѣ камеры. Подработывая потолокъ камеры все болѣе и болѣе, закладываютъ выработанное пространство пустой породой, оставляя между закладкой скаты для спуска руды на основной штрекъ, который закрѣпляется эллиптическою каменною крѣпью.

2) По второму видоизмѣненію камерной выемки разрабатывается въ Венгріи жила мощностью до 10 саж., крутопадающая; жильная порода кварцъ, роговикъ, тяжелый шпатъ, съ свинцовымъ блескомъ и золотосодержащимъ сѣрнымъ колчеданомъ. Этажные штреки *a* (фиг. 61) проводятся одинъ отъ другаго въ разстояніи 9 — 15 саж. по вертикальному направле-

нію; отъ штрековъ проводятъ орты *b* до лежачаго бока. Изъ орта задаются иберзихбрехеномъ *e* на высоту 1 — 2 саж. и отъ него проводятъ штреки по простиранію. Далѣе, оставляя предохранительную толщу *c*, вырабатываютъ ортами слой *n* руды, (20 саж. по простиранію), оставляя часть ея тутъ же; за тѣмъ вынимаютъ слѣдующій слой и т. д.; коль скоро подойдутъ къ горизонту верхняго штрека на разстояніе 2 саж., начинаютъ спускать добытую руду по скату *e*.

3) По третьему видоизмѣненію камерной выемки разрабатываютъ соляныя мѣсторожденія, о которыхъ ниже.

C. Разработка мѣсторожденій каменной соли.

[250.] **Разработка соли въ Стасфуртѣ.** Мѣсторожденія соли разрабатываются двоякимъ образомъ: камерами или галереями. Разработка галереями или, точнѣе говоря, столбовая работа съ оставленіемъ столбовъ, принята въ Стасфуртѣ, а также давно уже была примѣнена въ Діецѣ. Сущность системы заключается въ слѣдующемъ. Отъ основнаго штрека и въ направленіи перпендикулярномъ къ нему, раздѣляютъ поле штреками на цѣлики; длина цѣликовъ (по длинѣ основнаго штрека) отъ 10 — 40 саж. Цѣлики раздѣляются на столбы выемочными штреками. Такимъ образомъ въ результатѣ получится поле, разрѣзанное на столбы малыхъ размѣровъ выемочными штреками большой ширины и высоты. Очистная добыча и будетъ заключаться въ проводѣ выемочныхъ штрековъ, такъ какъ столбы остаются не выпутыми. Ширина штрековъ 6 — 12 саж., вышина 3 — 4 саж. Размѣры столбовъ зависятъ отъ ширины выемочныхъ штрековъ и обыкновенно имѣютъ въ горизонтальномъ сѣченіи слѣдующіе размѣры — 3×3 до 6×6 саженъ. Работа (въ штрекахъ) ведется потолкоуступная; выемочные штреки проводятся въ началѣ съ высотой только 1 саж., а за тѣмъ уже потолокъ штрека подбирается потолкоуступной работой до надлежащей высоты, т. е. до 3 — 4 саж. Работа потолкоуступная должна идти въ направленіи, совпадающемъ съ направленіемъ откатки. Работа ведется порохострѣльная. Шпуры выбуриваются перфораторомъ Лисбе.

На каждый приборъ Лисбе полагается 2 рабочихъ, которые въ 8 рабочихъ часовъ выбуриваютъ и выпаливаютъ слѣдующее число шпуровъ:

При проводѣ штрековъ (1 саж. высоты) — 16 — 20 шпуровъ, глубина ихъ 3 — 4 ф.

При потолкоуступной работѣ 15 — 16 шпуровъ, при глубинѣ 4 — 5 ф.

Въ смѣну на 1 перфораторъ добывается соли:

При проводѣ штрековъ — 600 пуд. (0,5 куб. саж.).

При подработкѣ потолка штрековъ потолкоуступною работой 1500 пуд.

Расходъ пороха на 1 куб. саж. соли — 2,44 пуд. или на 100 пуд. соли 0,8 фунт. пороху.

Масла на освѣщеніе — 21 золотн. на 1 рабочаго.

Въ Эрфуртѣ 1 забойщикъ безъ прибора Лисбе въ 9 рабоч. часовъ добывалъ 170 цент. соли, съ перфораторомъ 260 цент.; отношеніе, какъ 1 : $1\frac{1}{2}$.

[251.] **Откатка** по желѣзнымъ дорогамъ въ вагонахъ съ нагрузкой 30 — 40 пуд. До разстоянія отъ шахты въ 200 саж. откатка производится людьми, а при большемъ разстояніи — лошадьми.

Хотя уже и достаточно было приведено данныхъ относительно вообще рудничной откатки, но, пользуясь интереснымъ сообщеніемъ Горнаго Инженера Першке, относительно работъ въ Стасфуртѣ, приводимъ слѣдующія таблицы данныхъ, которыми тамъ руководствуются при разсчетахъ откатки соли въ рудникѣ.

Откатка людьми. Вмѣстимость вагона 35 — 40 пуд., скорость откатки 3,5 ф., время для нагрузки вагона 6 — 9 мин. 1-нъ откатчикъ въ 10 ч. смѣну (8 рабочихъ часовъ) можетъ доставить слѣдующее число вагоновъ:

При разстояніи	100	— 150	ф.	48	вагон.,	плата	$1\frac{1}{2}$	коп. отъ вагона.
„	150	— 250	„	45	„	„	$1\frac{3}{4}$	„ „
„	250	— 350	„	40	„	„	2	„ „
„	350	— 500	„	35	„	„	$2\frac{1}{4}$	„ „
„	500	— 650	„	32	„	„	$2\frac{1}{2}$	„ „
„	650	— 800	„	28	„	„	$2\frac{3}{4}$	„ „
„	800	— 950	„	25	„	„	3	„ „
„	950	—1150	„	23	„	„	$3\frac{1}{4}$	„ „
„	1150	—1300	„	21	„	„	$3\frac{1}{2}$	„ „

Доставка лошадьми. При той же вмѣстимости вагоновъ одна лошадь въ смѣну перевозитъ:

При разстояніи	200	саженъ до	125	вагон.,	плата	2,1	коп. отъ вагона.	
„	250	„ „	120	„	„	2,25	„	„
„	300	„ „	110	„	„	2,4	„	„
„	350	„ „	100	„	„	2,6	„	„
„	400	„ „	95	„	„	2,8	„	„
„	450	„ „	90	„	„	3	„	„
„	500	„ „	85	„	„	3,25	„	„
„	550	„ „	80	„	„	3,4	„	„

[252.] **Мѣсторожденіе соли въ Величкѣ** разработывается камерами и столбовой работой (подобно описанной). Примѣненіе этихъ двухъ системъ обусловливается характеромъ мѣсторожденія. Въ частяхъ мѣсторожденія, обра-

зующихъ гнѣзда или штоки, такъ называемой, *зеленой соли*, примѣняется камерная работа. Эти штоки иногда имѣютъ громадные размѣры. Другія же части мѣсторожденія представляютъ пластообразныя скопленія соли *шпизовой* (Spizalz) и *шыбиковой* (Szybikersalz). Здѣсь работа идетъ съ оставленіемъ столбовъ (иногда ее называютъ ортовой).

Въ камерахъ работу ведутъ почвоуступную или потолкоуступную. Камеры достигаютъ иногда весьма обширныхъ размѣровъ: въ основаніи 96 × 72 фут. и высотою 102 фут. Крѣпленіе почти отсуствуетъ или примѣняютъ костровую крѣпь.

При столбовой работѣ размѣры столбовъ 18 × 30 фут. Соль добывается въ параллелопипедальныхъ кускахъ съ размѣрами: ширина — 36″, толщина — 19″ и высотой равной почти высотѣ выработки, слѣдовательно непостоянной, — до 10 футъ. Такіе куски въ забоѣ обнажаются врубами съ четырехъ сторонъ и отрываются отъ забоя клиньями или рычагами. Врубы образуютъ кайловой работой, вѣсъ кайлы 3 — 3½ фут.; кайла однолопастая, прямая, длина лопасти 11″, длина рукоятки 27″. При образованіи вертикальныхъ врубовъ рукоятка кайлы прикрѣпляется къ лопасти подъ угломъ почти прямымъ (нѣсколько менѣе 87°), при горизонтальныхъ врубахъ у почвы этотъ уголъ только 81°, при врубѣ у потолка—95°. Въ смѣну рабочій среднимъ числомъ можетъ обнажить врубомъ поверхность равную 6½ квадр. футъ.

Въ прежнее время параллелопипеды соли обыкновенно разрубались на куски, вѣсъ которыхъ 761 фунтовъ и отдѣлывались въ *болваны*, имѣющіе форму боченковъ; средній діаметръ 18″, діаметръ по концамъ 16″, длина по оси 33″, вѣсъ болвана 330 фунтовъ. Соль получается отъ обтески болвановъ двухъ сортовъ (по формѣ): *форменные* куски (Formalsteine) съ размѣрами 19 × 10 × 7 дюйм. и вѣсомъ 90—100 фунт., а иногда меньшихъ размѣровъ—вѣсомъ 50 фунтовъ и *натуральные* куски, неопредѣленныхъ размѣровъ вѣсомъ около 50 фунт.,—наконецъ *мелочь* (Minuzien).

Производительность рабочаго:

Въ мѣсторожденіи шыбиковой соли:

Болванокъ 1836 штукъ + 343 цент. форменной соли,—въ годъ, считая 270 рабочихъ дней.

Въ 1-ну смѣну болванокъ 680 фунт. + 127 фунт. формен. соли.

Въ зеленой соли:

Болванокъ 1876 штукъ + 345 цент. формен. соли—въ годъ.

Въ 1-ну смѣну—болванокъ 695 + 132 фунт. формен. соли.

Въ шпизовой соли:

Болванокъ 1709 цент. + 600 цент. формен. соли,—въ годъ.

Въ 1-ну смѣну—болванокъ 637 фунт. + 222 фунт. формен. соли.

При добычѣ только одного сорта форменной соли:

Въ мѣсторожденіи гибликовой соли — въ годъ ..... 3500 цент.
въ 1-ну смѣну ..... 1296 фунт.
Въ зеленой соли — въ годъ ..... 2951 цент.
въ 1-ну смѣну ..... 1093 фунт.
Въ гипзовой соли — въ годъ ..... 3650 цент.
въ 1-ну смѣну ..... 1352 фунт.

Соляная мелочъ, передъ поступленіемъ въ продажу, подвергается иногда измельченію на мельницахъ. Въ прежнее время эти мельницы устраивались внутри рудника и приводились въ движеніе лошадьми, впослѣдствіи устроили паровыя мельницы. 2 постава паровой мельницы перемалываютъ 255 пуд. соли, т. е. столько, сколько 4 конныя мельницы даютъ въ 8 часовую смѣну. Перемолъ соли на 1 пудъ обходится въ 0,1 коп., насыпка въ мѣшки менѣе 0,1 коп. на 1 пудъ.

Въ настоящее время въ Величкѣ, на нѣкоторыхъ горизонтахъ, принята другая система очистной добычи, между прочимъ и столбовая. Поле раздѣляется на цѣлики, (90—120 фут. наклонной высоты), штреками, ширина которыхъ 8 — 10 фут.; цѣлики пересѣкаются штреками по возстанію черезъ 300 футъ, эти штреки служатъ бремсбергами. Цѣлики между вышеуказанными штреками вырабатываются широкими забоями, оставляя предохранительные столбы. Динамитъ и перфораторы здѣсь уже получили примѣненіе. Въ настоящее время добыча опредѣленной формы кусковъ оставляется.

D. Разработка соленосныхъ глинъ зинкверками.

[253.] Добыча соли изъ глинъ выщелачиваніемъ представляетъ довольно сложную работу, отличающуюся чрезвычайною оригинальностію. Она принадлежитъ къ очень древнимъ горнымъ работамъ. Еще въ XII столѣтіи эти работы велись уже въ Альпахъ Зальцбурга. Въ настоящее время находимъ ихъ въ Штиріи и Тиролѣ (Salzkammergut, Hallstadt, Ischl и пр.). Соленосныя глины представляютъ штокообразныя массы, покрытыя болѣе тонкими слоями глинъ, не содержащихъ соли (Hebergebirge или Glanzschiefer), а выше лежатъ известняки. На фиг. 62, (табл. 38) представленъ вертикальный разрѣзъ мѣсторожденія около Гальштадта. Содержаніе соли въ глинѣ maximum отъ 50—90%.

Разработка соленосныхъ глинъ производится выщелачиваніемъ и только въ мѣстахъ скопленія чистой соли въ видѣ малыхъ штоковъ или гнѣздъ ведутъ порохострѣльную работу или гидравлическую, о чемъ будетъ сказано ниже.

[254.] Разработка зинкверками производится слѣдующимъ образомъ: со склона горы проводятъ штольны *A*, *B*, *C* и т. д. (фиг. 62), раздѣляя

такимъ образомъ мѣсторожденіе на этажи, вертикальная высота которыхъ 15 — 20 саж. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ эти штольны скоро уже врѣзываются въ толщи соленосной глины; въ другихъ же мѣстахъ имъ приходится пересѣчь мощныя дилювіальныя образованія и тогда длина ихъ доходитъ до 100 саж. (Hollein).

Число этажей въ разныхъ мѣстахъ измѣняется отъ 4 — 9. Штольны соединяются между собою гезенками, вертикальными или наклонными. Если сдѣлать разрѣзъ по горизонту штольны *B*, то разработка представится въ такомъ видѣ, какъ на фиг. 63. На рисункѣ пунктирными линіями показанъ горизонтъ работъ слѣдующей *верхней* штольны *A*. Отъ главной штольны *B* проведены штреки *b*, *b*, *b*..., въ опредѣленной системѣ, смотря по очертанію мѣсторожденія въ данномъ пунктѣ. Отъ штрековъ *b* идутъ короткіе штреки *c c c*... въ *камеры выщелачиванія d d d*..., называемыя *зинкверками*. Въ каждую камеру съ верхняго этажа проведены наклонные гезенки *e e e*..., которые называются *анкершурфами*. Уголъ паденія анкершурфа 45°; здѣсь помѣщается водопроводъ и лѣстницы. [1]) Штреки *c*, *c*, *c*..., передъ входомъ въ камеру перегорожены перемычками. По анкершурфу *e* проложены трубы, отдѣляющіяся отъ главнаго водопровода, расположеннаго въ штрекахъ *b' b' b'* верхняго горизонта и приводящія чистую воду въ зинкверки. Изъ зинкверковъ черезъ перемычку проходятъ также трубы, соединяющіяся въ одну общую трубу, проложенную по штольнѣ *B*. По этой же штольнѣ *B* и штрекамъ *b b*... проложенъ другой рядъ трубъ, по которымъ приводятъ чистую воду по соотвѣтствующимъ анкершурфамъ къ зинкверкамъ слѣдующаго ниже этажа, т. е. расположеннаго на горизонтѣ штольны *C*.

Итакъ, по трубамъ, проложеннымъ по анкершурфамъ, чистая вода входитъ въ зинкверки, насыщается тамъ солью, выщелачивая глины, и выходитъ изъ зинкверка въ видѣ разсола по трубамъ, проложеннымъ по штрекамъ *b* и *c* и наконецъ по штольнѣ *B* — на склонъ горы, гдѣ при устьѣ штольны установлены мѣрительные приборы; далѣе разсолъ проводится на варницы.

Число зинкверковъ на рудникахъ различно, напр. въ Hollstadt'ѣ ихъ 150. Вмѣстимость зинкверковъ отъ 300—400 куб. саж., иногда до 1500 куб. саж. Этажи разрабатываются въ нисходящемъ порядкѣ, каждый же этажъ вырабатывается въ восходящемъ направленіи (т. е. выщелачивается). Работы начинаются въ каждомъ этажѣ съ отдаленныхъ пунктовъ и идутъ, приближаясь къ штольнѣ.

---

[1]) Здѣсь же, рядомъ съ лѣстницами, помѣщается иногда древнее, извѣстное своею оригинальностью, устройство для быстраго спуска рабочихъ (Rutschbahn): рабочій садится верхомъ на брусъ, уложенный на почвѣ анкершурфа и быстро соскальзываетъ въ зинкверкъ.

[255.] Проводъ штоленъ, штрековъ и ихъ крѣпленіе. Въ породахъ болѣе или менѣе вязкихъ (гипсъ) примѣняютъ порохострѣльную работу. При поперечномъ сѣченіи штрека 3,3 × 6,2 футъ, для провода его на 1 погон. саж. въ ангидритѣ задолжается 53—107 поденщины, расходуется пороху 30—35 фунт.; по известняку твердому на 1 пог. саж. задолжается 34—51 поденщицы, а расходъ пороху 20—25 фунт. При менѣе вязкихъ породахъ примѣняютъ кайлу или вершѣе врубовой молотокъ (длина лопасти $8\frac{1}{2}$—$9\frac{3}{4}$″, длина рукоятки 20—24″, вѣсъ 5—$3\frac{3}{4}$ фунт.). При поперечномъ сѣченіи штрека 5,7 × 3 фут. въ свѣту, подвигаются на 0,2 саж. въ 6 рабочихъ часовъ, при двухъ рабочихъ. Среднимъ числомъ при работѣ частію порохомъ, частію кайлой платятъ за 1 куб. фут. выемки около 7 коп.

Третій способъ, который примѣняется для провода штрековъ—*гидравлическій* (Spritzwerke). Гидравлическій способъ состоитъ въ томъ, что пускаютъ на забой струи воды подъ сильнымъ напоромъ (4 — 5 саж.); вода растворяетъ соль и разрушаетъ породу; воду эту, содержащую уже нѣкоторое количество соли, направляютъ въ зинкверкъ.

На фиг. 64 и 65 представлено расположеніе приборовъ для гидравлической работы. Фиг. 64 показываетъ проводъ гезенковъ, а фиг. 65—штрека. Расположеніе приборовъ, впрочемъ, мѣняется, сообразно съ размѣрами выработокъ.

Скорость подвиганія забоя гидравлической работой зависитъ отъ присутствія большаго или меньшаго количества соли въ породѣ и расхода воды. Черезъ каждое отверстіе въ трубѣ (фиг. 64) расходуется въ 24 часа 3 куб. саж. воды, а черезъ насадку *о* (фиг. 65) — 7,5 куб. саж.; при такомъ расходѣ подвигаются въ 6 дней на $3\frac{1}{4}$—$6\frac{1}{2}$ фут. На 1 куб. саж. выемки приходится 17 куб. саж. воды. По опытамъ, произведеннымъ въ Гольштадтѣ для сравненія порохострѣльной работы съ гидравлической, оказалось, что 1 куб. саж. выемки гидравлической работой стоила 4,60 руб. (здѣсь собственно на гидравлическую работу приходится 0,60 руб. а на окончаніе работы послѣ разрушенія водою 4 руб.); при выемкѣ кайловой работой—8 руб. Впрочемъ, это соотношеніе можетъ измѣняться съ качествомъ породъ. При проводѣ гезенковъ гидравлическимъ способомъ, расходы увеличиваются въ два раза, а если сравнить съ динамитной работой, то едвали выгода будетъ на сторонѣ гидравлической работы.

Смотря по обстоятельствамъ, въ ходахъ возводятъ крѣпь деревянную изъ дверныхъ окладовъ, каменную (сухая кладка) или деревянную эллиптическаго поперечнаго сѣченія. Дверные оклады располагаютъ въ разстояніи 0,4 саж., болѣе или менѣе. По глинѣ (Lebergebirge) и по соленосной глинѣ крѣпятъ каменною эллиптическою крѣпью. Деревянная эллиптическая крѣпь примѣняется въ томъ случаѣ, когда породы слабы и разъѣдены водой, просачивающейся изъ верхнихъ зинкверковъ.

[256.] **Подготовка зинкверковъ.** Форма горизонтальнаго сѣченія подготовленнаго зинкверка представлена на фиг. 66; какъ видно, камера разрѣзана ходами на столбы и имѣетъ общее очертаніе эллиптическое. Въ точкѣ *a* расположена перемычка; въ точкѣ *b* входитъ анкершурфъ, слѣдовательно, въ этомъ пунктѣ будетъ притокъ въ камеру чистой воды; такое діаметрально-противоположное расположеніе перемычки и притока чистой воды необходимо.

Размѣры столбовъ и ходовъ различны:

	Высота.	Ширина у почвы.	Ширина у потолка.
b	0,94	0,58	0,29 саж.
c c	0,78	0,45	0,22 „
промежуточныхъ между *c* и *c* . . .	0,73	0,21	0,16 „

Размѣры столбовъ $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2}$ до 2×2 саж. Длина длинной оси камеры — 25 до 60 саж., короткой оси — 10 до 20 саж. Разстояніе между двумя смежными зинкверками равно ширинѣ зинкверка.

Перемычка—возводится изъ глины, изъ которой уже выщелочена соль (это условіе необходимо). На фиг. 67 (табл. 39) представленъ разрѣзъ и планъ перемычки. Глину утрамбовываютъ, смачивая водой. Работа ведется очень тщательно. По мѣрѣ того, какъ потолокъ *a b* зинкверка выщелачивается и обрушается, горизонтъ воды повышается, съ этимъ вмѣстѣ повышаютъ и перемычку. Съ передней стороны ставятъ срубъ *h*, внутри котораго помѣщена лѣстница.

Разсолъ изъ зинкверка просачивается въ деревянный ящикъ *k*, представляющій сплошной вѣнцевой срубъ; далѣе по трубкѣ *i* переходитъ въ измѣритель *c*, установленный въ срубѣ *h*. Трубка *n* имѣетъ отверстія въ бокахъ, направленныя къ верху. Ящиковъ или срубовъ, подобныхъ *k*, можетъ быть установлено нѣсколько въ зинкверкѣ, но всѣ они соединены будутъ трубой съ однимъ главнымъ, помѣщеннымъ у перемычки. Изъ измѣрителя *c* разсолъ по трубкѣ *d* проводятъ къ общей отводной трубѣ, уложенной въ штольнѣ, уклонъ трубы 2°.

[257.] **Производство работы выщелачиванія.** Впускаютъ по трубѣ, проложенной въ анкершурфѣ, чистую воду въ зинкверкъ и наполняютъ его на 1 фут. высоты; черезъ нѣкоторые промежутки времени еще возвышаютъ горизонтъ воды на 1 ф. и т. д. до потолка зинкверка. Вода выщелочитъ изъ столбовъ соль и они будутъ разрушены. Далѣе разсолъ выпускаютъ по трубамъ, какъ было сказано выше, и потомъ очищаютъ зинкверкъ отъ выщелоченой глины. Это *первый періодъ* работы, подготовительный; онъ требуетъ времени около года, считая здѣсь и время на образованіе столбовъ. Второй періодъ работъ состоитъ въ выщелачиваніи соли изъ *потолка зинкверка*, что продолжается до тѣхъ поръ, пока потолокъ не подойдетъ почти

подъ верхній горизонтъ работъ, на что потребуется времени 15—20 лѣтъ, считая тутъ и перерывы. Зинкверки на разныхъ горизонтахъ должны быть расположены одинъ подъ другимъ, какъ на фиг. 68; но отнюдь не въ порядкѣ показанномъ на фиг. 69.

Работа втораго періода, выщелачиваніе изъ потолка камеры, идетъ слѣдующимъ порядкомъ. Наполняютъ *возможно быстро* зинкверкъ чистою водой, пока горизонтъ ея на рейкѣ *t* (фиг. 67) не будетъ стоять выше потолка зинкверка на нѣсколько дюймовъ. Съ этого момента вода начинаетъ растворять соль *въ потолкѣ зинкверка*, глина обваливается на дно, такъ что потолокъ повышается; высота зинкверка (разстояніе между потолкомъ и обвалившейся выщелоченой глиной), постоянно уменьшается (иногда же увеличивается). Въ это время постепенно впускаютъ воду въ зинкверкъ, наблюдая за горизонтомъ по рейкѣ *t*. Отъ времени до времени берутъ пробы изъ трубы *i* и, коль скоро ареометръ покажетъ 26,5% (что соотвѣтствуетъ 24% въ верхнихъ слояхъ), тогда прекращаютъ впускъ чистой воды и даютъ ей стоять въ зинкверкѣ нѣкоторое время; при этомъ отъ испаренія разсолъ концентрируется до 26,5% во всей массѣ воды въ зинкверкѣ, тогда его выпускаютъ, какъ было поясцено выше.

Зинкверкъ очищаютъ частію или совершенно отъ выщелоченной глины, обвалившейся на дно, повышаютъ перемычку и приступаютъ къ слѣдующему процессу выщелачиванія и т. д. При очисткѣ зинкверква, глину спускаютъ по вертикальнымъ гезенкамъ на слѣдующій нижній горизонтъ, нагружаютъ въ вагоны и откатываютъ къ шахтѣ, пересѣкающей всѣ этажи; по шахтѣ вагоны съ глиной поднимаются до верхнихъ этажей, гдѣ и выгружаются въ выработки, уже оставленныя.

Въ 10—20 дней вода насыщается до 26½% и потолокъ повышается на 4—1½ фут., въ зинкверкѣ при этомъ будетъ содержаться отъ 300 до 1500 куб. саж. разсола, а соли отъ 60,000 до 300,000 пуд. Насыщенія болѣе 26,5% никогда не слѣдуетъ достигать, ибо въ такомъ случаѣ соль изъ густаго разсола начнетъ осаждаться на стѣнкахъ трубъ.

[258.] **Водопроводъ для чистой воды и для разсола.** Вода, необходимая для выщелачиванія глинъ, проводится частію съ поверхности, частію берется изъ источниковъ, открывающихся внутри рудника, въ известнякѣ. Воду собираютъ въ измѣрителяхъ, въ верхнемъ этажѣ и распредѣляютъ трубами по выработкамъ нижнихъ этажей. Въ прежнее время водопроводы для чистой воды и для разсола строили изъ дерева; въ настоящее время замѣняютъ деревянныя трубы чугунными. Діаметръ трубъ 5″—8″ и до 12″.

II. Разработки открытыя.

[259.] Если толща мѣсторожденія полезнаго ископаемаго залегаетъ близко отъ поверхности и покрыта вообще не крѣпкими породами, добыча которыхъ легка, то болѣе экономичный способъ добычи мѣсторожденія будетъ *открытая работа* или *разработка разносомъ*. Чѣмъ меньше толщина покрывающихъ мѣсторожденіе породъ и больше толщина самаго мѣсторожденія, тѣмъ выгоднѣе примѣнить открытую работу. Слѣдовательно, существуетъ извѣстный предѣлъ отношенія толщины вскрыши къ толщинѣ мѣсторожденія полезнаго ископаемаго, далѣе этого предѣла примѣненіе открытой работы становится невыгоднымъ. Этотъ предѣлъ отношенія можетъ быть опредѣленъ въ каждомъ частномъ случаѣ. Преимущество открытой работы заключается въ томъ, что здѣсь не требуется освѣщенія, закладки, крѣпи, кромѣ этого—мѣсторожденіе вынимаютъ *совершенно*, и работа забойщика производится легче, обходится почти вдвое дешевле.

Въ разносахъ работа ведется *почвоуступная*. Высота уступовъ не должна быть болѣе 10 фут., ширина уступа не менѣе 10 фут. Уступы имѣютъ видъ откоса, уголъ котораго зависитъ отъ свойствъ породъ. При каменномъ углѣ откосы въ 90°, при глинѣ отъ 40 — 80°, при пескѣ и гравіи — 40—60°.

На фиг. 70 (табл. 39) представленъ случай работы разносомъ, уголь съ уступовъ по скатамъ доставляется къ штреку и далѣе къ шахтѣ h. Однако очень часто подъемъ добытаго вещества производится и безъ шахтъ: отвозятъ лошадьми съ уступовъ на верхъ или машинами поднимаютъ по наклоннымъ плоскостямъ. Разносъ можетъ быть осушаемъ черезъ шахту h или устанавливаютъ насосы въ самомъ разносѣ (гора Благодать).

Съ большою выгодой можно скомбинировать подземную работу съ открытой, какъ на фиг. 71. Пустая порода отъ вскрыши доставляется по наклонной выработкѣ въ рудникъ для закладки выработаннаго пространства. Кромѣ этого, выработка наклонная и шахта h, принадлежащія къ подземнымъ работамъ, служатъ также для осушенія разносной работы и для доставки добытаго матеріала.

[260.] Въ Германіи разрабатываютъ буроугольныя мѣсторожденія открытыми работами тогда, когда толщина прикрывающихъ породъ не болѣе, утроенной толщины пласта угля. Высота уступовъ до $1\frac{1}{2}$ саж., ширина 1—2 саж. Врубъ глубиною $1\frac{1}{4}$ арш. дѣлается кайлою снизу уступа. При откаткѣ съ уклономъ въ 4°—въ 12 ч. смѣну добываютъ и откатываютъ угля 485 куб. ф., песка и суглинка до 500 куб. ф., при этомъ надо задолжить $2\frac{1}{2}$ забойщиковъ, 1 нагрузчика и 1 откатчика. Если разстояніе откатки превосходитъ 100 фут., то раздѣляютъ путь станціями.

Разносомъ разрабатывается Бокалинское мѣсторожденіе бураго желѣзняка въ Златоустовскомъ округѣ. Здѣсь пять уступовъ съ различной высотой: 1-й—12 аршинъ, 2-й—6 арш., 3-й—9 арш., 4-й—6 арш., 5-й—15 арш. Слишкомъ большая высота уступовъ не можетъ быть оправдана. Добычу производятъ частію клиновою работой, частію порохострѣльной. Діаметръ шнура $1\frac{1}{4}''$, глубина 42"; времени на выбуриваніе идетъ 3—4 часа, вѣсъ заряда $\frac{1}{4}$ фунта. Стоимость добычи 1000 пуд. руды равна отъ 14—15 руб.

Магнитный желѣзнякъ горы Благодати и Высокой (Тагилъ) также добывается разносомъ. Глубина разноса горы Высокой около 10 саж., высота уступовъ 1 саж. Работа ведется динамитомъ и порохомъ. Стоимость добычи 1 кубич. сажени—до 9 руб. Отливъ воды изъ разноса паровой машиной въ 12 п. л.

Подъемъ добытаго матеріала изъ разносовъ, напр. въ каменоломняхъ, производится часто лошадьми съ низшаго на высшій уступъ по наклоннымъ съѣздамъ. Иногда-же подъемъ производятъ машинами въ вагонахъ по канату *a*, укрѣпленному къ уступу (фиг. 72).

[**261.**] **Добыча торфа** производится также открытыми работами. Торфяное поле нивелируется, и затѣмъ проводятъ канавы для осушенія его. Канавами поле раздѣляется на прямоугольные участки. Борты служатъ первыми забоями для работъ, которыя ведутся уступами вверхъ по паденію канавъ, уклонъ которыхъ 0,01. Если торфъ волокнистый, но жирный, то его рѣжутъ на кирпичи. Для рѣзки кирпичей употребляется заступъ, представленный на фиг. 73 (табл. 39). Рабочій, стоя на уступѣ, дѣлаетъ вертикальные разрѣзы по размѣру кирпича, затѣмъ заступомъ подрѣзаетъ кирпичи въ горизонтальномъ направленіи и откидываетъ въ тачку, поставленную тутъ же. Другой рабочій въ это время откатываетъ другую тачку, ранѣе нагруженную, къ *стеллажамъ*, гдѣ торфъ раскладывается для просушки. Кирпичи имѣютъ размѣры: $15 \times 5\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{2}$ дюймовъ или 0,26 куб. фут. Одинъ рабочій вырѣзываетъ въ день отъ 2 до 3 тысячъ кирпичей.

Иногда рѣзку производятъ въ два заступа: одинъ рабочій дѣлаетъ разрѣзы вертикальные, а другой горизонтальные. При рѣзкѣ кирпичей теряется торфа отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{4}$ всей его массы, въ видѣ мелочи, которая впослѣдствіе можетъ поступить на формовку. Если торфъ содержитъ корни, сучья и пр. то надо примѣнить широколопастную кайлу (фиг. 74).

Стеллажи (фиг. 75) состоятъ изъ крестовъ *a*, поставленныхъ въ опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, какъ напр. для стеллажа длиною въ 60 фут. необходимо 13 крестовъ. Кресты связаны между собою только шелевками кровли. Вертикальный шестъ для креста толщиною въ 4". Крестовина *c* (длина 2', поперечное сѣченіе 1×3 дюйм.) проходитъ черезъ соотвѣтствующее отверстіе въ шестѣ креста и лежитъ на плахахъ и до-

скахъ, такъ что крестъ далѣе 3′ не можетъ погрузиться. Черезъ шестъ пропущены 7 брусковъ *f* (толщина 1″, длина 30″); эти крестовины опираются еще на заплечики вертикально поставленныхъ досокъ *q* (ширина 2″, толщина 1″). На крестовины *f*, съ обѣихъ сторонъ шеста, кладутся въ три ряда рѣшетины ($1\frac{1}{2}$″ въ квадратѣ) а на нихъ располагаютъ торфяные кирпичи. Время службы стеллажа 5 лѣтъ. На стеллажѣ въ 60 фут. длиною, при 7 этажахъ, помѣщается кирпичей 2040 штукъ. Просушка продолжается отъ 4—8 недѣль, смотря по погодѣ и торфу.

Степень сушки такова, что если свѣжій торфъ содержитъ 80% воды, то высушенный только 25—30%. Кирпичъ размѣровъ, приведенныхъ выше, послѣ сушки получаетъ размѣры: $12 \times 3\frac{1}{2} \times 3\frac{1}{2} = 144$ куб. дюйм. Просушка иногда производится безъ стеллажей, раскладывая кирпичи въ клѣтки, что обусловливается сухой почвой.

Рѣзка кирпичей вмѣстѣ съ просушкой и укладкой въ магазины обходится за 1000 кирпичей:

Рѣзка, откатка и раскладка на стеллажахъ.....	$43\frac{1}{4}$ коп.
За переворачиваніе во время просушки.....	$1\frac{3}{4}$ »
За уборку въ магазины.....	$8\frac{3}{4}$ »
Очистка поля, осушеніе и пр. общіе расходы.....	$4\frac{3}{4}$ »
Итого...	$58\frac{1}{2}$ коп.

При жирномъ и жидкомъ торфѣ добычу производятъ черпаками, а иногда землечерпательными машинами и потомъ прессуютъ. Не входя въ описаніе машинъ, придуманныхъ для прессованія и съ выгодой примѣняемыхъ при большой добычѣ,—упомянемъ только о ручной формовкѣ, на которую идетъ торфъ не способный къ разрѣзкѣ на кирпичи, а также мелочь торфяниковъ. Формовка производится въ ящикахъ или формахъ, совершенно такъ, какъ формуютъ обыкновенные кирпичи изъ глины. Ящики должны имѣть въ поперечномъ сѣченіи трапецоидальную форму. Размѣры формованныхъ кирпичей такіе же, какъ и рѣзанныхъ. Артель рабочихъ изъ 5 человѣкъ: 2 занимаются добычей, 1 откатчикъ, 1 формовщикъ и 1 раскладчикъ на стеллажахъ,—приготовляютъ въ смѣну отъ 6 до 7 тысячъ кирпичей. Расходы на 1000 кирпичей:

Добыча, формовка и раскладка.....	54 коп.
Переворачиваніе на стеллажахъ.....	$1\frac{3}{4}$ »
Уборка въ магазины.....	$8\frac{3}{4}$ »
Вспомогательныя работы.....	$6\frac{3}{4}$ »
Итого....	$71\frac{1}{4}$ коп.

Стоимость формовки торфа окупается превосходствомъ его качествъ и большею теплопроизводительною способностью.

[262.] **Производительность рабочаго при открытыхъ работахъ** вообще болѣе, нежели при подземныхъ. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя цифры, сюда относящіяся. Производительность показана на 1-го рабочаго.

ПОРОДЫ	Добыча въ смѣну куб. саж. породы.	Расходъ пороха въ фунт.
Въ гранитѣ очень крѣпкомъ.....	0,25	1,6
„ песчаникѣ каменноугольномъ.....	0,4—0,6	3,7
„ мраморѣ.....	0,8	3,8
„ грубо-зернистомъ известнякѣ.....	1,6	7,3
„ гипсѣ.....	2—2,5	4,9

ГЛАВА V.

(Табл. 40—44.)

A. Провѣтриваніе рудниковъ.

[263.] Воздухъ, находящійся въ подземныхъ выработкахъ, дѣлается негоднымъ для дыханія вслѣдствіе двухъ причинъ:

1) Отъ уменьшенія пропорціи кислорода.

2) Отъ примѣси къ воздуху постороннихъ газовъ, пыли и пр.

Снабженіе рудника чистымъ воздухомъ и распредѣленіе его по выработкамъ составляетъ предметъ рудничной вентиляціи. Кромѣ этого, вентиляція имѣетъ также цѣлью и пониженіе температуры въ выработкахъ, возрастающей, между прочимъ, вслѣдствіе присутствія рабочихъ, лошадей [1]), горѣнія лампъ и пр.

Атмосферный воздухъ состоитъ, въ круглыхъ цифрахъ (по объему), изъ 79% азота, 20,96% кислорода и 0,04% угольный кислоты. По Велеру, составъ хорошаго, чистаго воздуха:

Азота.....	78,492
Кислорода.....	20,627
Углекислоты.....	0,041
Влажности.....	0,840
	100

[1]) Средняя температура тѣла человѣка 37°, лошади до 40°.

По разложенію рудничнаго воздуха Корнвалійскихъ каменноугольныхъ копей найдено, что среднимъ числомъ кислорода заключается въ воздухѣ 20,26% и измѣняется въ различныхъ пунктахъ рудника отъ 20,18% до 20,65%, углекислоты — 0,785%.

Уменьшеніе пропорціи кислорода въ рудничномъ воздухѣ происходитъ вслѣдствіе процесса дыханія рабочихъ, лошадей, горѣнія лампъ, гніенія и т. п., вообще окисленія. Человѣкъ, вдыхая чистый воздухъ, выдыхаетъ его уже съ большимъ содержаніемъ углекислоты, образовавшейся на счетъ кислорода воздуха; при этомъ на образованіе углекислоты надо отчислить отъ 3 до 4,1% кислорода вдыхаемаго воздуха. Воздухъ, послѣ обращенія въ легкихъ, содержитъ кислорода только 17 — 18% и углекислоты 3 — 4%. При содержаніи въ воздухѣ кислорода отъ 18 — 17% свѣчи тухнутъ, при содержаніи въ 15% — дыханіе человѣка дѣлается невозможнымъ.

[264.] **Примѣси въ рудничномъ воздухѣ.** Изъ постороннихъ примѣсей, портящихъ рудничный воздухъ, упомянемъ только о слѣдующихъ:

1) **Углекислота**, — какъ продуктъ процесса дыханія, полнаго горѣнія, порохострѣльной работы. Каменноугольная мелочь, оставленная въ закладкѣ, какъ полагаютъ нѣкоторые, подвергается медленному горѣнію, продуктъ котораго будетъ между прочимъ углекислота, которая и распространяется по выработкамъ. Всѣ поименованныя причины обыкновенно не производятъ углекислоты въ большомъ количествѣ и достаточно самаго слабаго тока чистаго воздуха, чтобы унести ее изъ выработокъ. Въ огромномъ количествѣ является углекислота въ выработкахъ послѣ взрыва рудничнаго газа. Удѣльный вѣсъ углекислоты 1,524; вслѣдствіе этого она стремится занять нижніе горизонты, такъ что относительно въ большомъ количествѣ ее находятъ у почвы выработокъ. Воздухъ уже дѣлается вреднымъ для дыханія при содержаніи углекислоты въ 0,2%; при содержаніи 0,24% воздухъ получаетъ непріятный запахъ, при 1 — 2% дыханіе становится затруднительнымъ, тошнота, свѣчи горятъ тускло, неровно, съ значительною копотью; при 4 — 5% дѣлаются обмороки, свѣчи тухнутъ; при 8 — 10% человѣкъ задыхается.

2) **Азотъ** — удѣльный вѣсъ 0,976, обыкновенно онъ находится въ выработкахъ, только какъ составная часть воздуха, нѣкоторый избытокъ его является вслѣдствіе убыли пропорціи кислорода. Въ большомъ количествѣ онъ является какъ слѣдствіе взрыва рудничнаго газа, влекущаго за собою уменьшеніе пропорціи кислорода.

3) **Окись углерода** — удѣльный вѣсъ 0,96, рѣдко появляется въ выработкахъ, какъ продуктъ не полнаго горѣнія угля, напр. при рудничныхъ пожарахъ. Окись углерода ядовита, проникнувъ въ легкія человѣка, быстро дѣйствуетъ на кровь, оказывая вообще вредное вліяніе на организмъ. Появленіе окиси углерода въ большомъ количествѣ замѣчается также послѣ

взрыва рудничнаго газа (какъ продуктъ не полнаго горѣнія, что можетъ имѣть мѣсто при извѣстной пропорціи смѣшенія рудничнаго газа съ атмосфернымъ воздухомъ). Пламя лампы слабое, колеблющееся; но лампа не тухнетъ при маломъ количествѣ, которое одного человѣка убиваетъ; на это обстоятельство слѣдуетъ обратить вниманіе, чтобы не впасть въ заблужденіе относительно присутствія окиси углерода.

4) **Сѣрнистый водородъ**, — удѣльный вѣсъ 1,19, очень ядовитъ, въ воздухѣ съ содержаніемъ $^1/_{800}$ части собака задыхается. Сѣрнистый водородъ является продуктомъ гніенія различныхъ органическихъ тѣлъ и окисленія неорганическихъ, напр. сѣрныхъ колчедановъ. Въ рудникахъ сѣрнистый водородъ образуется обыкновенно въ маломъ количествѣ и занимаетъ нижніе горизонты.

5) **Рудничный газъ** (grisou, Grubengas), составъ: 4 объема водорода и 1 объемъ углерода; удѣльный вѣсъ 0,555, а потому преимущественно скопляется въ верхнихъ горизонтахъ выработокъ. Смѣсь рудничнаго газа съ атмосфернымъ воздухомъ въ извѣстной пропорціи даетъ, такъ называемый, *гремучій воздухъ*. Рудничный газъ не поглощается какими либо другими тѣлами, а потому устраненіе его изъ выработокъ возможно достигнуть только провѣриваніемъ.

Рудничный газъ встрѣчаютъ иногда въ рудникахъ каменной соли, но обыкновенно въ каменноугольныхъ копяхъ. Происхожденіе рудничнаго газа точно необъяснено. Повидимому присутствіе рудничнаго газа не обусловливается свойствами каменныхъ углей: его встрѣчаютъ въ жирныхъ и сухихъ углѣхъ, а также въ антрацитѣ (Америка); въ жирныхъ углѣхъ въ особенности. На нахожденіе этого газа существенно вліяетъ характеръ мѣсторожденія: чѣмъ болѣе трещинъ въ породахъ висячаго бока, тѣмъ будетъ менѣе рудничнаго газа въ выработкахъ, и обратно. Рудничный газъ заключается въ трещинахъ и пустотахъ подъ сильнымъ давленіемъ и выдѣляется изъ нихъ *постепенно* съ шумомъ, который сравниваютъ съ кипѣніемъ или съ шумомъ, который производитъ дождь. Иногда же рудничный газъ выдѣляется изъ пустотъ *внезапно*, въ большомъ количествѣ, разрывая тонкія стѣнки, которыя образовались вслѣдствіе подхода выработокъ къ пустотамъ. Давленіе, подъ которымъ находится рудничный газъ въ трещинахъ, порахъ угля и пр., опредѣляютъ въ 3 — 4 атмосферы. Вслѣдствіе такого высокаго давленія рудничный газъ проникаетъ по трещинамъ въ окружающія породы, и его дѣйствительно встрѣчаютъ при проводѣ шахтъ, квершлаговъ и т. п.

Выдѣленіе рудничнаго газа замѣчается въ тѣмъ большей степени, чѣмъ быстрѣе подвигаются забои, такъ что *количество выдѣляющагося рудничнаго газа будетъ пропорціонально не развитію подготовительныхъ работъ, а скорости подвиганія плоскостей забоевъ и ихъ величинѣ, т. е. производительности рудника.*

Явленія, которыя замѣчаются въ лампѣ при различномъ содержаніи въ воздухѣ рудничнаго газа, расположены въ ниже слѣдующей таблицѣ:

Содержаніе рудничнаго газа въ воздухѣ.	ЗАМѢЧАЕМЫЯ ЯВЛЕНІЯ
Болѣе $^1/_{30}$ . .	Въ пламени лампы не замѣчается измѣненія, воспламененія не происходитъ.
$^1/_{30}$ — $^1/_{15}$ . .	Блѣдно синее, болѣе или менѣе широкое кольцо вокругъ пламени лампы или только конусъ надъ пламенемъ.
$^1/_{14}$	Начало воспламененія газа.
менѣе $^1/_{14}$ . . .	Въ началѣ воспламененія безъ взрыва, но по мѣрѣ увеличиванія содержанія газа является взрывъ, сила котораго увеличивается съ возрастаніемъ количества газа въ смѣси.
$^1/_8$	Взрывъ достигаетъ maximum своей силы.
$^1/_8$ — $^1/_3$ . . .	Сила взрыва уменьшается.
$^1/_3$ — $^1/_2$ . . .	Простое воспламененіе.
менѣе $^1/_2$ . . .	Воспламененія не происходитъ, лампа тухнетъ.

Извѣстно нѣсколько приборовъ, которые служатъ указателями появленію рудничнаго газа въ воздухѣ, а слѣдовательно до извѣстной степени предупреждаютъ несчастія. Эти приборы называются *индикаторами рудничнаго газа* (indicateur de grisou); укажемъ на приборъ Mennier, также Ansell'a, основанныхъ на явленіи диффузіи газовъ. Самымъ совершеннымъ приборомъ для опредѣленія количества рудничнаго газа считаютъ гризуметръ Coquillon'a; этимъ приборомъ опредѣленіе дѣлается совершенно точно эудіометрическимъ путемъ. Пламя лампы служитъ также индикаторомъ. Пламя нѣсколько удлиняется и принимаетъ по краямъ синій цвѣтъ — смѣсь еще не воспламѣняется, не опасна; при бѣломъ пламени, если замѣчаются вспышки въ лампѣ, то слѣдуетъ потушить лампу, ибо уже представляется нѣкоторая опасность. Если вспышки гасятъ лампу — рабочіе немедленно должны спасаться.

Продукты взрыва суть углекислота и вода [1]); является избытокъ азота, температура понижается. Въ такой атмосферѣ человѣкъ задыхается.

Состояніе барометра и термометра имѣетъ связь съ появленіемъ рудничнаго газа въ большомъ или меньшемъ количествѣ, какъ показываютъ изслѣдованія Skott'a, Galloway и др. При пониженіи барометра — рудничный газъ выдѣляется въ большемъ количествѣ, и обратно. При повышеніи термометра — усиливается выдѣленіе рудничнаго газа. Наблюденія на англій-

[1]) Реакція: $CH^4 + 4O = CO^2 + 2H^2O$.

сихъ рудникахъ показываютъ, что изъ 233 случаевъ взрыва въ 1872 году 58% предшествовало пониженіе барометра и 17% повышеніе температуры. Статистика и другихъ годовъ даетъ цифры близкія къ вышеприведеннымъ.

6) **Каменноугольная пыль.** Нѣкоторые сорта угля при добычѣ даютъ обильное количество чрезвычайно тонкой пыли, плавающей въ воздухѣ и осѣдающей на стѣнкахъ выработокъ. Эта пыль вредно дѣйствуетъ на рабочихъ, причиняя болѣзнь называемую *phthisis melanotica*. Съ другой стороны, тонкая каменноугольная пыль можетъ воспламеняться въ воздухѣ и, по мнѣнію нѣкоторыхъ, — со взрывомъ [1]). Другіе напротивъ полагаютъ, что пыль не можетъ дать взрыва, но только усилитъ взрывъ рудничнаго газа.

[265.] **Вліяніе испорченнаго рудничнаго воздуха на производительность рабочаго** было замѣчено многими инженерами. Такъ Hesquet наблюдалъ: уменьшеніе производительности откатчика на 12% по штреку, по которому направлялся испорченный воздухъ изъ рудника. Simony полагаетъ, что производительность рабочаго увеличивается на 20% при хорошей вентиляціи.

[266.] **Количество чистаго воздуха**, которое необходимо доставлять въ выработки, зависитъ отъ числа рабочихъ, лампъ, лошадей, развитія порохострѣльныхъ работъ, количества отдѣляющагося рудничнаго газа и проч. Практическія данныя въ этомъ отношеніи чрезвычайно рознятся между собою. Нѣкоторые авторы полагаютъ слѣдующее количество чистаго воздуха, потребнаго въ 8 часов. смѣну:

Для человѣка (въ спокойномъ состояніи). .	200	куб. футъ minimum
„ лошади	800	„ „
„ 1 фунт. пороху	1700	„ „
„ 1 лампы	76—200	„ „

Иногда эти цифры удваиваютъ и утраиваютъ [2]).

По другимъ даннымъ, должно доставлять воздуха:

На рабочаго въ рудникѣ	0,53	куб. фут. въ 1 секунду.
„ лошадь	2,12	„ „ „ „ „
„ лампу	0,003	„ „ „ „ „
„ 1 фунт. пороху, сожигаемаго въ 8 час. смѣну	0,14	„ „ „ „ „

---

[1]) Основаніемъ такому мнѣнію послужилъ случай бывшій на одномъ рудникѣ во Франціи. Во время 22 дѣтнихъ работъ не замѣчено было присутствія рудничнаго газа; такъ что происшедшій взрывъ въ рудникѣ нѣкоторые склонны объяснять каменноугольною пылью, въ изобиліи находившуюся въ выработкахъ.

[2]) Замѣтимъ здѣсь, что по Дюма для дыханія человѣка потребно въ часъ minimum 12 куб. ф. воздуха, по Вейсбаху—16. Принявъ въ соображеніе накожныя выдѣленія и пр., въ часъ человѣкомъ портится воздуха 287 куб. ф., а въ секунду около 0,08 к. ф.

Въ Англіи на 1 рабочаго въ рудникѣ доставляютъ въ секунду отъ 1,66 — 2,5 куб. фут. (здѣсь уже принято въ соображеніе лошади, лампы и пр.).

Въ Бельгіи разсчитываютъ на 1 рабочаго въ рудникѣ (съ рудничнымъ газомъ) въ секунду отъ 1 до 2 куб. фут.

Въ С. Америкѣ горные законы предписываютъ доставлять въ секунду воздуха на 1 рабочаго отъ 1 до 2 куб. фут.

Въ Германіи полагаютъ на 1 рабочаго въ секунду 5,2 куб. фут. (принимая въ разсчетъ лошадей, лампы и пр.).

Въ Австріи законъ обязываетъ доставлять въ выработки въ 1 секунду на 1 человѣка около 3 куб. фут. воздуха.

Среднимъ числомъ можно принять, что рудникъ будетъ очень въ хорошихъ условіяхъ вентиляціи, если на 1 рабочаго будетъ доставляться въ секунду до 3 куб. фут. воздуха. Если же рудничнаго газа нѣтъ, то достаточно 1—$1\frac{1}{2}$ куб. фут., считая здѣсь лампы, лошадей и пр.

Въ самомъ дѣлѣ, по Морену, на 1 рабочаго въ мастерскихъ *нездоровыхъ* должно быть доставляемо только 0,95 куб. фут. воздуха, а въ казармахъ около 0,3 куб. ф. въ секунду. Температура воздуха не должна быть выше 19° *C.*

Укажемъ еще на одно практическое правило для опредѣленія количества воздуха, потребнаго для даннаго каменноугольнаго рудника. Это правило выражается формулой: $q = 1{,}75$ P до 3,5 P; здѣсь q — количество воздуха въ куб. футахъ въ секунду и P число тоннъ каменнаго угля, добываемаго въ день. Другіе предлагаютъ разсчитывать на каждые 1000 пудъ добываемаго угля 20 куб. ф. воздуха въ 1″; но эта цифра понижается до 7,5 куб. ф. и повышается до 40. Если въ рудникѣ нѣтъ рудничнаго газа, то количество это можетъ быть значительно уменьшено.

Для Вестфальскихъ рудниковъ имѣемъ слѣдующія данныя, относящіяся до вентиляціи. Числа представляютъ среднія значенія, выведенныя изъ 35 случаевъ.

Объемъ, доставляемаго воздуха въ 1 мин.....	16182 куб. ф.
Производительность 1-го рудника въ день.....	443 тонн.
Число рабочихъ въ смѣнѣ.....	267 „
Объемъ воздуха на 1 тон. добываемаго угля.....	36,5 куб. ф.
Объемъ воздуха доставляемаго въ 1 секунду на 1 рабоч..	1 „ „

Опытъ показываетъ, что изъ всего количества воздуха, доставляемаго въ рудникъ, забои получаютъ только 20%.

a. Естественная вентиляція.

[267.] Если представимъ себѣ двѣ шахты, соединенныя системой подземныхъ выработокъ и если допустимъ, что вентиляція уже существуетъ въ какомъ либо направленіи, то это движеніе воздуха будетъ зависѣть отъ разности давленій надъ устьями шахтъ или отъ разности температуръ, или плотности воздуха въ шахтахъ. Плотность воздуха въ какомъ либо пунктѣ выработокъ будетъ зависить отъ его температуры, состава и атмосфернаго давленія. Углубляясь шахтой, на опредѣленной глубинѣ, зависящей отъ мѣста, качества породъ и пр., встрѣчаемъ *постоянную температуру*, различную для разныхъ мѣстностей и равную средней температурѣ мѣста. Приблизительно эта постоянная температура встрѣчается на глубинѣ около 15 саженъ. Далѣе на каждые 100 фут. углубленія температура возрастаетъ на 1° С. Разстоянія, черезъ которыя возрастаетъ температура на 1° С, строго говоря, не остаются постоянными, а возрастаютъ съ глубиной и вообще различны [1]).

Струя воздуха, приходя въ соприкосновеніе со стѣнками выработокъ, принимаетъ ихъ температуру и даже большую, вслѣдствіе присутствія рабочихъ, лошадей, лампъ и пр. [2]) Вслѣдствіе этого температура рудничнаго воздуха зимою превосходитъ температуру наружнаго воздуха; лѣтомъ же температура въ выработкахъ можетъ быть больше или меньше температуры наружнаго воздуха, смотря потому днемъ или ночью будемъ производить наблюденія. Во всякомъ случаѣ абсолютная разность температуръ лѣтомъ будетъ менѣе, нежели зимою, вслѣдствіе этого лѣтомъ провѣтриваніе менѣе дѣятельно.

Ниже приводимъ таблицу, показывающую среднія температуры мѣстъ, вблизи которыхъ расположены рудники. Эти данныя позволяютъ сдѣлать приблизительные разсчеты относительно силы естественной вентиляціи въ данномъ рудникѣ въ различное время года.

---

[1]) Благодаря вентиляціи температура въ шахтахъ возрастаетъ на 1,3° С. черезъ 100 метровъ, а въ буровыхъ скважинахъ на 4° С. черезъ 100 метровъ.

[2]) Воздухъ усваиваетъ температуру стѣнокъ шахты весьма быстро. Опытъ показываетъ, что воздухъ входя въ шахту съ температурой—9° С., на глубинѣ около 100 саженъ уже показываетъ температуру 8°,5.

Метеорологич. станціи.	Среднія мѣсячныя температуры по С.												Годичная по С.		
	Янв.	Февр.	Март.	Апр.	Май	Іюнь	Іюль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябр.	Дек.	Средн.	Мах.	Мін.
Екатеринбургъ	—10,3	— 9,4	— 9,7	0,6	6,5	13,6	17,3	14,6	7,7	1,8	4,2	— 4,5	3,1	29	—33,7
Нерчинскъ	—30,6	—23,6	— 9,8	0,9	9,0	13,6	17,9	16,0	8,5	— 0,5	—15,0	—26,4	— 3,3	35,2	—43,1
Барнаулъ	—20,1	—19,6	— 6,8	— 0,8	11,8	20,5	20,0	18,0	13,3	3,2	— 8,3	—27,2	0,3	33,7	—51,9
Златоустъ	—15,4	—17,1	— 4,0	— 0,6	8,4	13,8	19,0	14,6	7,6	1,1	— 5,4	—17,9	0,3	29,3	—42,6
Богословскъ	—16,2	—18,7	— 7,8	— 2,1	7,0	15,9	18,9	15,4	6,7	0,9	— 2,8	—15,7	0,1	34,3	—44,0
Луганскій зав.	— 7,7	— 8,6	3,2	10,2	15,4	19,3	22,8	20,8	14,1	6,6	2,6	— 5,7	7,7	33,3	—28,5
Сазанръ	—18,9	—16,9	— 6,4	— 1,5	9,1	18,8	18,2	16,5	11,7	2,8	— 8,3	—26,6	— 0,1	31,8	—48,1
Нижне-Тагильскъ	—15,6	—16,8	— 4,0	0,4	8,7	15,9	20,2	15,9	8,4	1,7	— 2,2	—16,5	1,3	34,4	—39,4
Гора Благодать	—16,3	—18,0	— 6,0	— 0,9	7,1	14,9	19,4	14,8	6,7	0,2	— 3,8	—15,4	0,2	—	—
Кіевъ	— 7,9	— 5,1	— 0,9	5,9	14,8	18,5	19,4	19,0	10,8	5,2	2,8	— 4,6	6,5	30,1	—25,0
Пятигорскъ	— 3,1	— 4,5	7,2	10,8	14,7	19,2	22,2	21,4	16,1	9,8	4,3	— 2,7	9,6	33,4	—18,9
Томскъ	—21,7	—19,8	— 6,9	— 2,3	8,0	19,6	18,3	17,1	11,2	3,1	— 6,0	—27,3	— 0,6	33,3	—51,2
Енисейскъ	—24,5	—19,9	— 7,7	— 2,5	8,9	21,2	18,9	17,6	10,3	1,5	— 7,4	—27,6	— 1,0	35,6	—50,7
Иркутскъ	—22,8	—20,7	— 8,2	1,6	9,8	19,5	18,8	18,5	10,9	1,1	— 9,1	—21,9	— 0,2	32,4	—40,5

[268.] **1-й случай. Рудникъ открытъ штольной a и шахтой b,** (фиг. 1, табл. 40). Положимъ, что температура наружнаго воздуха t, а средняя температура въ рудникѣ t_1; при этомъ допустимъ, что $t_1 > t$. Высота столба атмосфернаго воздуха H фут. надъ устьемъ штольны получитъ приращеніе h', если приведемъ температуру его t къ t_1; h' опредѣляется изъ у—нія (1) въ футахъ воздушнаго столба, температура котораго t_1:

$$h' = H\alpha \frac{t_1 - t}{1 + \alpha t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

здѣсь $\alpha = 0{,}003665$.

Подъ вліяніемъ этого избытка давленія будетъ происходить движеніе воздуха въ рудникѣ по направленію, показанному стрѣлками. Будемъ называть высоту h—*движущей высотой* воздушнаго столба. Принявъ въ соображеніе вредныя сопротивленія, будемъ имѣть слѣдующія у—нія, которыя въ соединеніи съ (1) рѣшаютъ всѣ вопросы, входящія въ кругъ естественной вентиляціи:

$$Q = \sqrt{h \frac{A^3}{k\delta LP}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

или

$$V = \sqrt{h \frac{A}{k\delta LP}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

а также:

$$h = k\delta \frac{LP}{A} \cdot \frac{Q^2}{H^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

или

$$h = k\delta \frac{LP}{A} V^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

Имѣемъ еще, что

$$Q = V A \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Въ этихъ формулахъ:

h = сопротивленіе движенію струи, выраженное въ дюймахъ водянаго столба. Чтобы h выразить въ дюймахъ воздушнаго столба, надо помножить на 770.

$= 0{,}000078$ постоянный коэффиціентъ.

L = общая длина выработокъ, по которымъ проходитъ струя воздуха въ футахъ [1]).

A = площадь поперечнаго сѣченія выработокъ, предполагая ее равную для всѣхъ выработокъ, въ квадратныхъ футахъ.

---

[1]) Путь этотъ иногда достигаетъ большой длины, напр. въ Англіи доходитъ до 17 и болѣе миль.

P= периметръ поперечнаго сѣченія.
V= скорость движенія воздушной струи въ футахъ въ 1″.
Q= объемъ протекающаго воздуха въ кубическихъ футахъ въ 1″.
δ = плотность воздуха, среднимъ числомъ можно принять = 0,083.

Предъидущія формулы приводятъ къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Объемъ воздуха, протекающаго по выработкѣ, прямо пропорціоналенъ скорости струи и площади поперечнаго сѣченія выработки.

2) Скорость струи прямо пропорціональна корню квадратному изъ разности температуръ воздуха въ выработкахъ и на поверхности (у—нія 1 и 3).

3) Скорость струи прямо пропорціональна корню квадратному изъ высоты столба H воздуха въ шахтѣ или вообще въ выработкѣ съ болѣе высокой температурой (у—нія 1 и 3).

4) Скорость струи прямо пропорціональна корню квадратному изъ площади поперечнаго сѣченія выработки и обратно пропорціональна корню квадратному изъ длины хода и периметра поперечнаго сѣченія.

5) Объемы воздуха, проходящаго по двумъ выработкамъ съ равными площадями поперечнаго сѣченія, при равенствѣ прочихъ условій,—обратно пропорціональны длинѣ периметровъ поперечнаго сѣченія.

Итакъ: 1) формула (1) служитъ для опредѣленія высоты движущаго столба, которымъ располагаетъ данный рудникъ.

2) Формулы (2) и (3) служатъ для опредѣленія скорости или объема воздуха, протекающаго въ рудникъ съ опредѣленными условіями, т. е. при h изъ у—нія (1).

3) Формулы (4) или (5) служатъ для опредѣленія высоты движущаго воздушнаго столба, которымъ необходимо располагать для того, чтобы доставить въ рудникъ требуемый объемъ воздуха Q.

Опредѣливъ h изъ у—нія (4 или 5), смотрятъ, соотвѣтствуетъ ли оно численному значенію h, полученному изъ у—нія (1) и переведенному на дюймы водянаго манометра; если оно болѣе, то разность должна быть дополнена искуственно (искуственная вентиляція), напр. нагрѣваніемъ воздуха печами.

Примѣчаніе. Отношеніе $\frac{Q^2}{h}$ называютъ *темпераментомъ рудника*, численное его значеніе характеризуетъ степень вентиляціи рудника. Гюбаль предложилъ остроумный приборъ для измѣренія этого темперамента непосредственно; но приборъ не получилъ общаго употребленія на рудникахъ.

[**269.**] Формулы (2, 3, 4 и 5) составлены въ предположеніи, что выработки по всей длинѣ своей L (путь, проходимый воздушной струей) имѣютъ равные P и A. Если положимъ, что часть выработокъ (въ общей длинѣ L) по длинѣ l имѣетъ размѣры A и P, вторая часть будетъ l_1 P_1 A_1, то вмѣ-

сто выработки второй (l_1 P_1 A_1) можно подставить для разсчета другую выработку *съ эквивалентной длиною*, которая будетъ, положимъ, l_0, а другіе размѣры — P и A. Длина l_0 опредѣляется изъ у—нія:

$$l_0 = \frac{A^3}{P}\left(\frac{L_1 P_1}{A_1^3}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Эта эквивалентная выработка будетъ представлять такое-же сопротивленіе движенію воздуха, какъ и выработка вторая (l_1 P_1 A_1). Слѣдовательно, въ формулы (2, 3, 4 и 5) вмѣсто L слѣдуетъ въ частномъ случаѣ вставить $l+l_0$. Приблизительно можно взять среднія значенія P и A для всѣхъ ходовъ, общая длина которыхъ L. Предположимъ, что путь струи идетъ по нѣсколькимъ выработкамъ съ разными размѣрами, напр. (l P A), (l_1 P_1 A_1), (l_2 P_2 A_2) и т. д.; принявъ какую либо за типъ, напр. (l P A), вмѣсто 2-ой и 3-ей выработокъ находимъ эквивалентныя выработки, которыхъ периметръ и площадь сѣченія будутъ P и A, а длины — l', l'' и т. д., — опредѣленныя по формулѣ (7). Слѣдовательно вмѣсто L въ у—ніе (6) вставимъ сумму: $l+l'+l''+\ldots\ldots\ldots$

Положимъ, что струя, пройдя по квершлагу до основнаго штрека, раздѣляется на двѣ равныя части (случай, встрѣчаемый очень часто) и идетъ по штрекамъ съ размѣрами l_1 P_1 A_1 и l_2 P_2 A_2; далѣе опять соединяется передъ выходомъ изъ рудника въ одну общую струю въ выработкѣ (l_0 P_0 A_0), то сопротивленіе движенію струи до раздѣленія будетъ изъ у—нія (4):

$$h' = k\frac{LP}{A}\cdot\frac{Q^2}{A^2}$$

Далѣе, для каждой части струи (при раздѣленіи по штрекамъ):

$$h_1 = k\frac{L_1 P_1}{A_1}\cdot\frac{Q^2}{4A_1^2}$$

$$h_2 = k\frac{L_2 P_1}{A_2}\cdot\frac{Q^2}{4A_2^2}$$

и наконецъ для одной общей струи передъ выходами изъ рудника:

$$h_0 = k\frac{L_0 P_0}{A_0}\cdot\frac{Q^2}{A_0^2}$$

Полное же сопротивленіе будетъ

$$h = h' + h_1 + h_2 + h_0$$

Еслибы вмѣсто того, чтобы раздѣлить струю на двѣ части, раздѣлили-бы ее на 4, то имѣли-бы соотвѣтственно $\frac{Q^2}{16A_1^2}$, $\frac{Q^2}{16A_2^2}$ и т. д. Такимъ

образомъ можно вести разсчетъ и въ томъ случаѣ, если струя раздѣляется и не на равныя части.

Численныя значенія коеффиціентовъ k и x должны быть приняты, какъ средніе для цѣлой системы выработокъ, для полнаго рудника; въ частномъ же случаѣ для отдѣльныхъ выработокъ, напр. крѣпленныхъ кирпичемъ, онѣ могутъ нѣсколько понизиться.

Опредѣливъ по формулѣ (4) требуемую движущую высоту воздушнаго столба, слѣдуетъ ее увеличить на всякій случай, умноживъ на 1,25—1,75, вслѣдствіе различныхъ сопротивленій, не вошедшихъ въ формулу, напр. при прохожденіи струи черезъ отверстія въ воздушныхъ переборкахъ, дверяхъ, по закладкѣ, по трубамъ и пр.

Разсмотримъ нѣкоторые другіе случаи естественной вентиляціи.

[270.] **2-й случай. Если устья шахтъ** a и b (фиг. 2) **расположены на одномъ горизонтѣ**, то теоретически нѣтъ причинъ для возбужденія вентиляціи. На самомъ же дѣлѣ, если въ шахтѣ a расположены насосы, (обстоятельство благопріятное нисходящему движенію струи воздуха), а шахта b будетъ служить для прохода рабочихъ, то въ послѣдней температура будетъ выше, нежели въ шахтѣ a; а слѣдовательно движеніе струи будетъ соотвѣтствовать направленію стрѣлокъ. Всѣ формулы, приведенныя выше, будутъ относиться равнымъ образомъ и до разсматриваемаго случая. Къ этому случаю можно также приравнять и расположеніе, представленное на фиг. 3. Здѣсь въ части $b\ d\ c$, температура будетъ выше, нежели въ $a\ c$, ибо въ участкѣ $c\ d$ находятся рабочіе, лошади, производится порохострѣльная работа и т. п.

[271.] **3-й случай. Если устья шахтъ находятся на разныхъ горизонтахъ** (фиг. 4),—то, предположивъ даже, что въ шахтахъ $a\ c$ и $b\ d$ температура одинакова и равна t_1; а температура наружнаго воздуха $t < t_1$, получимъ два воздушныхъ столба $n\ a$ и $b\ m$, представляющихъ первый разсмотрѣнный нами случай и всѣ вышеприведенныя формулы будутъ приложимы и здѣсь. H въ общихъ у—ніяхъ будетъ означать въ данномъ случаѣ разность горизонтовъ устьевъ шахтъ. Движеніе струи зимою, при $t_1 > t$, будетъ соотвѣтствовать направленію стрѣлокъ; а лѣтомъ, когда $t_1 < t$,—направленіе теченія будетъ обратное. Опытъ показываетъ, что располагая разностью *(II)* горизонтовъ устьевъ шахтъ въ 15 саженъ, можно разсчитывать на удовлетворительное провѣтриваніе рудника, глубина шахтъ котораго около 100 саж., а длина ходовъ около 500 саженъ.

Если мѣстныя условія не даютъ необходимой разности горизонтовъ и вообще естественное провѣтриваніе происходитъ слабо, то надъ вытяжною шахтою возводятъ трубу, примѣрно до 10 саж. вышины.

[272.] **4-й случай. При проводѣ штоленъ**, чтобы воспользоваться естественною вентиляціею,—прибѣгаютъ къ переборкамъ $i\ i$ (фиг. 5). Если высота луфт-

лоха недостаточна, то его наращиваютъ трубой (около 5 саж.); при отсутствіи луфтлоха, трубу ставятъ у устья штольны. Переборку можно расположить и подъ потолкомъ штольны, начиная отъ луфтлоха до забоя.

[273.] **5-й случай. При углубленіи шахтъ** до 30°— 40 саж., не требуется обыкновенно особыхъ приспособленій для вентилированія. При большей глубинѣ — шахта должна имѣть переборку i и трубу h (фиг. 6).

На Ньюкестельскихъ каменноугольныхъ рудникахъ, когда они еще не получили настоящаго развитія, для усиленія естественной вентиляціи примѣняли устройство (фиг. 7), которое давало относительно хорошіе результаты. Воздушную шахту раздѣляли на двѣ части переборкой. Надъ отдѣленіемъ a (down-cast) и b (up-cast) ставили трубы (60 фут. высотой) съ флюгерами, дѣйствіе которыхъ не требуетъ полсненій.

Для возбужденія прекратившейся естественной тяги, прибѣгаютъ къ различнымъ средствамъ: опускаютъ въ шахту желѣзную корзинку съ горящимъ коксомъ, или ставятъ желѣзную печь у рудничнаго двора; опускаютъ медленно и поднимаютъ быстро клѣть или бадью въ воздушной шахтѣ, или впускаютъ струю воды въ шахту, по которой воздухъ входитъ въ рудникъ, поливаютъ бока шахты водой и пр.

Искуственная вентиляція.

[274.] Такъ какъ естественная вентиляція зависитъ отъ времени года, отъ температуры наружнаго воздуха, то она и отличается непостоянствомъ, какъ силы такъ и направленія теченія воздушной струи, а потому можетъ быть примѣнена только для малыхъ рудниковъ. Для болѣе совершеннаго и постояннаго провѣтриванія слѣдуетъ прибѣгать къ искуственной вентиляціи, которая можетъ производиться воздушными печами, вентиляторами и пр. Здѣсь мы остановимся только на воздушныхъ печахъ, о вентиляторахъ и другихъ механическихъ устройствахъ см. въ Томѣ I. Справоч. книги.

[275.] **Внутреннія воздушныя печи.** Возьмемъ болѣе общій случай: положимъ, имѣемъ шахты a и b (фиг. 8), устья коихъ расположены на разныхъ горизонтахъ. Шахты соединены системой выработокъ cd. Въ пунктѣ f устроена печь, изъ которой продукты горѣнія уходятъ по каналу c въ шахту. Часть воздуха изъ выработокъ проходитъ черезъ колосники и питаетъ печь, а другая часть можетъ идти по fd въ шахту db, или весь рудничный воздухъ проходитъ черезъ печь; такъ или иначе, но это обстоятельно не имѣетъ особеннаго вліянія на вентиляцію. Слѣдовательно, въ шахтѣ b воздухъ будетъ нагрѣтъ до температуры вообще высшей, нежели въ шахтѣ a. Положимъ, что температура наружнаго воздуха будетъ t, средняя температура въ шахтѣ a и вообще въ рудникѣ будетъ t_1, температура нагрѣтаго воздуха въ шахтѣ b пусть будетъ t_2. Разности высотъ горизон-

товъ обозначены на чертежѣ. Высота движущаго столба воздуха (при температурѣ t_2) надъ шахтой a выразится съ достаточнымъ приближеніемъ, въ футахъ воздушнаго столба:

$$h' = \frac{a(t_2 - t_1)}{1 + \alpha t_1} h_1 = \frac{a(t_2 - t)}{1 + \alpha t} h_0 \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Выше мы имѣли у-нія:

$$h = k\delta \frac{LP}{A} \cdot \frac{Q^2}{A^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (a)$$

и

$$Q = \sqrt{h \frac{A^3}{k\delta LP}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (b)$$

По у — нію *(b)* опредѣляемъ объемъ, если h', а слѣдовательно и h, дано [1]) изъ у — нія (8); обратно — по формулѣ *(a)* опредѣляемъ h для данныхъ Q, L, P и A; затѣмъ переведя h на h' и вставивъ въ у — ніе (8), опредѣляемъ температуру t_2, до которой долженъ быть нагрѣтъ воздухъ въ воздушной шахтѣ b. Если шахты имѣютъ устья, расположенныя на одномъ горизонтѣ, то въ у — ніи (8) надо полижить $h_0 = o$.

Количество R горячаго, которое потребно израсходовать въ печи для доставленія объема воздуха Q, будетъ

$$R = 0{,}0215\, Q \frac{t_2 - t_1}{u} \text{ въ фунтахъ.}$$

Здѣсь u — теплопроизводительная способность горючаго.

Или точнѣе

$$R = Q\delta \frac{t_2 - t_1}{4u} \text{ фунт} \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

[**276.**] Подставивъ въ у — ніе *(b)* вмѣсто h соотвѣтствующую величину изъ у — нія (8), въ которомъ положимъ $h = o$, то получимъ выраженіе, которое покажетъ, что чѣмъ глубже въ шахтѣ будетъ помѣщена воздушная печь, тѣмъ выгоднѣе. Но однако эта выгода медленнѣе возростаетъ, нежели глубина, на которой помѣщена печь. Слѣдующая таблица показываетъ пропорціональное возростаніе скорости теченія воздушной струи, или увеличеніе объема воздуха при возростаніи глубины, на которой поставлена печь.

Возростающая глубина, на которой установлена печь	100	150	200	300
Скорость или объемъ воздуха будутъ соотвѣтственно пропорціональны числамъ	10	12,2	14,1	17,2

[1]) h' — въ футахъ воздушнаго столба должно быть переведено въ h, выраженное въ дюймахъ водянаго манометра.

И такъ, если глубина увеличится въ два раза, то скорость или объемъ увеличатся только въ 1,22 раза. Если шахту будемъ наращивать трубой, высота которой будетъ 50 фут., то соотвѣтственно будемъ имѣть таблицу:

150	200	250	350
12,2	14,1	15,8	18,7

слѣдовательно, чѣмъ глубже шахта, тѣмъ менѣе приноситъ пользы высота трубы.

Q, а слѣдовательно и V, пропорціонально $\sqrt{t_2 - t_1}$, такъ что напр. при $t_2 - t_1 = 20$, $\sqrt{t_2 - t_1} = 4{,}5$, а при $t_2 - t_1 = 90$, $\sqrt{t_2 - t_1} = 9{,}5$, слѣдовательно скорость или объемъ увеличится только въ отношеніи $\frac{9{,}5}{4{,}5} = 2$, хотя разность температуръ увеличилась въ отношеніи $\frac{90}{20} = 4{,}5$. Количество же горючаго увеличивается еще быстрѣе, ибо R пропорціонально $Q(t_2 - t_1)$, такъ что для перваго случая будемъ имѣть $4{,}5 \times 20 = 90$, а для второго $9{,}5 \times 90 = 855$; слѣдовательно, чтобы увеличить разность температуръ съ 20° на 90°, т. е. въ $4\frac{1}{2}$ раза, надо увеличить расходъ горючаго въ $\frac{855}{90} = 9{,}5$ разъ. Эти замѣчанія надо имѣть въ виду, ибо иногда можетъ оказаться значительно выгоднѣе вмѣсто увеличенія температуры нагрѣва, влекущаго за собою слишкомъ быстрое возрастаніе расхода горючаго, — прибѣгнуть къ вентилятору.

Слѣдующая таблица даетъ рядъ цифръ, подтверждающихъ послѣднія разсужденія.

$t_2 - t_1$	Отношенія послѣдующихъ разностей температуры.	Q	R	$\frac{Q}{R}$
5°	1	1	1	1
20	4	2	8	$\frac{1}{4}$
45	9	3	27	$\frac{1}{9}$
80	16	4	64	$\frac{1}{16}$
125	25	5	125	$\frac{1}{25}$

Таблица показываетъ, что, увеличивъ разность температуръ напр. въ 25 разъ (съ 5° на 125°), Q увеличится только въ 5 разъ, расходъ топлива увеличится въ 125 разъ, а количество воздуха, доставляемаго единицей вѣса горючаго, *уменьшится* въ 25 разъ.

Обыкновенно достаточно бываетъ возвысить температуру воздуха на $10° — 20°$ C, т. е. $t_2 — t_1 = 10$ до $20°$, такъ что нагрѣтый воздухъ въ вытяжной шахтѣ будетъ имѣть температуру $40 — 45°$ C. При температурѣ до $40°$ C, не болѣе, въ шахтѣ могутъ быть совершенно удобно помѣщены подъемныя устройства. Иногда доводятъ температуру до $82°$ C и болѣе.

[277.] **Устройство печей.** Внутреннія воздушныя печи помѣщаютъ около воздушныхъ шахтъ въ штрекахъ (фиг. 10, табл. 41) или въ особыхъ камерахъ, какъ на фиг. 9.

Для предупрежденія пожара, если печь расположена въ пластѣ каменнаго угля, необходимо ее помѣстить въ особой камерѣ, закрѣпленной кирпичемъ (фиг. 11), чтобы печь не соприкасалась съ пластомъ.

Печь должна быть разсчитана такимъ образомъ, чтобы дѣйствовала въ направленіи естественной вентиляціи зимою. Печной сводъ долженъ быть возведенъ изъ огнепостояннаго кирпича. Разстояніе отъ почвы до колосниковъ 3 — 4 фут., разстояніе отъ почвы до свода 5 — 7 футъ. Длина колосниковой рѣшетки 6 — 9 футъ, ширина колосниковой рѣшетки не болѣе $6\frac{1}{2}$ фут. Площадь колосниковой рѣшетки составляетъ $\frac{1}{3}$ — 1 площади поперечнаго сѣченія шахты; лучше брать высшій предѣлъ. Печь не должна быть расположена ближе 5 саж. отъ шахты. Если разсчетъ показываетъ, что размѣры колосниковой рѣшетки выходятъ изъ границъ, показанныхъ выше, то строятъ печь съ двумя горнами. Надъ воздушной шахтой возводится труба высотою 5 — 6 саженъ.

Если въ рудникѣ имѣется рудничный газъ, то для питанія печи воздухъ долженъ доставляться чистый, отдѣляя для этого часть струи входящаго въ рудникъ воздуха, или проводя его съ поверхности спеціальными каналами. Продукты изъ печи должны поступать въ шахту послѣ полнаго сгоранія по каналу *e* (фиг. 9), не короче 7 саженъ, или разстояніе между *a* и *b* не должно быть менѣе 7 саж. (фиг. 11). Если рудничнаго газа нѣтъ, то нѣтъ надобности возводить перегородки *c* (фиг. 10); струю рудничнаго воздуха направляютъ по *a i* въ шахту. При рудничномъ газѣ его лучше направить по гезенку *c* и штреку *b*.

[278.] **Производительность печей.** Наблюденія надъ воздушными печами показываютъ, что на 1 фунтъ сжигаемаго угля на колосникахъ въ 24 часа доставляется въ рудникъ чистаго воздуха:

Maximum	20	куб. фут.
Minimum	4	„ „
Среднимъ числомъ	9	„ „

а на каждый фунтъ расходуемаго угля въ минуту, — доставляется въ минуту же воздуха:

Maximum ..... 28800 куб. фут.
Minimum ..... 5760 „ „
Среднимъ числомъ..... 12960 „ „

Такъ напр., если доставляется воздуха въ 1 мин. 50000 к. фут., а расходуется угля въ 24 часа 4000 фунт., то на 1 фунтъ доставляется воздуха въ 1′ около 12,5 куб. ф.; а на 1 фун. сжигаемаго угля въ 1′ доставляется воздуха $\frac{50000}{2,77} = 18,000$ въ 1′, ибо въ 1′ расходуется угля 2,77 фунт.

Нижеслѣдующая таблица представляетъ нѣкоторые частные случаи вентиляціи печами французскихъ и англійскихъ рудниковъ:

Рудникъ.	Діаметръ шахты, по которой воздухъ уходитъ изъ рудника.	Глубина на которой установлена печь.	Объемъ воздуха, доставляемаго въ 1 минуту.	Площадь поперечнаго сѣченія колосниковой рѣшетки.	Расходъ топлива въ 24 часа (камен. уголь).	Добыча каменнаго угля въ день.	На 1 кв. ф. рѣшетки сожигается топлива въ 24 часа.	На 1 ф. топлива, сжигаемаго въ 24 часа, доставляется воздуха въ 1 мин.	Примѣчаніе.
	фут	саж.	куб. ф.	кв. ф.	пуды	тонны	фунт.	куб. ф.	
1	8,85	98	29400	53,7	120	1064	90	6	Рудничн. газа очень мало.
2	11,81	83	69300	»	150	»	»	11,5	Мало.
3	»	»	39900	»	»	640	»	»	Тоже.
4	10	96	23100	»	»	»	»	»	Тоже.
5	8,32	48	67200	»	240	536	»	7	Большое количество рудничнаго газа, 2 паровыхъ котла.
6	10,75	120	182700	50	426	680	317	20	
7	»	»	120000	144	175	»	48	17	
8	»	»	»	100	270	»	108	»	
9	»	»	70000	80	300	»	150	5,8	
10	»	»	80000	36	112	»	125	18,5	
11	»	»	50000	56	100	»	72	12,5	
11	»	»	120000	80	800	»	200	4	
12	3,30	35	18900	42	»	»	»	»	Температ. нагрѣва 35 R°, скорость струи 10 фут.
13	5,25	60	54600	210	»	»	»	»	Скорость струи 10 фут.
14	14	129	184800	214	1176	1120	219	4,2	4 котла.
15	11	150	157200	156	600	1120	153	6,5	2 котла.

Нижеслѣдующая таблица представляетъ примѣры воздушныхъ печей англійскихъ и французскихъ рудниковъ съ показаніемъ температуры нагрѣва воздуха.

	Рудники.										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Глубина, на которой установлена печь въ саженяхъ..	86,5	48,4	98,7	»	81,3	41,4	56,4	75,2	110	147	127
Температура наружнаго воздуха по С.....	2	2	0,5	15	15	17	»	$20^1/_4$	»	»	»
Температура внутри рудника (t).....	$15^1/_2$	$13^1/_4$	18	19	$16^1/_4$	$14^1/_2$	$15^3/_4$	$16^1/_2$	23	28	25
Температура воздуха, выходящаго изъ рудника (t_1)..	30	33	27	$25^3/_4$	27	$22^1/_2$	24	$34^1/_2$	166	111	139
Температура нагрѣва ($t_1 - t$).....	$14^1/_2$	$19^3/_4$	9	$6^3/_4$	$10^3/_4$	8	$8^1/_4$	18	143	83	114
Объемъ воздуха, выходящаго изъ рудника, въ куб. ф. въ 1 секунду.....	227	186	95	129	82	31	—	287	1645	2625	2772
Количество сжигаемаго угля въ 24 часа въ пудахъ (Q)	42	34	28	23	41	25	30	42	504	.06	1176
Количество потребнаго угля теоретически въ пудахъ въ 24 ч. (Q').....	16	22	6	6	6	0,16	2,26	41	606 1035	1704 1086	972 1489
Отношеніе $\frac{Q}{Q_1}$ въ %.....	39	64	21	26	15	0,6	7	97	94	49	69
Площадь поперечнаго сѣченія шахты, по которой поступаетъ чистый воздухъ въ рудникъ, въ кв. ф.....	—	—	—	—	—	—	—	—	115	115	98
Площадь поперечнаго сѣченія шахты, по которой выходитъ изъ рудника воздухъ, въ кв. ф.....	—	—	—	—	—	—	—	—	57	87	146

На рудникахъ *I*, *J* и *K* (англійскіе) расходъ топлива показанъ для каждаго рудника двумя цифрами. Верхнія обозначаютъ расходъ топлива собственно для воздушной печи, а нижнія для котловъ, печи которыхъ введены въ систему вентиляціи. Теоретическій расходъ топлива разсчитанъ по формулѣ, приведенной выше.

Для разсчета печей можно положить, что на 1 кв. ф. площади рѣшетки втягивается воздуха въ рудникъ около 1000 куб. фут. въ 1 минуту и сжигается 100 — 150 фунт. угля въ 24 часа.

Наибольшая скорость струи нагрѣтаго уже воздуха доходитъ до 30 фут. въ 1″; по если шахта назначается для подъема, то только 8 — 10 футъ.

При опредѣленіи площади поперечнаго сѣченія вытяжной шахты по даннымъ скоростямъ и объему воздуха, слѣдуетъ эту площадь увеличить на 25%. Надо принять также въ соображеніе, что если по воздушной шахтѣ

производится и подъемъ въ клѣтяхъ, то эти послѣднія стѣсняютъ движеніе воздуха, это доказывается опытами произведенными на одномъ рудникѣ въ Ланкаширѣ, гдѣ при движеніи клѣтей объемъ проходящаго воздуха уменьшался на 15%.

[279.] **Полезное дѣйствіе воздушныхъ печей** вообще весьма низкое, ибо значительная часть теплоты передается стѣнкамъ шахты и уносится воздухомъ, выходящимъ изъ шахты въ нагрѣтомъ состояніи. При равномъ количествѣ чистаго воздуха, доставляемаго печами и вентиляторами, первыя потребляютъ угля болѣе, нежели вентиляторы.

Если бы въ случаяхъ *I*, *J* и *K*, въ таблицѣ *B*, воздушныя печи замѣнили вентиляторами, то получили бы слѣдующіе сравнительные результаты:

Рудники.	Расходъ топлива въ 24 часа при вентиляціи воздушными печами.			Вентиляторъ.		Разность $a-c$.	Разность $b-c$.
	a собственно воздушною печью.	Котлами.	b расходъ топлива теоретическій.	Сила въ паровыхъ лошадяхъ.	c расходъ топлива въ 24 часа.		
	тонны						
I	8,4	10,1	18,38	31,4	2,26	6,14	15,24
J	8,4	28,4	38,01	100	7,20	1,2	10,81
K	19,6	16,2	24,82	78	5,62	13,98	19,20
	12,12	18,2	20,07	69,8	5,02	7,10	15,05

И такъ, среднимъ числомъ для трехъ частныхъ случаевъ въ сутки передерживается печами, сравнительно съ вентиляторами, 7,10 топ. угля, считая пудъ угля 5 коп., получимъ, что въ годъ излишне расходуется на вентиляцію печами около 6000 руб. Такъ какъ въ разсматриваемыхъ случаяхъ среднимъ числомъ доставляется въ секунду около 722 куб. фут. воздуха, то слѣдовательно, среднимъ числомъ, можно добывать въ сутки 36000 пуд. угля, тогда излишекъ расхода по вентиляціи, считая на 1000 пудовъ, будетъ 61 коп. [1]).

Только при очень глубокихъ шахтахъ (напр. около 300 саж.) печи сравниваются съ вентиляторами, относительно расхода топлива. Съ другой стороны устройство печей обходится чрезвычайно дешево, и не требуется

[1]) Этотъ теоретическій разсчетъ не всегда оправдывается на практикѣ. Какъ увидимъ ниже на Вестфальскихъ рудникахъ при глубокихъ шахтахъ вентиляція печами обходится дешевле вентиляціи машинами.

почти никакого ремонта. Въ Англіи, гдѣ пласты чаще средней мощности, ходы широкіе, количество воздуха, доставляемаго въ рудникъ огромное (иногда до 200 тыс. куб. фут. въ минуту) — почти исключительно примѣняли еще въ недавнее время воздушныя печи. Въ Рурскомъ округѣ также часто вентилируютъ печами; здѣсь изъ 161 случая, въ 106 — вентиляція производится воздушными печами, а въ 55 вентиляторами.

Въ виду уменьшенія расхода топлива въ воздушныхъ печахъ, слѣдуетъ обратить вниманіе на устройство колосниковой рѣшетки. Такъ какъ для печей идетъ мелкій сортъ угля, то совѣтуютъ примѣнять ступеньчатые колосники Лангена; уклонъ рѣшетки около 45°, разстояніе между ступеньками отъ 2 — 3 дюймовъ.

[280.] **Наружныя воздушныя печи** (фиг. 12 и 13, табл. 41), уступаютъ внутреннимъ, ибо здѣсь высота столба нагрѣтаго воздуха мала, равна высотѣ трубы. Фиг. 12 можетъ быть примѣнена для рудника съ небольшимъ количествомъ рудничнаго газа, а фиг. 13—для обыкновенныхъ случаевъ. Печь ставятъ въ разстояніи отъ шахты на 4 саж. и соединяютъ съ шахтой каналомъ c, площадь поперечнаго сѣченія котораго равна площади поперечнаго сѣченія шахты. Площадь сѣченія трубы b должна быть болѣе площади сѣченія шахты на $^1/_4$ — $^1/_8$. Не слѣдуетъ каналъ c соединять только съ горномъ; расположеніе фиг. 13 раціональнѣе для обыкновенныхъ случаевъ практики.

Среднимъ числомъ на 1 фунт. сжигаемаго угля въ 24 часа на колосниковой рѣшеткѣ наружной печи, доставляется воздуха 1,3 куб. фут. Между тѣмъ, какъ среднимъ числомъ для печей внутреннихъ англійскихъ и французскихъ рудниковъ количество доставляемаго воздуха равно 9 куб. ф. т. е. въ 7 разъ больше [1]).

Всѣ разсчеты, приведенные для печей внутреннихъ, въ равной степени относятся и до наружныхъ. При обозначеніи, сдѣланномъ на фиг. 14, будемъ имѣть соотвѣтственно формулѣ (9):

$$h = \alpha h_1 \left(\frac{t_2 - t}{1 + \alpha t}\right) + \alpha h_0 \left(\frac{t_1 - t}{1 + \alpha t}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

Дальнѣйшіе расчеты совершенно совпадаютъ съ прежними.

[281.] **Расходы по вентиляціи воздушными печами** можно опредѣлить расходомъ угля на печь въ процентахъ добываемаго вообще на копи. На англійскихъ копяхъ на каждые 100 пудъ добываемаго угля расходуется для воздушныхъ печей среднимъ числомъ 1 пуд. угля. Къ этому расходу остается

---

[1]) Мнѣніе, однажды высказанное въ Горномъ журналѣ, что наружныя печи даютъ высокое полезное дѣйствіе, слѣдуетъ считать совершенно ошибочнымъ.

только прибавить расходъ на кочегаровъ. На одномъ рудникѣ въ Ю. Россіи расходъ на вентиляцію наружною воздушною печью падалъ на пудъ добываемаго угля ¼ коп. Полагая, что пудъ угля стоитъ 5 коп., расходъ вентиляціи падаетъ около 5% на стоимость добываемаго угля; этотъ расходъ надо считать очень высокимъ: онъ не долженъ превосходить 1,5%.

Ниже приводимъ двѣ таблицы, показывающія расходы на вентиляторы и воздушныя печи. Примѣры взяты изъ Вестфальскихъ рудниковъ.

	Воздушная печь на копи. Hibernia.	Воздушная печь на копи. Shamrock.
Объемъ воздуха, доставляемаго въ 1 мин.	1000 куб. метр.	1450 куб. метр.
Расходъ угля для печей въ недѣлю	50 тон.=420 фр.	125 тон.=750 фр.
2 кочегара, жалованье въ недѣлю.....	187,5 франк.	187,5 франк.
Полный расходъ въ недѣлю	607,50 франк.	937,50 франк.
Полный расходъ въ годъ (здѣсь входитъ расходъ на колосники).....	7500 франк.	11250 франк.

Устройство печей обходится отъ 2000 до 4000 франк. Въ эту сумму не входятъ расходы напр. на устройство камеры для печи, проведеніе спеціальныхъ ходовъ и т. п.

	Вентиляторъ Гибаля.	Вентиляторъ Фабри.
Объемъ воздуха, доставляемаго въ 1 мин.	549,82 куб. метр.	494,4 куб. метр.
Расходъ угля для котловъ въ недѣлю...	110 тон.=825 фр.	50 тон.=450 фр.
2 машиниста, жалованье въ недѣлю.....	187,50 франк.	180 франк.
Ремонтъ въ недѣлю.....	45 франк.	45 франк.
Полный расходъ въ недѣлю	1057,50 франк.	675 франк.
Полный расходъ въ годъ съ погашеніемъ капитала.....	19440 франк.	13725 франк.

Стоимость вентиляторовъ съ движителемъ, установкою и пр. обходится около 45000 франковъ.

Сравнивая данныя двухъ таблицъ, находимъ, что вентиляція печами стоитъ дешевле провѣтриванія вентиляторами. На Вестфальскихъ рудникахъ такой результатъ весьма часто встрѣчаемъ. Здѣсь уголь для печей зацѣниваютъ обыкновенно очень низко.

Направленіе и распредѣленіе струи воздуха по выработкамъ.

Для направленія а также и распредѣленія воздуха по выработкамъ служатъ слѣдующія приспособленія.

[282.] **Воздушныя трубы.** Если требуется доставить чистый воздухъ къ забою *a* штрека (фиг. 15, табл. 42), то приготовляютъ деревянныя, желѣзныя или цинковыя трубы *p*, которыя и устанавливаютъ, какъ показано на чертежѣ. Переборка или двери *f* должны имѣть отверстія съ задвижкой, съ цѣлью регулированія притока воздуха къ *a*, ибо часть струи можетъ прямо черезъ отверстіе въ дверяхъ направляться въ выработку *d*. Труба *p*, если производится порохострѣльная работа, не должна доходить до забоя *a* сажени на 3; но лучше сдѣлать насадку на трубѣ, которая ближе можетъ подходить къ забою на $^1/_4$ — $^1/_2$ его ширины и убирается только во время паленія шуровъ.

Если бы провѣтриваніе забоя *a* оказалось недостаточнымъ, то въ крайнемъ случаѣ въ концѣ *g* трубы ставятъ всасывающій ручной вентиляторъ. Вентиляторъ малыхъ размѣровъ, не болѣе 30″ діаметромъ, вѣситъ около 25 пуд. и можетъ въ 1″ доставить воздуха 0,9 куб. фут.

На фиг. 16 представленъ другой случай примѣненія воздушной трубы *i i*; часть воздуха изъ шахты *a* должна направляться къ забою *b*, другая же часть въ выработки *c c*. Двери *p p* снабжены отверстіями для регулированія притока воздуха.

На фиг. 17 представленъ случай вентилированія забоя *a* квершлага. Изъ шахты *b*, по которой доставляется чистый воздухъ въ рудникъ, по квершлагу *k* проложена труба *i*; чистый воздухъ идетъ по трубѣ, далѣе вентилируетъ забой, возвращается по квершлагу *k* и наконецъ по боковому ходу *c* поступаетъ въ шахту *h*. Вентилированіе забоя *a* установлено совершенно независимо отъ провѣтриванія вообще рудника.

Случай, изображенный на фиг. 15, представляетъ *всасывающую трубу*, а на фиг. 16 — *нагнетательную*. Опыты инженера Hargé, въ Бельгіи, показали, что нагнетательныя трубы выгоднѣе всасывающихъ. Такъ что случай фиг. 15 долженъ быть измѣненъ такъ, какъ на фиг. 15 bis.

Деревянныя трубы дѣлаются квадратнаго поперечнаго сѣченія 12 × 12″, толщина досокъ 1 — $1^1/_4$″; въ фальцы прокладываютъ просмоленный холстъ, законопачиваютъ и смазываютъ смолой. Доски скрѣпляются гвоздями и обру-

чами, звенья соединяются муфтами, т. е. отрѣзками подобныхъ же трубъ съ нѣсколько большими размѣрами.

Трубы укладываются въ штрекѣ, какъ показано на фиг. 18 и 19. Послѣдній случай имѣетъ мѣсто, если по штреку не производится откатка.

Цинковыя воздушныя трубы считаются наилучшими. На Гарцѣ разсчитываютъ, что деревянной трубой можно доставить воздухъ на разстояніе не далѣе 600 саж., въ то время какъ цинковой — на разстояніе 2000 саж. Цинковыя трубы соединяются такимъ образомъ, что конецъ однаго звена трубы плотно входитъ въ расширенный конецъ другаго звена. Соединеніе покрывается замазкой (1 часть извести и $\frac{1}{2}$ части каменноугольной смолы или, еще лучше, составить замазку изъ масла, извести и пеньки). Иногда соединяютъ трубы гуттаперчевыми муфтами. Толщина стѣнокъ трубъ измѣняется съ діаметрами; напр. при діаметрѣ около 6″, толщина стѣнокъ $\frac{1}{16}$″ ($1\frac{2}{3}$ миллиметра). Въ ходахъ трубы располагаются, какъ на фиг. 20. Трубы изъ цинковаго желѣза соединяются въ стыкахъ, какъ показано на фигурѣ 20 bis: *a a* кольца, приклепанныя къ трубамъ, *b* — гуттаперчевое кольцо. Продольное соединеніе листовъ для трубъ показано на фиг. 20 *b*, здѣсь *a* — пеньков. шнуръ; замокъ весь покрывается замазкой. Труба діаметромъ въ $6\frac{1}{2}$″ имѣетъ стѣнки толщиною $\frac{1}{8}$″.

[283.] **Воздушныя переборки.** Если для провѣтриванія недостаточно двухъ трубъ, тогда прибѣгаютъ къ переборкамъ. По штреку *A* (фиг. 21) въ разстояніи 10′ ставятъ стойки *a* и забираютъ ихъ досками *b*, толщиною 1″. Переборки могутъ быть расположены иначе, какъ на фиг. 22 и 23. На фиг. 24 представлена кирпичная переборка *a*. Въ Англіи съ особой выгодой примѣняютъ спеціально приготовленную парусину для временныхъ переборокъ.

Фиг. 25 представляетъ одинъ изъ многочисленныхъ случаевъ примѣненія воздушныхъ переборокъ; *b* — основной штрекъ, *c* — выработки по возстанію пласта, *q q* двойныя двери съ окнами для регулированія. Переборка *i i* должна не доходить до забоя на 2 — $2\frac{1}{2}$ саж., обыкновенно на $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ ширины хода. Если двѣ струи встрѣчаются, то должна быть поставлена направляющая переборка *p*, какъ на фиг. 25 bis.

[284.] **Воздушныя двери** — цѣль ихъ устройства — направить струю воздуха кратчайшимъ путемъ, слѣдовательно пресѣчь теченіе струи по извѣстному направленію совершенно или только частію, не прерывая сообщенія по штреку. Въ послѣднемъ случаѣ въ дверяхъ дѣлаютъ окно со ставнемъ, площадь окна отъ 2 — 4 кв. фут. Двери устраиваются, какъ на фиг. 26. Двери приготовляютъ изъ досокъ толщиною $\frac{3}{4}$ вершка, щели замазываются смолой съ пескомъ. Двери должны открываться въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ. Если по штреку производится дѣятельная откатка, то устанавливаютъ двойныя двери.

Двери могутъ быть устроены и самодѣйствующія, какъ на фиг. 27. Вагонъ, ударая въ подушку *e*, открываетъ двери, которыя закрываются сами собою вслѣдствіе уклона стойки *a* и рамы *b* дверей подъ угломъ въ 80°.

На случай взрыва рудничнаго газа, когда обыкновенныя деревянныя двери будутъ изломаны, ставятъ въ опредѣленныхъ пунктахъ рудника желѣзныя двери, или западни, такого устройства, что въ нормальномъ положеніи онѣ открыты и только вслѣдствіе взрыва закрываются сами собою и даютъ возможность установить вентиляцію на первое время.

[285.] **Парныя выработки** — особенно важны при работахъ по возстанію въ пластахъ съ рудничнымъ газомъ, какъ напр. въ Англіи, гдѣ онѣ очень часто встрѣчаются.

На фиг. 28, (табл. 43), представленъ одинъ изъ случаевъ парныхъ выработокъ, который ясно показываетъ роль выработокъ *c* и *b*, относительно другъ друга, для провѣтриванія. Сбойки *f f*.. дѣлаются въ разстояніи 5 — 10 и до 20 саж. другъ отъ друга; въ послѣднемъ случаѣ необходимы переборки для направленія воздуха непосредственно къ забоямъ *n* и *m* (ф. 29). На послѣднемъ рисункѣ представлена система провѣтриванія при подготовкѣ столбовъ въ системѣ pannal work (см. фиг. 29 и 30 Глава IV). Какъ по простиранію, такъ и по возстанію, ведутъ парныя выработки *a* и *a'*, *b* и *b'*; изъ нихъ *a* и *b* служатъ для прохода чистаго воздуха, а *b* и *b'* — испорченнаго. Къ опредѣленнымъ забоямъ воздухъ направляется воздушными переборками; здѣсь-то и примѣняютъ парусиновыя переборки.

Парныя выработки позволяютъ вентилировать каждый участокъ поля отдѣльно, т. е. позволяютъ *раздѣлить струю по участкамъ*; принципъ примѣненный Buddle въ 1810 году въ Англіи для разработки пластовъ съ рудничнымъ газомъ. Вмѣсто того, чтобы направить общую струю по всѣмъ выработкамъ, заставивъ ее обойти всѣ забои, что впрочемъ можетъ быть допущено при отсутствіи рудничнаго газа и необширныхъ работахъ, — Buddle раздѣлилъ поле на участки (См. фиг. 29 Глава IV), которые вентилируются самостоятельно.

На фиг. 30 представленъ случай, когда работа идетъ внизъ по паденію пласта отъ основнаго штрека *i k*. По штреку *a* — идетъ чистый воздухъ, по штрекамъ *g* и *h* возвращается испорченный; слѣдовательно штрекъ *a* остается свободнымъ и удобнымъ для откатки.

На фиг. 31 представлено расположеніе провѣтриванія при системѣ работъ, практикуемой въ Англіи (соединеніе столбовой и сплошной системъ). Сплошной забой *a b* до 10 саженъ, онъ вентилируется струей, поступающей по возстающимъ ходамъ *i i* изъ штрека *k*, сдѣлавшей ранѣе путь около одного такого же забоя. Если же требуется болѣе дѣятельное провѣтриваніе, то струю чистаго воздуха изъ штрека *m* можно направить по прора-

боткѣ r только для одного забоя $a\ b$, такъ что каждый подобный забой будетъ провѣтриваться самостоятельно.

[286.] Перекрещиваніе струи чистаго воздуха съ струей уже испорченнаго, — такой случай представляется на фиг. 31.

Это перекрещиваніе совершается при помощи сводовъ, какъ на фиг. 32, или крѣпятъ переходъ деревомъ; по штреку $n\ n$ идетъ струя чистаго воздуха, а по штреку $m\ m$—испорченнаго. Въ Англіи вмѣсто свода a кладутъ иногда желѣзную трубу, выкрашенную каменноугольною смолою.

[287.] Количество воздуха, протекающаго по выработкамъ. Чтобы измѣрить объемъ воздуха, протекающаго по данной выработкѣ, и этимъ опредѣлить степень провѣтриванія, надо измѣрить площадь поперечнаго сѣченія выработки и скорость струи. Выбираютъ такой участокъ выработки, гдѣ площадь поперечнаго сѣченія остается постоянной на нѣкоторомъ разстояніи и опредѣляютъ здѣсь площадь сѣченія. Скорость можно измѣрить различными способами. Простѣйшій пріемъ состоитъ въ томъ, что съ открытой лампой идутъ по направленію теченія струи съ такою скоростію, чтобы пламя лампы оставалось вертикальнымъ, тогда скорость движенія будетъ равна скорости теченія струи. Другой способъ: въ одномъ концѣ измѣреннаго участка хода сожигаютъ небольшое количество пороха; наблюдатель, поставленный въ другомъ концѣ участка, замѣчаетъ время, протекшее отъ появленія свѣта при сжиганіи пороха до момента, когда почувствуется запахъ продуктовъ горѣнія пороха. Длина измѣреннаго участка, раздѣленная на число секундъ опредѣленныхъ наблюденіемъ, дастъ скорость, численное значеніе которой будетъ нѣсколько больше дѣйствительнаго.

Наиболѣе совершенный способъ состоитъ въ измѣреніи скорости *анемометромъ*. Въ сущности приборъ состоитъ изъ легкаго колеса съ крыльями; валъ сообщается со счетнымъ механизмомъ. По числу оборотовъ колеса опредѣляютъ скорость струи, по формулѣ: $V=a\ n+b$, гдѣ V—искомая скорость въ $1''$, n — число оборотовъ колеса въ секунду, a и b постоянные коэффиціенты, опредѣленные для каждаго прибора; иногда опредѣляютъ по формулѣ $V=a\ n$, гдѣ a — постоянный коэффиціентъ для даннаго прибора [1]). Въ Германіи лучшимъ анемометромъ считаютъ анемометръ Casella (можно получить отъ R. Fuess, Berlin, Al. Jacobstrasse, 108, цѣна около 35 руб.). Въ Англіи пользуются анемометромъ Cassartelli (43, Market-Street, Manchester, цѣна около 40 р.). Опредѣливъ скорость V и площадь поперечнаго сѣченія выработки A, объемъ протекающаго воздуха получимъ изъ у — нія:

$$Q=k\ A\ V$$

[1]) Эти коэффиціенты опредѣлены ранѣе фабрикантомъ и приложены при приборѣ.

гдѣ $k = 0{,}75$ для выработокъ, крѣпленныхъ деревомъ и $k = 0{,}80$ для выработокъ, крѣпленныхъ камнемъ.

На практикѣ допускаютъ скорость струи въ главныхъ штрекахъ—отъ 8 до 12 фут. въ секунду; во второстепенныхъ штрекахъ, ведущихъ къ забоямъ, отъ $3\frac{1}{4}$ до 5 футъ; наконецъ у забоевъ—отъ $2\frac{1}{2}$ до $3\frac{1}{4}$ и никакъ не болѣе 5 футъ, ибо и такая скорость вредно уже отзывается на рабочихъ.

[288.] **Общія замѣчанія.** Чистый воздухъ долженъ доставляться по шахтѣ къ наиболѣе глубокому пункту въ рудникѣ и здѣсь уже раздѣляться по выработкамъ; обойдя ихъ по кратчайшему пути, струи можетъ подниматься на верхніе горизонты.

Слѣдуетъ стараться раздѣлить струю, сообразуясь съ числомъ центровъ работъ; иначе — путь одной общей струи будетъ весьма длиненъ и пришлось бы ей часто подниматься и опускаться, а также имѣть значительную скорость. Всѣ эти обстоятельства невыгодны для провѣтриванія.

Выработка, по которой уже испорченный рудничный воздухъ идетъ къ шахтѣ не должна имѣть слишкомъ малыхъ размѣровъ; во всякомъ случаѣ эти размѣры не должны быть менѣе размѣровъ того главнаго хода, по которому чистый воздухъ притекаетъ въ рудникъ.

Необходимо въ опредѣленные сроки ревизовать всѣ воздушныя двери, переборки и т. п. При дверяхъ, поставленныхъ въ самыхъ главныхъ пунктахъ, ставятъ особыхъ подростковъ.

Необходимо имѣть планъ провѣтриванія рудника съ показаніемъ всѣхъ дверей, переборокъ и пр., а также теченія струи. Весьма полезно вести журналъ вентиляціи рудника, въ которомъ отмѣчается число оборотовъ вентилятора или количество сожигаемаго угля въ воздушной печи, а также показанія барометра, температуры наружнаго и рудничнаго воздуха.

В. Освобожденіе рудниковъ отъ воды.

[289.] **Количество водъ**, притекающихъ въ выработки, измѣняется въ самыхъ широкихъ предѣлахъ. Выше было уже указано, что при углубленіи шахтъ по породамъ водопроницаемымъ въ высшей степени, иногда притокъ воды бываетъ на столько силенъ, что не представляется уже возможнымъ преодолѣть его, ибо число насосовъ, которое потребовалось бы для откачиванія воды, не помѣщается въ данной шахтѣ (Глава III). Съ другой стороны, иногда притокъ водъ понижается почти до нуля.

Присутствіе водъ въ очистныхъ выработкахъ представляетъ серьёзное неудобство и опасность для работъ. Вода у забоя мѣшаетъ рабочему и ставитъ его въ неблагопріятныя условія работы. Кромѣ этого, напр. при разработкѣ каменнаго угля, вода понижаетъ стоимость угля и, въ иныхъ слу-

чаяхъ, способствуетъ къ самовозгоранію его. Вода благопріятствуетъ разложенію сѣрныхъ колчедановъ, отсюда нагрѣвъ угля, самовозгораніе, порча рудничнаго воздуха и т. д.

Изученіе геологическаго строенія мѣстности, качествъ породъ, заключающихъ мѣсторожденіе, ихъ напластованія, рельефа мѣстности и пр. даетъ до нѣкоторой степени возможность судить о большемъ или меньшемъ притокѣ водъ въ рудникъ, имѣющій открыться. Тѣ данныя, которыми руководствуются при заложеніи артезіанскихъ колодцевъ и здѣсь могутъ имѣть мѣсто. Если разсчитываютъ пересѣчь водопроницаемые пласты, заключенные между водонепропускающими и имѣющіе выходъ къ пунктамъ какихъ либо водохранилищъ, изъ которыхъ вода, инфильтраціей по этимъ пластамъ, будетъ проходить въ выработки, то при такихъ условіяхъ есть полное основаніе ожидать значительнаго притока воды въ рудникѣ, — особенно, если мѣсторожденіе представляетъ котловину. Однако указанія, полученныя этимъ путемъ, могутъ совершенно не оправдаться на самомъ дѣлѣ въ томъ или другомъ направленіи, напр. въ случаѣ встрѣчи трещинъ, по которымъ воды могутъ прибывать въ выработки особенно изобильно. Болѣе точными указаніями могутъ служить только данныя, полученныя путемъ опыта сосѣднихъ рудниковъ, на тѣхъ же пластахъ.

Слѣдуетъ избѣгать закладки шахтъ въ такихъ пунктахъ, гдѣ приходится пересѣчь водосодержащія породы въ высшей степени. Однако этого не всегда можно избѣгнуть и очень часто приходится имѣть съ ними дѣло. Въ главѣ III были приведены способы провода шахтъ при такихъ условіяхъ. Условія, которыя должны существовать, если выработки будутъ расположены ниже этихъ пластовъ, заключаются въ слѣдующемъ: шахта должна быть крѣплена на опредѣленной части своего протяженія водонепроницаемой крѣпью, разработки должны находиться въ изолированномъ положеніи отъ этихъ водосодержащихъ породъ и такъ, чтобы это изолированіе не теряло своей силы и отъ осѣданія породъ послѣ работъ на очистку. Слѣдовательно, породы, лежащія подъ водопропускающимъ пластомъ, должны быть водонепроницаемы и имѣть такія свойства, чтобы эта водонепроницаемость не теряла вполнѣ своей силы и при нарушеніи первоначальнаго положенія пластовъ. Пласты глинистые, осѣдая, не даютъ трещинъ. Пласты известняковъ, сланцевъ и т. п. еще обладаютъ этимъ свойствомъ, хотя и въ меньшей степени. Пласты песчаниковъ и конгломератовъ отличаются полнымъ отсутствіемъ этихъ качествъ; трещины, происшедшія въ нихъ, вслѣдствіе осѣданія, остаются открытыми и даютъ свободный проходъ водѣ.

Кромѣ этихъ *внутреннихъ рудничныхъ водъ*, имѣющихъ своимъ источникомъ, можетъ быть, весьма удаленные водоемы на поверхности или въ нѣдрахъ земли, — въ рудникъ проникаютъ воды и *поверхностныя*, какъ результатъ инфильтраціи водъ изъ близъ лежащихъ къ руднику поверхност-

ныхъ водохранилищъ, прудовъ, каналовъ и т. п., а также атмосферныхъ водъ. Количество воды, падающей на поверхность въ видѣ дождя, снѣга и пр.,— весьма значительно (170 куб. фун. на 1 кв. саж. и болѣе). Однако не все это количество воды проникаетъ въ почву; изслѣдованія показываютъ, что только 22% проникаетъ въ почву (Dumont). Эта цифра мѣняется для разныхъ мѣстъ.

Кромѣ *нормальнаго* или *постояннаго* притока рудничныхъ водъ, являющагося какъ слѣдствіе инфильтраціи и имѣющаго непосредственно свои источники на поверхности или въ высшихъ горизонтахъ, въ водопроницаемыхъ пластахъ, — притокъ рудничныхъ водъ можетъ слагаться еще изъ *случайныхъ или непостоянныхъ* притоковъ, какъ слѣдствіе разстройства породъ въ висячемъ боку отъ осѣданія, влекущаго за собою образованіе трещинъ, дающихъ проходъ для воды.

Въ противоположность внутреннимъ водамъ, количество притока поверхностныхъ зависитъ отъ времени года: для нѣкоторыхъ мѣстъ зимою больше, нежели лѣтомъ; для другихъ замѣчаемъ обратное явленіе.

Старыя, уже брошенныя работы, представляютъ иногда весьма обширныя водохранилища, которыя служатъ впослѣдствіи источниками для притока воды, иногда въ огромномъ количествѣ. Стѣнками выработокъ вскрывается большое число незамѣтныхъ трещинъ, по которымъ воды проникаютъ въ выработки. Отсюда можно было бы заключить, что притокъ рудничныхъ водъ будетъ пропорціоналенъ величинѣ внутренней поверхности выработокъ и квадратному корню изъ глубины, на которой расположены выработки; слѣдовательно, съ возростаніемъ глубины работъ, можно было бы ожидать и большаго притока воды. Но такое заключеніе несовершенно точно, ибо размѣръ притока прежде всего зависитъ отъ способности почвы къ поглощенію поверхностныхъ водъ; эта способность остается постоянною въ данномъ случаѣ и слѣдовательно, по мѣрѣ развитія работъ, на какой бы то ни было глубинѣ, вскрываемыя трещины не могутъ дать воды больше того количества, какое онѣ получаютъ. Такъ что съ разширеніемъ выработокъ, иными словами — съ открытіемъ большаго числа выходовъ для воды, количество притока должно возростать, хотя и медленнѣе, нежели идетъ развитіе выработокъ и независимо отъ увеличенія глубины. Скорѣе есть нѣкоторое основаніе ожидать противоположнаго явленія, ибо по мѣрѣ углубленія уменьшается степень трещиноватости и породы становятся вообще болѣе плотными, водонепроницаемыми.

Итакъ, не принимая въ расчетъ случайнаго притока водъ въ выработки, напр. изъ старыхъ работъ и пр., можно положить, что вообще притокъ водъ находится въ зависимости отъ слѣдующихъ условій:

1) Отъ развитія, числа и размѣровъ выработокъ въ рудникѣ.

2) Отъ очертанія земной поверхности. Въ гористыхъ странахъ выра-

ботки, лежащія выше главныхъ долинъ, отличаются меньшимъ притокомъ водъ, нежели выработки, лежащія ниже горизонта этихъ долинъ. Характеръ мѣстности можетъ также обусловливать быстрый или медленный стокъ водъ; въ послѣднемъ случаѣ воды скопляются, образуя водоемы, изъ которыхъ и просачивается вода въ рудникъ.

3) Отъ свойствъ почвы, допускающихъ большую или меньшую инфильтрацію поверхностныхъ водъ.

4) Отъ времени года и средняго количества выпадающаго дождя, снѣга и пр. въ данной мѣстности.

5) Отъ свойствъ горныхъ породъ. Трещиноватость способствуетъ большему притоку воды въ рудникъ. Глинистыя породы, особенно пластичныя глины, совершенно водонепроницаемы.

Осушеніе выработокъ.

Осушеніе выработокъ достигается тремя способами:

1) Устраненіемъ притока водъ въ выработки.

2) Отводомъ рудничныхъ водъ, уже собравшихся въ выработкахъ.

3) Подъемомъ рудничныхъ водъ бадьями, ящиками, насосами и другими механическими приспособленіями.

[290.] Устраненіе притока водъ въ выработки. Средства, препятствующія проникновенію поверхностныхъ водъ въ рудникъ, по существу дѣла, не могутъ быть совершенными, ибо невозможно уничтожить вполнѣ инфильтраціи на большой поверхности, окружающей рудникъ. Ограничиваются только *утрамбовкой* почвы непосредственно вокругъ шахтъ, а также устраненіемъ просачиванія воды изъ близъ лежащихъ каналовъ, прудовъ и т. п. Просачиваніе можетъ имѣть мѣсто также на выходѣ каменноугольныхъ пластовъ. Если каменноугольные пласты и нельзя назвать водопропускающими вполнѣ, то въ плоскостяхъ соприкосновенія ихъ съ окружающими породами просачиваніе всегда имѣетъ мѣсто. Обыкновенное явленіе, замѣчаемое при углубленіи шахтъ, и состоящее въ томъ, что притокъ воды увеличивается при подходѣ къ самому пласту, объясняется вышеприведеннымъ замѣчаніемъ.

Отъ шахтъ, выходовъ пластовъ и пр. поверхностныя воды *должны отводиться въ сторону;* ложбины засыпаются и окружаются канавами. Ручьи, источники и пр. должны быть отведены въ особыя водохранилища.

Если въ почвѣ каналовъ, прудовъ, ручьевъ и т. п. опасаются просачиванія, то каналы и ручьи отводятъ или *естественное ихъ русло замѣняютъ искуственнымъ,* водонепроницаемымъ. Въ послѣднемъ случаѣ вычерпываютъ со дна песокъ до плотика и насыпаютъ слой глины, которую потомъ покрываютъ пескомъ и галькой. Или каналы и ручьи заставляютъ течь по рус-

ламъ, выложеннымъ изъ камня на гидравлическомъ цементѣ. Это послѣднее средство будетъ вполнѣ дѣйствительно, если въ данномъ пунктѣ нѣтъ причинъ ожидать осѣданія почвы. Не смотря на средства, которыя принимаются для отвода поверхностныхъ водъ и уничтоженія инфильтраціи, всегда замѣчается увеличеніе притока водъ въ дождливое время; тѣмъ не менѣе въ этомъ случаѣ вышеупомянутыя мѣры оказываютъ существенную услугу. Примѣры весьма обширныхъ работъ въ этомъ направленіи имѣются въ дѣйствительности, напр. во Франціи, въ мѣстностяхъ, гдѣ разработываются мощные пласты. Въ старину здѣсь работы велись безъ закладки, вслѣдствіе этого произошло осѣданіе, образовались провалы, трещины и пр., доставлявшія значительное количество воды въ рудники. Поверхностными предохранительными работами значительно уменьшили притокъ водъ, который очень затруднялъ работы.

[291.] **Предохранительные столбы.** Для предупрежденія въ извѣстныхъ пунктахъ обваловъ, а также для устраненія излома породъ въ опредѣленномъ направленіи и являющихся, вслѣдствіе этого трещинъ, могущихъ дать свободный проходъ въ рудникъ поверхностнымъ водамъ,—необходимо оставлять *предохранительные столбы* въ опредѣленныхъ мѣстахъ выработокъ. Оставленіе этихъ столбовъ должно быть разсчитано такимъ образомъ, чтобы могущія образоваться трещины не подошли подъ какія либо водохранилища.

Къ сожалѣнію, этотъ интересный и важный вопросъ въ горномъ дѣлѣ не вполнѣ еще вырѣшенъ за недостаткомъ точныхъ наблюденій. Представимъ себѣ пластъ каменнаго угля h (фиг. 33 табл. 44) малой или средней мощности, разработываемый съ закладкой. Положимъ, что часть пласта $a\,b$ уже выпута и замѣнена закладкой. Закладка рѣдко бываетъ плотно уложена до потолка; во всякомъ случаѣ она можетъ осѣдать подъ извѣстнымъ давленіемъ. Способность къ осѣданію зависитъ не только отъ большей или меньшей тщательности произведенной закладки, но и отъ качества породъ, которыя употреблены въ дѣло. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя числа, характеризующія способность къ осадкѣ (сжиманію) различныхъ породъ, употребленныхъ въ закладку:

Давленіе на 1 □ дюйм. въ фунтахъ.	О С А Д К А.		
	Глина.	Смѣсь песчаника и сланца.	Породы крѣпкія, плотн. въ высшей степени.
23,63	16%	10%	4%
70,89	26%	15%	6%
94,52	28%	16,5%	7,7%

Закладка, на которой окончательно улеглась осѣвшая порода, занимаетъ только около 60% объема выпутаго угля.

Итакъ, породы висячаго бока осѣдаютъ и при закладкѣ. Наибольшая степень осѣданія будетъ въ точкѣ i (фиг. 33), далѣе въ обѣ стороны отъ i это осѣданіе будетъ уменьшаться до пунктовъ c и d, гдѣ висячій бокъ покоится уже на нетронутыхъ частяхъ пласта. Осѣданіе будетъ послѣдовательно идти до поверхности. Линіи излома пластовъ будутъ направлены по $a\ m$ и $b\ n$. Въ Бельгіи и Франціи принято считать, что эти линіи излома *нормальны къ плоскости пласта*. Слѣдовательно, *трещины*, образовавшіяся вслѣдствіе излома, *будутъ расположены по периметру участка m n, ограниченнаго нормальными плоскостями, проведенными къ пласту по границѣ выработаннаго поля a b*.

Исходя изъ того предположенія, что изломъ теоретически долженъ произойти по кратчайшему разстоянію, надо было бы допустить, въ разсматриваемомъ случаѣ, что изломъ направится по линіямъ $a\ m'$ и $b\ n'$, ибо онѣ короче линій $a\ m$ и $b\ n$. Такое предположеніе было бы справедливо, если бы осѣданіе породъ происходило разомъ, а не постепенно. Если принять, что изломы происходятъ по нормальнымъ направленіямъ, то въ случаѣ, представленномъ на фиг. 34, когда наклонный пластъ A покрытъ горизонтальнымъ B, изломъ произойдетъ по линіямъ $a\ a'\ m$ и $b\ b'\ n$.

Обращаясь къ практикѣ, замѣчаемъ, что не всегда изломъ происходитъ по нормалямъ (иногда уголъ излома α болѣе или менѣе 90^0), но приблизительно по отвѣсному направленію къ горизонту, т. е. по линіямъ $a\ m'$ и $a\ n'$ (фиг. 33). При пологопадающихъ пластахъ ($10-12^0$) уголъ излома иногда нѣсколько болѣе прямаго. Далѣе, замѣчено, что если породы висячаго бока суть глинистые сланцы, то изломъ чаще происходитъ по отвѣснымъ линіямъ; если же породы висячаго бока песчаники, то изломъ чаще происходитъ по нормалямъ къ пласту. Явленіе излома можетъ проявляться на поверхность и при выемкахъ на большой глубинѣ.

Итакъ, зная характеръ мѣсторожденія, можно приблизительно опредѣлить пункты, гдѣ проявятся на поверхность трещины, которыя и будутъ служить проходомъ для поверхностныхъ водъ въ рудникъ. Въ серединѣ участка, ограничивающагося этими трещинами, т. е. въ пунктахъ между m и n (фиг. 34), произойдетъ осѣданіе породъ безъ нарушенія взаимной связи.

Если вмѣсто пластовъ средней мощности возьмемъ пластъ большей мощности, разработываемый безъ закладки, то при породахъ висячаго бока малой плотности (слабыхъ) границы излома къ верху нѣсколько расширяются. При породахъ очень плотныхъ (вязкихъ) должно быть обратное явленіе, т. е. границы излома нѣсколько сходятся.

Слѣдовательно, необходимо оставлять предохранительные столбы въ рудникѣ, чтобы изломъ не произошелъ въ такихъ пунктахъ, въ которыхъ тре-

щины подошли бы подъ каналы, озера, пруды и т. п. Положимъ, имѣемъ пластъ e (фиг. 35) и на поверхности какой либо водоемъ V, тогда допуская, что изломъ произойдетъ отъ осѣданія надъ выработаннымъ пространствомъ по отвѣснымъ линіямъ къ горизонту и желая избѣгнуть выхода трещинъ подъ водоемъ и вообще въ пространство $m\ n$, необходимо будетъ оставить предохранительный столбъ $a\ b$. Но если принять законъ излома по нормалямъ, тогда столбъ $a\ b$ не принесетъ пользы, ибо трещина по $b\ k$ (нормаль къ пласту) подойдетъ подъ водоемъ V; слѣдовательно, надо будетъ оставить предохранительный столбъ не $a\ b$, а $c\ d$ или, еще вѣрнѣе, столбъ $a\ c$.

[292.] **Водонепроницаемыя перемычки.** При приближеніи къ старымъ, затопленнымъ работамъ, надо быть весьма осторожнымъ, на случай внезапнаго прорыва водъ. Слѣдуетъ осторожно вести развѣдочныя скважины, какъ по направленію движенія забоя, такъ и въ бокъ штрека. Старыя работы можно разъединить съ разработываемою частью рудника, при посредствѣ водонепроницаемыхъ перемычекъ. Перемычки могутъ быть плоскія и сферическія. На фиг. 36 представлена плоская перемычка, а на фиг. 37 сферическая для большихъ напоровъ. Заклинка и законопатка перемычекъ должна производиться съ задней стороны, т. е. со стороны A. Послѣ заклинки, для выпуска рабочихъ изъ пространства A поступаютъ различно. При плоскихъ перемычкахъ оставляютъ окно, черезъ которое рабочіе удаляются, а окно закрывается сзади клапаномъ; или одну стойку e вставляютъ послѣ выхода рабочихъ и потомъ притягиваютъ ее винтомъ (фиг. 36). При сферическихъ перемычкахъ въ сводъ вставляютъ коническія чугунныя трубы $r\ r$, черезъ которыя рабочіе могутъ удаляться по окончаніи работы, затѣмъ трубы закрываются кранами $i\ i$; или въ коническія трубы втягиваютъ съ задней стороны деревянную пробку, обернутую каучукомъ, на подобіе поршней.

Во время возведенія перемычекъ, строятъ временныя загражденія p (фиг. 36 и 37), за которыми собирается вода, отводимая во время работъ трубками или желобами t. Коль скоро работа окончена и уровень воды начинаетъ подниматься за перемычкой p (фиг. 37), то воздухъ не долженъ тамъ оставаться, его выводятъ трубкой u, которую впослѣдствіи забиваютъ пробкой. Иногда сопротивленіе перемычки усиливаютъ упорами, упирающимися въ бока, кровлю и почву выработки. При постановѣ ихъ надо быть осторожнымъ и не подвергать перемычку сильнымъ ударамъ. Съ задней стороны швы перемычки иногда покрываютъ просмоленною парусиной или каучукомъ.

[293.] **Отводъ уже собравшейся въ выработкахъ воды** производится штольнями. Если всѣ работы или часть только работъ располагаются выше почвы близь лежащей долины, то естественный путь къ ихъ осушенію заклю-

чается въ проводѣ водоотводныхъ штоленъ. Разъ штольна проведена, горизонты рудника, расположенные выше штольны, будутъ совершенно осушаться. Воду изъ горизонтовъ, расположенныхъ ниже штольны, надо поднимать насосами только до ея горизонта. Такіе примѣры вообще нерѣдки, они имѣются и на нашихъ рудникахъ (Лисичанскъ). Вообще штольны въ техническомъ отношеніи могутъ представлять чрезвычайныя выгоды, напр. при установѣ гидравлическихъ движителей внутри рудника, какъ это имѣетъ мѣсто на Гарцѣ. Но къ штольнамъ можно прибѣгать только въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣстность гориста, гдѣ недалеко можно найти такой пунктъ для заложенія штольны, что эта послѣдняя не выйдетъ чрезмѣрно длинной. Такимъ характеромъ отличаются чаще рудныя мѣсторожденія, рѣдко каменноугольныя. Однако, если штольна предназначается служить для цѣлой группы рудниковъ, для цѣлаго округа, то длина ея можетъ доходить до значительной величины, какъ напр. на Гарцѣ штольна Ernest-Auguste, длина которой (не считая вѣтвей) 7071 саженъ, поперечное сѣченіе $0{,}82 \times 1{,}2$ сажени, уклонъ 0,0005.

Относительно провода штоленъ были представлены данныя въ Главѣ III. Поперечное сѣченіе ихъ: 6 — $6\frac{1}{2}$ фут. ширина и 8,2 — 9,8 фут. высота. Если штольна служитъ и для откатки, то ширину надо увеличить для помѣщенія двухъ рельсовыхъ путей. Во всякомъ случаѣ штольна должна имѣть рельсовый путь. Откатка по штольнамъ иногда представляетъ неудобства, вслѣдствіе того, что устье ихъ закладывается въ низкихъ мѣстахъ, удаленныхъ отъ хорошихъ путей сообщенія и пр. Впрочемъ, имѣются примѣры откатки по штольнамъ и при каменноугольныхъ разработкахъ.

Штольны закладываются чаще въ лежачемъ боку. Для устраненія просачиванія воды въ почву штольны, если породы водопроницаемы въ большей или меньшей степени, придаютъ штольнамъ нѣсколько большій уклонъ (теряютъ при этомъ въ глубинѣ, на которой штольна пересѣчетъ мѣсторожденіе), или устраиваютъ искуственное русло изъ камня или дерева (фиг. 38); или, иногда, только утрамбовываютъ почву глиной.

[294.] **Подъемъ рудничныхъ водъ** на поверхность различными механическими средствами описанъ въ Томѣ I Справочной книги. При маломъ притокѣ рудничныхъ водъ отливъ можетъ производиться въ особыхъ ящикахъ подъемными машинами. Иногда скопляютъ эту воду въ спеціальныхъ выработкахъ впродолженіи цѣлой недѣли и отливаютъ въ воскресенье или отливъ производятъ по ночамъ. Подъемъ рудничныхъ водъ подъемными машинами надо считать вообще нерациональнымъ и слѣдуетъ прибѣгать къ нему только въ крайнемъ случаѣ.

Рудничныя воды собираются въ зумфѣ водоподъемной шахты. На случай поврежденій въ насосахъ, необходимо, чтобы объемъ зумфа былъ достаточнымъ для вмѣщенія притока воды въ продолженіи, по меньшей мѣрѣ, 12

часовъ. Эти выработки, для собиранія рудничныхъ водъ, располагаютъ различнымъ образомъ. На фиг. 39 представленъ одинъ изъ подобныхъ случаевъ. $N\,N$ — основной квершлагъ, ниже зумфъ, саженъ около 5 глубиной. Отъ шахты квершлагами g доходятъ до пласта и выработываютъ часть его $a\,b\,c\,d$; на случай ремонта насосовъ, рудничныя воды могутъ скопляться въ этихъ выработкахъ. Количество воды, которое можетъ помѣститься въ выработанномъ пространствѣ, подобномъ $a\,b\,c\,d$, трудно точно опредѣлить по объему этого пространства, ибо въ этомъ отношеніи сдѣлано очень мало наблюденій. Однако по тѣмъ даннымъ, которыя уже имѣются, можно положить, что объемъ воды, который помѣстится въ выработанномъ пространствѣ, будетъ равенъ 30% объема вынутаго угля. Иногда, для скопленія рудничныхъ водъ, ведутъ штрекъ по простиранію ниже откаточнаго штрека и соединяютъ первый съ зумфомъ особенными трубами съ клапанами (см. Томъ I). Эти штреки иногда приходится крѣпить камнемъ. Случается, что выработку для скопленія воды ведутъ въ пустой породѣ лежачаго бока, какъ напр. на рудникѣ Русскаго Общества Пароходства и Торговли (Грушевка).

[295.] Опредѣленіе размѣровъ предохранительныхъ столбовъ. Сейчасъ только было указано на тѣ правила, которыми слѣдуетъ руководствоваться при оставленіи предохранительныхъ столбовъ, въ виду устраненія просачиванія въ рудникъ поверхностныхъ водъ. Укажемъ здѣсь также и на тѣ соображенія, которыми можно руководствоваться при оставленіи столбовъ для избѣжанія проваловъ въ пунктахъ, на которыхъ возведены какія либо сооруженія.

Принимая во вниманіе, что наблюдались случаи, когда плоскости излома и не совпадали съ нормалями къ пласту, а шли по отвѣсному направленію къ горизонту, слѣдуетъ оставлять такіе предохранительные столбы, которые соотвѣтствовали бы тому и другому случаю. На фиг. 40 показанъ примѣръ опредѣленія (по Шульцу) предохранительнаго столба для зданія A. Если опредѣлимъ нижнюю границу предохранительнаго столба по отвѣснымъ линіямъ, то она будетъ совпадать съ $c\,d$. При опредѣленіи же по нормалямъ верхняя граница столба будетъ $a\,b$, нижняя же $i\,i$ падаетъ въ предѣлахъ между $a\,b$ и $c\,d$. Слѣдовательно, удовлетворяя вышепоставленному условію, должны оставить столбъ $a\,b\,c\,d$. Границы столба по простиранію, т. е. $a\,c$ и $b\,d$, опредѣляются по отвѣснымъ линіямъ. Если уголъ паденія пласта α, то наклонная высота столба $a\,c$ опредѣлится изъ у — нія:

$$a\,c = k\,l\,\cos\alpha + l\,c\,\sin\alpha$$

При пологопадающихъ пластахъ (около 10^0) уголъ излома около 100^0, слѣдовательно $\beta = 10^0$, (фиг. 41), тогда высота столба $z'y$ опредѣлится изъ у — нія:

$$z\,y = x\,v + v\,y + z\,x = a\,b\,\cos\alpha + b\,y\,\sin\alpha + a\,z\,\sin\beta$$

Для большей безопасности какъ въ этомъ, такъ и въ первомъ случаѣ — плоскости $a\ z$ и $b\ y$ переносятся саженъ на 10 въ $a'\ z'$ и $b'\ y'$ и слѣдовательно, высота столба будетъ $z'\ y' = z\ y + 20$ саженъ. Столбы, опредѣленные по вышепоказаннымъ правиламъ, получаютъ вообще значительные размѣры.

Выше приведеннымъ правиломъ можно руководствоваться также и для опредѣленія размѣровъ предохранительныхъ столбовъ, оставляемыхъ около шахтъ. Положимъ, что шахта H пересѣкла два пласта ah и A (фиг. 42). Обыкновенно принято въ томъ и другомъ пластѣ оставлять предохранительные столбы, границы которыхъ вообще очерчиваются радіусомъ въ 20 — 50 саж. около центра шахты. Эти столбы будутъ $a\ b$ и $c\ d$ или, въ проекціи на горизонтальной плоскости,—$r\ r$. Такъ какъ плоскости излома направляются по нормалямъ къ пласту, то, слѣдовательно, въ данномъ случаѣ изломъ породъ произойдетъ по $a\ m$ и $b\ n$, а также по $c\ e$ и $d\ k$. Въ томъ и другомъ случаѣ линіи излома $b\ n$ и $d\ k$ пересѣкутъ шахту и часть ея $i\ s$ должна опуститься, вообще измѣнить свое положеніе. Слѣдовательно, такое оставленіе столбовъ нерацiонально: части столбовъ $z\ a$ и $u\ c$ не приносятъ пользы; онѣ могутъ быть гораздо меньше, а верхнія границы столбовъ $z\ b$ и $u\ d$ должны быть отодвинуты до b' и d', тогда граница излома $b'\ x$ пройдетъ внѣ шахты. И такъ, слѣдуетъ въ данномъ случаѣ оставить столбы $u\ d'$ и $z\ b'$, *границы которыхъ опредѣлятся, проектируя шахту на плоскость пластовъ*. Если въ пунктѣ R, на нѣкоторомъ разстояніи отъ шахты, помѣщены надшахтныя зданія, то столбы должны быть еще болѣе увеличены въ направленіи по возстанію пласта до h и t. По паденію же пласта отъ шахты, теоретически, нѣтъ надобности оставлять столбовъ, они не принесутъ существенной пользы; на практикѣ можно ограничиться оставленіемъ тутъ весьма небольшихъ толщъ.

ГЛАВА VI.

Рудничная доставка.

(Табл. 45—64.)

[296.] Добытыя въ рудникѣ минеральныя вещества должны быть перемѣщены отъ забоя къ опредѣленнымъ пунктамъ въ рудникѣ, такъ напр. къ главнымъ откаточнымъ штрекамъ, далѣе (безъ перегрузки или съ перегрузкой) по штрекамъ къ шахтѣ, поднимаются на поверхность по шахтѣ и

наконецъ перемѣщаются въ склады или вагоны поверхностныхъ желѣзныхъ дорогъ. Такое вообще передвиженіе грузовъ въ рудникѣ называется *рудничною доставкою*. Если это передвиженіе производится по горизонтальному направленію либо близкому къ нему, то доставка называется *перевозкою*. Если же доставка производится съ высшихъ горизонтовъ на нижніе или обратно, то называется *спускомъ* и *подъемомъ*. Встрѣчается еще одинъ видъ рудничной доставки — это *переноска*, которая можетъ примѣняться и при различныхъ уклонахъ. Для рудничной доставки примѣняются весьма различные способы, различающіеся, какъ приспособленіемъ различнаго рода двигателей, такъ и подвижнымъ составомъ, устройствомъ путей и проч.

Мы сперва разсмотримъ рудничную переноску и затѣмъ обратимся къ перевозкѣ, переходя отъ менѣе совершенныхъ способовъ къ болѣе совершеннымъ. Въ концѣ главы разсмотримъ разгрузку и сортировку.

Полезное дѣйствіе двигателя при переноскѣ и перевозкѣ будемъ выражать произведеніемъ изъ вѣса перемѣщаемаго груза на путь, проходимый этимъ грузомъ въ смѣну. Это полезное дѣйствіе не представляетъ того понятія, которое разумѣютъ подъ этимъ выраженіемъ въ механикѣ; его нельзя выражать въ пудофутахъ.

А. Переноска.

[297]. **Переноска людьми**, какъ самый старый и несовершенный способъ рудничной доставки, практикуется въ настоящее время весьма рѣдко, наприм.: 1) при металлическихъ рудникахъ съ малою производительностію, 2) при выработкахъ съ малымъ поперечнымъ сѣченіемъ, 3) при выработкахъ съ непостоянными и значительными уклонами и т. п.

Такъ наприм., при потолкоуступной работѣ встрѣчаемъ переноску на малое разстояніе, отъ забоя къ скатамъ. Переноска здѣсь производится въ корзинахъ, а при болѣе значительныхъ разстояніяхъ, при переноскѣ отъ забоя къ главному откаточному штреку, употребляютъ мѣшки, носилки.

Выработка, по которой производится переноска, должна имѣть слѣдующіе нормальные размѣры: высота — 4,7 ф., ширина — 3,28 ф. Вѣсъ груза, переносимаго однимъ человѣкомъ, измѣняется въ зависимости не только отъ силы переносщика, но также и отъ высоты выработки, отъ ея уклона, отъ освѣщенія, вентиляціи и пр. Вѣсъ груза, переносимаго однимъ рабочимъ, колеблется между 2,5 пуд. и 4,5 пуд., какъ крайними предѣлами. Среднимъ же числомъ нагрузка на переносщика равна отъ 3 до 3,5 пуд.

Наибольшій уклонъ пути равенъ 45°. Начиная съ уклона въ 15° путь долженъ быть выработанъ въ видѣ лѣсницы. Начиная съ уклона въ 20° и болѣе, спускъ по такому пути для переносщика также затрудните-

ленъ, какъ и подъемъ. Уклонъ, не превосходящій 12°, облегчаетъ переноску.

[298.] **Производительность.** Пространство, проходимое перепощикомъ съ грузомъ въ смѣну, колеблется между 1800 и 2800 саж. Длина одного конца пути не должна превосходить 40 саж. Въ противномъ случаѣ должны быть смѣны, станціи.

Слѣдовательно, полезное дѣйствіе переноски будетъ колебаться между $2,5 \times 1800 = 4500$ и $4,5 \times 2800 = 12600$, какъ крайними предѣлами, а среднее значеніе полезнаго дѣйствія будетъ $3 \times 2300 = 6900$. Эта цифра относится до горизонтальнаго пути. При подъемѣ-же наприм. въ 20° полезное дѣйствіе понижается до 5440. Число, дающее среднее значеніе полезнаго дѣйствія переноски, выражаетъ, что одинъ перепощикъ въ смѣну (отъ 8 до 10 часовъ) можетъ перемѣстить на разстояніе 100 саж., круглымъ числомъ, грузъ вѣсомъ въ 70 пудовъ. Если положимъ, что перепощикъ получаетъ 60 коп. въ день, то переноска одного пуда добытаго матеріала на разстояніе 100 саж. обойдется около 0,857 коп.

Нижеслѣдующая таблица показываетъ полезное дѣйствіе перепощика въ смѣну, при различныхъ условіяхъ перепоски.

Длина пути въ одинъ конецъ.	Уклонъ пути.	Нагрузка въ пудахъ на 1-го переносчика.	Число пройденныхъ концовъ съ грузомъ.	Вѣсъ груза перемѣщеннаго на 100 сажен.	Высота выработки по которой производилась переноска.	Состояніе пути.
саж.				пуд.	фут.	
70,3	45° на 46,9 с. 0 — 23,4 с.	2,44	32	54,89	5,25	Хорошее.
30	40° на 22,5 0 — 7,5	3,05	62	56,73	4,26	Довольно хорошее.
30,9	5°—	3,05	60	56,55	6,56	Плохое.
60,9	8°—	3,05	32	59,41	5,25	»
37,5	26° на 23,4 0 — 14,1	3,35	50	62,81	5,25	Довольно хорошее.
37,5	0 —	3,05	60	68,72	4,27	Плохое.
56,2	—13°	3,23	40	72,61	6,56	Довольно хорошее.
25,3	9°	3,6 до 4,6	80	82,67	открыт.	Очень плохое.
21,1	20°—11,3 0—9,8	3,05	135	86,86	4,26	Очень хорошее.

В. Перевозка грузовъ въ волокушахъ.

[299.] **Передвиженіе грузовъ въ волокушахъ** представляетъ доставку болѣе совершенную, нежели переноска, ибо здѣсь количество передвигаемаго груза не зависитъ прямо отъ вѣса его, но отъ произведенія вѣса груза на коэффиціентъ тренія волокуши по почвѣ выработки. Этотъ способъ передвиженія грузовъ въ рудникѣ, такъ часто встрѣчавшійся въ старину, въ настоящее время рѣже примѣняется; напр., на побочныхъ путяхъ для доставки отъ забоя къ главному откаточному штреку. Иногда, какъ у насъ на Югѣ, въ волокушахъ доставляютъ и къ самой шахтѣ, по которой уголь въ этой же волокушѣ и поднимается на поверхность; но это мы встрѣчаемъ только на плохо организованныхъ рудникахъ, при низкихъ откаточныхъ штрекахъ и пр. Волокуша представляетъ деревянную бадью или ящикъ, поставленный на полозьяхъ (фиг. 1 и 2, табл. 45). Иногда бадья или ящикъ прикрѣплены къ полозьямъ на глухо — это будетъ собственно волокуша. Иногда же могутъ быть съемными — это будутъ, такъ называемыя салазки (фиг. 2). Въ Ю. Россіи волокуши представляютъ ящикъ, длинные бока котораго идутъ ниже дна и составляютъ полозья. Волокуша строится изъ дубовыхъ или сосновыхъ досокъ и оковывается желѣзомъ, какъ самый ящикъ, такъ иногда и полозья. Размѣры волокуши (фиг. 1) изъ Саарбрюкенскихъ рудниковъ: высота полозьевъ 4″, длина ящика внутри около 4′, ширина около 2′, глубина около 10″, доски дубовыя. Вообще вмѣстимость волокушъ измѣняется въ зависимости отъ качества пути, уклона, возраста рабочаго и пр.

[300.] **Производительность.** Для обыкновеннаго рабочаго нагрузка равна отъ 3,65 пуд. до 4,87 пуд. при штрекахъ низкихъ не болѣе $3^1/_2$ ф. высоты; при болѣе высокихъ штрекахъ эта нагрузка доходитъ до 7,32 пуд. и даже до 9,75 пуд. Путь, проходимый рабочимъ въ смѣну, равенъ отъ 2800 саж. до 3800 саж., при хорошемъ состояніи пути.

Если перевозка въ волокушахъ производится подростками по низкимъ ходамъ, то нагрузка доходитъ только до 3,65 пуд. и проходимый путь—1640 с. Въ Ю. Россіи нагрузка въ волокушу—3 пуд. каменнаго угля (Лисичанскъ).

Если положимъ среднимъ числомъ нагрузку для взрослаго человѣка 7,32 пуд., а проходимый путь съ грузомъ 2800 саж., то полезное дѣйствіе рабочаго будетъ $= 7{,}32 \times 2800 = 20496$. Такимъ же образомъ для подростка $3{,}65 \times 1640 = 5986$. И такъ, взрослый рабочій въ смѣну перевозитъ круглымъ числомъ 205 пуд. на разстояніе 100 саж., а подростокъ только 60 пуд. на тоже разстояніе. Если поденная плата первому 60 коп., а второму 40 коп., то перевозка взрослымъ рабочимъ обойдется около 0,29 к. за 1 пудъ на 100 с., а подросткомъ 0,66 к. за 1 пудъ на 100 саж. Эти цифры ясно показываютъ невыгоду задолженія подростковъ.

Состояніе пути и уклонъ его имѣютъ также большое вліяніе на полезное дѣйствіе перевозки въ волокушахъ. Путь долженъ быть по возможности ровнымъ. На подъемъ въ 10° восхожденіе съ нагруженной волокушей уже затруднительно. Если это восхожденіе должно производиться на разстояніе около 10 с., то на такомъ участкѣ надо поставить помощника. Подъемъ въ 20° есть наибольшій предѣлъ для восхожденія съ волокушей.

При спускѣ въ 15° волокуша начинаетъ уже сама скользить внизъ по почвѣ выработки. При уклонѣ болѣе нежели въ 15° приходится уже удерживать волокушу, что можно дѣлать багромъ съ крючкомъ на концѣ. Того же можно достигнуть при помощи блока и цѣпи, если уклонъ достигаетъ 25 или 30°. Подъемъ нагруженныхъ волокушъ можетъ также производиться при помощи блока; но такія устройства примѣняются рѣдко.

Слѣдующая таблица даетъ нѣсколько примѣровъ перевозки въ волокушахъ при различныхъ условіяхъ пути.

Длина пути одного конца.	Уклонъ пути.	Нагрузка въ волокушу въ пуд.	Число пройденн. концовъ съ грузомъ.	Полезн. дѣйствіе, вѣсъ груза перемѣщен. на 100 саж.	Состояніе пути и размѣры.
28,1	0° —	3,66	56	58	Высота хода 2,6 фут.
29	0° —	4,88	50	71	» » 3,28 »
47,8	16° на 39,8 0° на 8	6,71	35	112	» » 5,25 » плохой путь.
98,5	12° на 22 0° на 76,5	5,49	28	151	
65,6	—14° —	7,32	32	154	Высота ходовъ болѣе 4,25′. Состояніе пути различно.
70,3	6° —	7,93	35	205	
92,3	0° —	7,26	30	198	
70,3	— 6° —	6,71	44	207	
49,7	0° —	7,01	55	192	
83,4	0° —	7,50	37	231	
46,9	0° —	7,32	85	292	Высота хода 5′. Путь превосходный.

[301.] Иногда доставка въ волокушахъ людьми замѣняется доставкой въ волокушахъ лошадьми. Въ послѣднемъ случаѣ волокуши дѣлаются большихъ размѣровъ, съ нагрузкой отъ 12 до 15 и даже до 18 пуд. Предпо-

читаютъ лошадей тогда, когда штреки имѣютъ достаточные размѣры и когда разстояніе доставки превосходитъ 70 саж. Лошадь тянетъ одну или двѣ волокуши, которыя доставляются отъ забоя къ главному штреку людьми и здѣсь уже впрягаютъ лошадей. Полезное дѣйствіе лошадей въ данномъ случаѣ также непостоянно, оно измѣняется отъ 22981 до 31423 при плохомъ пути и достигаетъ 68474 и даже до 84889 при хорошемъ пути. Если примемъ среднее полезное дѣйствіе равнымъ 68474, то, слѣдовательно, при доставкѣ въ волокушахъ лошадьми одна лошадь въ смѣну можетъ перевезти на разстояніе 100 саж. грузъ въ 684 пуда и если положимъ, что погонщикъ и содержаніе лошади обходится въ день въ 1 руб. 10 коп., то доставка 1 пуда на разстояніе 100 саж. обойдется 0,16 коп.

Если лошади приходится поднимать волокушу на подъемъ отъ 8° до 24°, то чтобы получить возможно большее полезное дѣйствіе, слѣдуетъ прибѣгнуть къ блоку, чтобы перемѣнить направленіе движенія лошади.

Нижеприведенная таблица представляетъ нѣкоторыя данныя, относительно перевозки въ волокушахъ лошадьми при различныхъ условіяхъ доставки.

Длина пути въ одинъ конецъ.	Уклонъ пути.	Нагрузка въ волокушу въ пуд.	Число пройденн. конповъ съ грузомъ.	Полезн. дѣйствіе. Вѣсъ груза перемѣщеннаго на 100 саж.	Состояніе пути.
46,9	0°	12,2	36°	206	Путь вообще плохой и ходы плохо вентилированы.
93,7	0	12,2	22	252	
140,6	0	12,2	19	326	
70,3	— 3	12,2	51	437	
93,7	— 5	12,2	28	320	
75	0	13,4	50	503	
100,7	2	14,6	36	529	Путь и вентиляція лучше, нежели въ предъидущихъ случаяхъ.
70,3	— 3	27,5	28	541	
70,3	— 6	26,9	32	605	
164	— 6	26,9	18	794	
70,3		36,6	33	849	

C. Перевозка въ колесныхъ сосудахъ людьми и лошадьми.

Въ этомъ отдѣлѣ разсмотримъ перевозку или откатку грузовъ въ рудникѣ въ сосудахъ, снабженныхъ колесами и двигающихся по почвѣ выработки или по искусственнымъ, усовершенствованнымъ путямъ. Къ этому отдѣлу рудничной перевозки относятся: a) откатка въ тачкахъ, b) откатка въ собакахъ, c) откатка въ вагонахъ.

a) Откатка въ тачкахъ.

[302.] **Доставка въ тачкахъ** на рудникахъ, особенно каменноугольныхъ, также примѣняется въ настоящее время довольно рѣдко, только на побочныхъ путяхъ; хотя есть случаи, гдѣ доставка добытаго матеріала въ тачкахъ производится и до самой шахты (наприм. Мѣднорудянскъ въ Тагилѣ).

При раціональномъ устройствѣ тачки, этого рода перевозка могла бы быть относительно выгодною. Обыкновенно внутри рудника употребляютъ тачку, изображенную на фиг. 3, табл. 45. Это и есть собственно рудничная тачка; иногда же примѣняютъ тачку, представленную на фиг. 4, — которая, впрочемъ, чаще встрѣчается при открытыхъ работахъ. Обыкновенно тачки строятся изъ досокъ; но иногда изъ кубоваго желѣза, какъ напр. въ рудникѣ Egersdorf близъ Шенебека, въ Мѣднорудянскѣ и проч. Діаметръ цапфъ оси около 1″, діаметръ колеса отъ 12″ до 21″. Чѣмъ больше діаметръ колеса, тѣмъ легче откатка. Стоимость тачки фиг. 3 около 4 р. 60 коп., тачка фиг. 4 стоитъ около 3,5 р. до 4 р. Продолжительность службы тачки фиг. 3 въ рудникѣ $1\frac{1}{2}$ года, тачки фиг. 4 — около 3 мѣсяцевъ, послѣ чего требуется ремонтъ. Тачка катится обыкновенно по доскамъ, толщиною $1\frac{1}{2}$″, шириною 10″.

Вмѣстимость тачекъ измѣняется, смотря по роду перевозимаго матеріала. Въ Саксоніи вмѣстимость тачекъ дѣлаютъ въ 2,9 куб. ф., такъ что бураго угля помѣщается не болѣе 6 пуд. Въ Фрейбургѣ (Breisgau) для свинцово-серебряныхъ рудъ вмѣстимость тачки 0,9 куб. ф. Въ Саарбрюкенскихъ каменноугольныхъ рудникахъ нагрузка въ тачку равна 7,5 до 9 пудовъ. На Алтайскихъ рудникахъ нагрузка въ тачку 3 пуда, а вѣсъ самой тачки $1\frac{1}{2}$ пуда. Въ Мѣднорудянскѣ нагрузка также 3 пуда.

Посмотримъ отъ какихъ условій зависитъ величина нагрузки на тачку. Возьмемъ чертежъ тачки фиг. 4. Положимъ, что вѣсъ тачки съ грузомъ Q; назовемъ разстояніе отъ оси колеса до того мѣста, гдѣ рабочій поддерживаетъ тачку, черезъ a; разстояніе отъ оси до центра тяжести нагруженной тачки че-

резъ b. Сила P, или давленіе на руки рабочаго, приподнимающаго тачку, получится изъ у—нія:

$$P = \frac{b}{a} Q.$$

Чѣмъ меньше $\frac{b}{a}$, иначе—чѣмъ ближе центръ тяжести къ оси колеса, тѣмъ P меньше, и если предположимъ, что центръ тяжести находится надъ осью колеса, тогда P будетъ равно нулю и усиліе рабочаго будетъ только исключительно направлено для приданія поступательнаго движенія тачкѣ, т. е. для преодолѣнія сопротивленія отъ тренія въ осяхъ колеса и самаго колеса по настилкѣ; но эти сопротивленія вообще не значительны. Слѣдовательно, теоритически, должно строить тачки такимъ образомъ, чтобы центръ тяжести находился ближе къ оси. На практикѣ это положеніе не должно переходить за извѣстный предѣлъ, иначе тачка дѣлается весьма валкой и колеса глубоко погружаются въ почву; обыкновенно $\frac{b}{a} = 1/4 — 1/3$. Съ этой точки зрѣнія тачка типа фиг. 3, менѣе удовлетворительна, нежели тачка фиг. 4.

[303.] **Производительность.** Можно положить, что нагрузка на тачку, обыкновеннаго устройства, равна отъ 3,7 пуд. до 4,3 пуд. При расположеніи, въ которомъ центръ тяжести находится ближе къ оси, нагрузка можетъ быть увеличена до 5,5 пуд. и даже до 6 пуд. и болѣе. При нагрузкѣ въ 3,7 пуд. и при откаткѣ прямо по почвѣ выработки, одинъ откатчикъ въ смѣну (отъ 8 до 10 часовъ) можетъ дать полезнаго дѣйствія 14306, т. е. доставить въ смѣну грузъ въ 143 пуда на разстояніе 100 саж. Въ рудникахъ Rive-de-Gier одинъ откатчикъ съ нагрузкой на тачку 6 пуд. дѣлаетъ въ смѣну 36 концовъ длиною 93,7 саж., слѣдовательно полезное дѣйствіе будетъ 20239, т е. перевозитъ грузъ въ 202 пуда на разстояніе 100 саж. Это—весьма значительное полезное дѣйствіе, если принять во вниманіе, что откатка производится непосредственно по почвѣ выработки.

Если откатка въ тачкахъ производится по настланнымъ доскамъ, при горизонтальномъ пути, то полезное дѣйствіе откатчика возрастаетъ до 286 пуд. и даже до 314 пуд., перевозимыхъ на разстояніе 100 саж. При очень плохомъ пути полезное дѣйствіе падаетъ до 84 пуд. на 100 саж. Полезное дѣйствіе въ 286 пуд. можно принять, какъ нормальное, если тачка устроена, какъ на фиг. 4; при такой тачкѣ съ нагрузкой въ 6 пуд. откатчикъ будетъ менѣе утомляться, чѣмъ при тачкѣ фиг. 3 съ нагрузкой въ 3,7 пуд. и при полезномъ дѣйствіи въ 143 пуд. на 100 саж. При незначительныхъ уклонахъ откатка въ тачкахъ дѣлается невыгодной и очень утомительной для рабочаго, а потому и не примѣняется.

Принявъ выше указанное среднее значеніе полезнаго дѣйствія и положивъ поденную плату откатчику въ 60 коп., получимъ, что откатка въ тачкахъ груза въ 1 пуд. на разстояніе 100 саж. стоитъ 0,21 коп.

Иногда тачки устраиваются такимъ образомъ, что ящикъ ихъ дѣлается съемнымъ. При доставкѣ тачки къ шахтѣ, ящикъ снимается и поднимается по шахтѣ. На Екатеринопольской копи (Кіевской губ.) вмѣстимость такой съемной тачки $\frac{1}{4}$ куб. арш. ($4\frac{1}{2}$ пуд. бураго угля), діаметръ деревянныхъ колесъ 8 верш., вѣсъ тачки $2\frac{1}{2}$ пуда, стоимость 10 руб. При разстояніи въ 40 саженъ, въ 12 ч. смѣну откатчикъ доставляетъ 80 тачекъ.

Слѣдующая таблица даетъ результаты старыхъ опытовъ надъ откаткой въ тачкахъ, произведенныхъ на Алтайскихъ рудникахъ. Здѣсь вѣсъ тачки $1\frac{1}{2}$ пуд., нагрузка 3 пуд., откатка производилась по почвѣ выработокъ, скорость откатки 3′, время нагрузки и разгрузки 2 м. Число такихъ тачекъ, перевозимыхъ однимъ рабочимъ въ 8 часовую смѣну на различныя горизонтальныя разстоянія, показано въ слѣдующей таблицѣ.

Длина пути въ сажен.	Число тачекъ.	Длина пути въ сажен.	Число тачекъ.	Длина пути въ сажен.	Число тачекъ.	Длина пути въ сажен.	Число тачекъ.
5	200	22	127	50	80	95	50
8	189	24	125	55	75	100	48
10	171	25	120	60	70	105	46
12	162	26	117	65	66	110	44
14	153	28	113	70	63	115	42
15	150	30	109	75	60	120	41
16	146	35	100	80	57	125	40
18	139	40	92	85	54	130	38
20	133	45	85	90	52	150	35

Вообще, число тачекъ можетъ быть вычислено для каждаго частнаго случая по слѣдующей формулѣ:

$$n = \frac{T}{\frac{l}{v} + \frac{l}{w} + t},$$

которая получается изъ равенства:

$$T = n\left(\frac{l}{v} + \frac{l}{w} + t\right)$$

гдѣ n = число тачекъ, доставляемыхъ въ смѣну.

T = время одной смѣны.

l = длина пути въ футахъ.

v и w = скорость движенія съ нагруженной тачкой и скорость движенія съ пустой тачкой, отъ 1,6 до 3 фут. въ 1″, смотря по качеству пути, нагрузкѣ и пр.

t = время нагрузки и разгрузки, оно равно отъ 1,5 до 2,1 минуты.

b) Откатка въ собакахъ.

Нѣсколько уже столѣтій тому назадъ, какъ на рудникахъ Венгріи и Гарца откатка рудъ производилась въ небольшихъ деревянныхъ телѣжкахъ, катившихся по деревяннымъ рельсамъ. Объ этомъ способѣ доставки упоминаетъ еще Плиній. Вагоны эти извѣстны подъ именемъ *Венгерскихъ* и *Нѣмецкихъ собакъ*. Хотя въ настоящее время откатка въ собакахъ почти уже вытѣснена откаткой въ вагонахъ по желѣзнымъ рельсамъ, тѣмъ не менѣе онѣ еще и теперь примѣняются на нѣкоторыхъ металлическихъ рудникахъ.

[304.] **Венгерская собака** изображена на фиг. 5. Собака представляетъ ящикъ, сколоченный изъ досокъ и окованный желѣзомъ, вверху онъ нѣсколько съуживается. Подъ дномъ ящика укрѣпленъ брусъ *e*, подъ которымъ проходятъ оси колесъ. Колеса закрѣплены на осяхъ или свободны. Діаметръ заднихъ колесъ *c* больше діаметра переднихъ колесъ *d*, и кромѣ этого, ось *c* ближе расположена къ срединѣ вагона. Вслѣдствіе такого расположенія, центръ тяжести нагруженной собаки находится ближе къ задней оси *c* и нѣсколько выше ее. Колеса безъ закраинъ, съ широкимъ ободомъ и катятся по деревяннымъ толстымъ доскамъ. Конечно такой путь выгоднѣе, нежели непосредственно почва выработки. Въ послѣднемъ случаѣ сила тяги составляетъ около $^1/_8$ всего груза, а при деревянномъ, гладкомъ пути — не болѣе $^1/_{70}$.

Размѣры собаки слѣдующіе:

Ширина внутри ящика, внизу	$13^3/_4$″
» » » вверху	$12^3/_4$″
» » » по срединѣ	$13^1/_4$″
Длина ящика внутри	40″
Вышина ящика	$16^1/_2$″
Толщина досокъ, стѣноъ	$1^1/_4$″

Діаметръ заднихъ колесъ	$7^{3}/_{4}''$
„ переднихъ	$6''$
Ширина обода	$2''$
Разстояніе передней оси отъ передняго края ящ.	$3''$
Разстояніе задней оси отъ задняго края ящика.	$17''$
Толщина бруса подъ днемъ ящика	$5''$
Высота бруса у заднихъ колесъ	$5^{1}/_{2}''$
Высота бруса у переднихъ колесъ	$4''$
Ширина оковочныхъ полосъ	$1^{1}/_{2}''$
Толщина „ „	$1''$
Вмѣстимость собаки	4,34 куб. ф.
Вѣсъ перевозимаго груза	9 до 12 пуд.

Впрочемъ, вѣсъ перевозимаго груза измѣняется, смотря по плотности перевозимаго вещества, также какъ и размѣры собаки. Иногда грузъ доходитъ до 30 пуд.

Если положимъ, что нагрузка на собаку колеблется между 9 и 15 пуд., то полезное дѣйствіе откатчика будетъ отъ 398 до 427 пуд., перевозимыхъ на 100 саж. въ смѣну. Длина пути—maximum 300 саж. Въ нѣкоторыхъ рудникахъ нагрузку доводятъ до 30 пудъ и полагаютъ полезное дѣйствіе откатчика 572 пуд. на 100 саж. Откатка производится такъ, что рабочій нажимаетъ на скобку s, вслѣдствіе чего передній конецъ собаки поднимается и она катится только на заднихъ колесахъ, что очень удобно на поворотахъ; разгрузка производится опрокидываніемъ на бокъ.

Если принять среднее полезное дѣйствіе для откатчика въ смѣну равнымъ 400 пуд., поденную плату 60 коп., то откатка одного пуда на 100 саж. обойдется въ 0,15 к.

[305.] Нѣмецкая собака (фиг. 6) отличается отъ Венгерской тѣмъ, что катится на всѣхъ четырехъ колесахъ и имѣетъ направляющій шкворень b съ роликомъ. Путь представляетъ двѣ доски шириною каждая $5''$, толщиною $2^{1}/_{2}''$, прикрѣпленныхъ гвоздями къ шпаламъ, положеннымъ на почву выработки. Разстояніе между досками $1^{3}/_{4}''$. Впослѣдствіи начали покрывать доски тонкой желѣзной шиной для прочности. Собака имѣетъ четыре колеса съ плоскимъ ободомъ; колеса различныхъ діаметровъ. Шкворень b направляетъ движеніе собаки по доскамъ, а потому при этой собакѣ не требуется такого искусства откатчика, какъ при Венгерской. Комбъ приводитъ примѣръ Саксонскихъ рудниковъ, гдѣ собака нагружается 9 пуд., откатчикъ долженъ сдѣлать 40 концовъ съ нагруженной собакой, длина пути 60 саж. и полезное дѣйствіе 21600 или 216 пуд. на 100 с. Стоимость откатки за пудъ 0,27 коп. на 100 саж. Такая высокая стоимость откатки объясняется главнѣйше малою нагрузкой собаки.

c) Откатка въ вагонахъ.

Разсмотрѣнные нами выше способы передвиженія груза въ рудникѣ, болѣе или менѣе несовершенны, доставка обходится довольно дорого; они могутъ быть оправданы только исключительными мѣстными условіями, малою производительностью, малыми размѣрами поперечнаго сѣченія выработокъ и т. п. Въ настоящее время правильное рудничное хозяйство, громадная производительность рудниковъ и проч. заставлаютъ прибѣгать къ болѣе совершеннымъ способамъ передвиженія грузовъ въ рудникѣ, а именно—къ откаткѣ въ вагонахъ иногда по деревяннымъ, но преимущественно по желѣзнымъ путямъ, или рельсамъ.

Мы прежде разсмотримъ устройство путей, затѣмъ перейдемъ къ вагонамъ, двигателю, къ стоимости откатки и пр.

Устройство путей для вагонной откатки.

[306.] **Деревянные рельсы.** Этотъ видъ дорогъ въ прежнее время примѣнялся довольно часто для нѣмецкихъ вагоновъ, имѣвшихъ колеса безъ закраинъ [1]); но его теперь встрѣчаемъ только въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ лѣсъ дешевъ. Путь представляетъ деревянные брусья *a* (фиг. 7, табл. 45), укрѣпленные гвоздями къ шпаламъ *b*. Ширина пути отъ 1,5 ф. до 1,7 ф. Разстояніе между шпалами около 2′. Толщина брусьевъ отъ 4″ до 6″ въ квадратѣ; шпалы имѣютъ размѣры отъ 4″ до 6″ въ квадратѣ, длиною отъ 5′ до 6′. На нижній брусъ деревянными нагелями прибиваются деревянныя же планки *n*, около 3″ въ квадратѣ. Разстояніе между этими закраинами болѣе ширины хода вагонныхъ колесъ на $1\frac{1}{2}$″ — 2″, въ изгибахъ больше. Брусья лучше брать дубовые, закраины дѣлаются изъ бука. При очень крутыхъ поворотахъ такой путь прерывается и замѣняется сплошными помостами изъ досокъ.

На фиг. 8 и 9 представлены деревянные рельсы, на поверхности которыхъ положены желѣзныя полосы, для предохраненія дерева отъ скораго изнашиванія. На фиг. 10 рельсъ такой же, какъ и на фиг. 9; но здѣсь сила нагрузки проходитъ черезъ середину брусьевъ, что, конечно, раціональнѣе.

Вообще деревянные рельсы если и обходятся дешевле металлическихъ при самомъ устройствѣ, то ремонтъ ихъ очень дорогъ; они скоро изнашиваются и при дѣятельной откаткѣ невыгодны.

---

[1]) Вагоны съ колесами безъ закраинъ носятъ иногда названіе нѣмецкихъ вагоновъ. Вагоны, у которыхъ колеса съ закраинами, называются иногда англійскими.

Стоимость 1 погонной сажени пути съ деревянными рельсами (съ желѣзной полосой по краямъ, привернутой шурупами (фиг. 8).

Полосоваго желѣза 2 с. шир. $1\frac{1}{4}''$, толщ. $\frac{3}{8}''$, 27 ф.	1 р.	35 к.	(по 2 р. за пудъ).
Шурупы		40	„
Сосновыхъ продольныхъ брусьевъ 2 саж.	1 „	—	„
Шпалъ 2 шт. по 20 к.		40	„
Работа		60	„
Итого	3 р.	75 к.	

Извѣстные до сего времени деревянные и чугунные рельсы невыгодны, обходятся дорого, скоро изнашиваются, ломаются. При чугунныхъ рельсахъ большое число скрѣпленій, вслѣдствіе малой длины рельса, головки гвоздей и проч. производятъ толчки при откаткѣ. Все это ведетъ къ тому, что въ настоящее время почти исключительно примѣняютъ желѣзные рельсы.

[307.] **Чугунные рельсы.** Первые металлическіе рельсы, которые замѣнили въ Англіи деревянные въ 1767 году, — были чугунные. Форма имъ придавалась и придается весьма различная; вообще-же эта форма представляетъ обыкновенно два ребра: по одному катится колесо вагона безъ закраинъ, а другое ребро устраняетъ соскакиваніе колеса съ рельса. На фиг. 11 представлены чугунные рельсы. Длина рельса 3′, ширина 4″, толщина 1″, высота вертикальнаго ребра $1\frac{3}{4}''$. Ширина пути отъ 0,8 до 2′. Вѣсъ 3 погон. футовъ рельса около 0,45 пуд.; но иногда имъ даютъ большіе размѣры, такъ что 3 погон. фут. вѣсятъ 0,67 до 0,82 пуд. Разстояніе между шпалами отъ 1,65 фут. до 3,25 фут.

На фиг. 12 представлено другое видоизмѣненіе чугунныхъ рельсовъ. На фиг. 13 — чугунные рельсы съ чугунными-же шпалами.

Стоимость 1 погон. сажени пути съ чугунными рельсами. (фиг. 11).

2 саж. рельсовъ вѣсомъ 4 пуд. по 1 р. 50 к. за пудъ	6 р.	— к.
Костыли		4 „
Шпалы (полагая разстояніе между шпалами $2\frac{1}{8}'$), по 20 к. за штуку		60 „
Работа		30 „
Итого	6 р.	94 к.

[308.] **Желѣзные рельсы,** — примѣняемые въ рудничномъ дѣлѣ, получаютъ разнообразную форму поперечнаго сѣченія; но мы разсмотримъ только болѣе употребительные.

а) **Рельсы съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ.** Фиг. 14 представляетъ полосовое желѣзо, поставленное на ребро въ пазъ шпалы и над-

лежащимъ образомъ заклиненное. По простотѣ своей, по относительной дешевизнѣ, по возможности достать всегда надлежащаго сорта желѣзо, по возможности дѣлать крутыя изгибы,—эти рельсы заслуживаютъ полнаго вниманія во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ откатка не особенно дѣятельна, ибо они требуютъ въ противномъ случаѣ частаго ремонта; недостатокъ этихъ рельсовъ: колеса вагоновъ скорѣе изнашиваются, нежели при другихъ системахъ. Размѣры клиньевъ: высота—$1\frac{1}{2}''$, толщина—$\frac{7}{8}''$ въ узкомъ концѣ и $1\frac{1}{4}''$ въ широкомъ, длина—4 до 5″. Клинья обыкновенно дубовые.

b) **Виньолевскіе рельсы** (фиг. 15, 16 и 17) вообще болѣе прочны и устойчивы, нежели съ прямоугольнымъ сѣченіемъ и должны быть примѣняемы въ главныхъ откаточныхъ штрекахъ, въ которыхъ откатка будетъ продолжаться много лѣтъ и весьма дѣятельно, въ особенности, гдѣ откатка механическая. Прикрѣпленіе виньолевскихъ рельсовъ къ шпаламъ представлено на фиг. 18 и 19. При крутыхъ поворотахъ, гдѣ требуется особая прочность, а также на стыкахъ, рельсы укрѣпляются на чугунныхъ подушкахъ, фиг. 20. Въ стыкахъ для большей прочности, особенно при машинной откаткѣ, рельсы скрѣпляются, какъ показано на фиг. 21. Между стыками оставляется зазоръ въ 2 — 3^{mm}.

c) **Рельсы съ поперечнымъ сеченіемъ въ видѣ буквы Z** (фиг. 22, табл. 46). Сторона *a* обращена во внутрь пути.

d) **Пустотѣлые рельсы**—фиг. 23, вслѣдствіе широкаго своего основанія, они весьма устойчивы; но вѣсъ ихъ значителенъ, а также и цѣна. Такой формы рельсы примѣняются и у насъ, на рудникахъ Ю. Россіи.

e) На фиг. 23 bis представленъ *двухосновной рельсъ*, укрѣпленный въ подушкѣ *a*, которая въ свою очередь прикрѣплена къ шпалѣ *b*. Шпала можетъ быть деревянная или желѣзная; въ послѣднемъ случаѣ старые рельсы съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ вполнѣ будутъ пригодны для этого.

[**309.**] **Ширина пути** зависитъ прежде всего отъ ширины штрека: при узкихъ штрекахъ и малой откаткѣ, ширина пути равна 1,6 ф., обыкновенно же 2′. При широкихъ штрекахъ, при большой производительности, при большихъ вагонахъ иногда ширина пути доходитъ до 2,6 фут. На рудникахъ Луарскаго бассейна припято дѣлать ширину пути отъ 1,31 ф. до 1,64 ф. для вагоновъ вмѣстимостью отъ 10,5 куб. футъ до 17,5 куб. ф. Ширину въ 1,31 ф. находятъ болѣе удобною для дорогъ съ крутыми поворотами; но за то при узкомъ пути устойчивость вагона уменьшается. По другимъ примѣрамъ практики для вагоновъ съ нагрузкой отъ 49 до 55 п., ширина пути равнялась 2,5 ф.; эта послѣдняя ширина весьма часто встрѣчается на рудникахъ Англіи, особенно въ Ньюкестельскомъ бассейнѣ; вообще же въ Англіи ширина пути колеблется отъ 2′ до 3′. На рудникахъ С. Франціи весьма часто встрѣчаемъ ширину пути въ 2′. На желѣзномъ рудникѣ Beauregard (Côte d'or), гдѣ разрабатывается штольной почти го-

ризонтальный пластъ руды мощностью въ 6′—ширина пути равна 3′, при вмѣстимости вагоновъ въ 26,5 куб. ф.

Разстояніе между шпалами обыкновенно 2′; но иногда на побочныхъ путяхъ это разстояніе доходитъ до 2,6 ф. и при весьма дѣятельной откаткѣ это разстояніе уменьшается до 1,6 ф.

Размѣры шпалъ измѣняются съ шириною пути: такъ напр., при ширинѣ пути 1,5 ф. размѣры шпалъ будутъ 2′,6 × 3¼″ × 3¼″. При ширинѣ пути въ 1′,64, на рудникахъ St. Etienne, шпалы получаютъ размѣры 2′,95 × 3¼″ × 4″; впрочемъ тѣже размѣры для шпалъ мы встрѣчаемъ для пути въ 2′ шириной на рудникѣ въ Firminy. Для побочныхъ путей при ширинѣ въ 2′ на рудникѣ Noeux шпаламъ придаютъ размѣры: длина 2′,95, высота 3¼″, ширина 2¾″; въ этихъ шпалахъ сдѣланы гнѣзда для рельсовъ съ прямоугольнымъ сѣченіемъ, глубиною 1¼″.

[310.] Сравненіе деревянныхъ и металлическихъ шпалъ. Не смотря на то, что металлическія шпалы начинаютъ уже пріобрѣтать значеніе въ рудничномъ дѣлѣ, однако деревянныя шпалы общепринятыя въ настоящее время. Лѣсъ для шпалъ примѣняется различный, обыкновенно же дубъ или сосна, иногда букъ.

Закрѣпленіе на шпалахъ рельсовъ съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, какъ изображено на фиг. 14, — весьма просто и дешево; но при частой переноскѣ рельсовъ, напр. у забоевъ, гнѣзда для заклинки скоро пропадаютъ. Можно положить, что послѣ 10 перемѣщеній шпала дѣлается негодной къ дальнѣйшей службѣ. Въ подобныхъ случаяхъ, на нѣкоторыхъ рудникахъ Франціи, находятъ болѣе выгоднымъ закрѣплять прямоугольный рельсъ въ чугунныхъ подушкахъ, а эти послѣднія прикрѣплять къ шпаламъ деревяннымъ или желѣзнымъ, подобно фиг. 23 bis. Слѣдующая таблица даетъ нѣкоторыя числа, относящіяся до различныхъ шпалъ, служившихъ для путей, проложенныхъ въ очистныхъ выработкахъ.

Шпалы.	Стоимость одной шпалы.	Продолжительность службы.	Годовой расходъ на погашеніе, принявъ въ разсчетъ стоимость стараго матер.
	коп.		коп.
1. Деревянная шпала съ гнѣздомъ.....	11,7	3 мѣс.	46,25
2. Деревянная шпала съ подушкой.....	32	2 года	14,78
3. Шпала изъ старыхъ рельсовъ, съ подушкой.....	47	3 года	11,43

Стоимость одной шпалы изъ старыхъ рельсовъ съ чугунной подушкой слагается изъ слѣдующихъ расходовъ:

Старый рельсъ, $3^1/_4$ фут., $11^1/_4$ фунт.....	14 к.
2 подушки, по $3^4/_5$ фунт.....	17 „
4 заклепки, 0,6 фунт.....	6 „
Работа и общіе расходы.....	10 „
Итого...	47 к.

Если рельсовый путь уложенъ по главному откаточному штреку, то продолжительность службы шпалъ во всѣхъ случаяхъ, больше, а расходъ на погашеніе меньше, какъ видно изъ прилагаемой таблицы:

Шпалы.	Стоимость одной шпалы.	Продолжительность службы.	Годовой расходъ на погашеніе.
1. Деревянная шпала съ гнѣздомъ	11,7	4 года	3,3
2. Деревянная шпала съ подушкой	32	8	4,5
3. Шпала изъ старыхъ рельсовъ съ подушкой.....	47	10	4,6

Деревянная шпала съ чугунными подушками стоитъ:

Дерева дубоваго.....	$6^1/_4$ к.
Пропитываніе купоросомъ.....	$^3/_4$ „
2 подушки, по $3^1/_2$ фунт.....	$15^1/_2$ „
4 болта.....	7 „
Работа.....	$2^1/_2$ „
Итого....	32 к.

Резюмируя только что приведенныя таблицы, заключаемъ, что для очистныхъ выработокъ выгоднѣе взять шпалы изъ старыхъ рельсовъ, а для откаточнаго главнаго штрека — деревянныя съ подушками.

[311.] **Размѣры рельсовъ.** Размѣры поперечнаго сѣченія рельсовъ зависятъ отъ вѣса нагруженнаго вагона и разстоянія между шпалами, а также отъ отношенія между разстояніемъ шпалъ и разстояніемъ между осями вагоновъ. Здѣсь можетъ быть два случая: первый, когда размѣры вагона таковы, что его переднія колеса будутъ находиться между шпалами *a* и *b*, а заднія между шпалами *b* и *c* (фиг. 24). Въ такомъ случаѣ приблизительно

можно разсматривать части ab и bc, какъ независимые брусья, лежащіе концами на двухъ опорахъ и подверженные извѣстнымъ сгибающимъ усиліямъ, наибольшее дѣйствіе которыхъ будетъ тогда, когда они будутъ приложены на срединѣ ab или bc. Если разстояніе между осями вагона назовемъ черезъ s, разстояніе между шпалами черезъ l; черезъ p давленіе, причитающееся на каждое колесо, то, какъ извѣстно изъ строительной механики, статическій моментъ сгибающей силы для части рельсовъ ab, при условіи вообще если $s > 0{,}5\ l$ будетъ:

$$M_1 = \frac{p}{4} l$$

Если назовемъ вѣсъ пустаго вагона черезъ W, вѣсъ нагрузки черезъ Q, то

$$p = \frac{1}{4}\left(W + Q\right)$$

и слѣдовательно:

$$M_1 = \frac{W+Q}{16} l = 0{,}062\ (W + Q) l$$

Въ второмъ случаѣ, когда оба колеса находятся между шпалами a и b (фиг. 25), тогда принявъ, что $\frac{s}{l} = \frac{1}{8}$, какъ крайній случай, получимъ, что наибольшій сгибающій моментъ будетъ:

$$M_2 = 0{,}347\ pl$$

или наконецъ

$$M_2 = 0{,}087\ (W + Q)\ l$$

Слѣдовательно, во второмъ случаѣ сгибающей моментъ будетъ больше, нежели въ первомъ. Примемъ, какъ среднее значеніе, что

$$M = 0{,}075\ (W + Q)\ l$$

Моментъ сгибающей силы долженъ равняться моменту сопротивленія сгибанію, т. е.

$$M = \frac{J}{e} R$$

гдѣ $\frac{J}{e}$ моментъ сопротивленія различный для различныхъ формъ поперечнаго сѣченія рельсовъ. R — коэффиціентъ прочнаго сопротивленія сгибанію, различный для различныхъ матеріаловъ.

Для рельса съ прямоугольнымъ сѣченіемъ будемъ имѣть $\frac{J}{e} = \frac{bh^2}{6}$, слѣдовательно

$$0{,}075\ (W + Q)\ l = \frac{bh^2}{6}\ R \text{ — (1)}$$

Изъ этого у—нія, при данномъ l и $(W + Q)$ и задавшись отношеніемъ между высотой рельса h и толщиной b, можно уже легко вычислить h или b. Здѣсь b, h, l въ дюймахъ, R въ пудахъ. При большой скорости откатки и для желѣза $R = 200$ пуд. при малой скорости $R = 275$; для рельсовъ изъ Бессемеровой стали $R = 315$ до 432, смотря по скорости откатки.

Вѣсъ одной погонной сажени желѣзнаго рельса съ прямоугольнымъ сѣченіемъ найдется изъ у—нія:

$$q = 25{,}86\ bh \text{ фунт.}$$

Для Виньолевскихъ рельсовъ, какъ на фиг. 15, въ которыхъ обыкновенно $b_1 = 0{,}45\ h$, $a = d_1 = 0{,}15\ h$, $b = 0{,}8\ h$, $d = 0{,}1\ h$, будемъ имѣть:

$\frac{J}{e} = 0{,}063\ h^3$, а вѣсъ погонной сажени $q = 7{,}39\ h^2$ фунт.

На нѣкоторыхъ Австрійскихъ рудникахъ Виньолевскіе рельсы имѣютъ поперечное сѣченіе, представленное на фиг. 16, для котораго имѣемъ, при

$$b_1 = \frac{2}{3}h,\ a = 0{,}208\ h,\ d_1 = \frac{2}{4},\ b = h,\ d = \frac{n}{6}, \text{ —}$$

$\frac{J}{e} = 0{,}108\ h^3$, а вѣсъ погонной сажени $q = 12{,}09\ h^2$ фунт.

Для формы рельса фиг. 17, имѣемъ, при

$$b_1 = \frac{3}{7}\ h\ ,\ a = \frac{h}{7},\ d_1 = \frac{2}{7}\ h,\ b = \frac{6}{7}h,\ d = \frac{h}{7},$$

$\frac{J}{e} = 0{,}075\ h^3$, а вѣсъ погонной сажени $q = 8{,}73\ h^2$ фунтъ

Вообще же для Виньолевскихъ рельсовъ имѣемъ общее выраженіе:

$$J = \frac{1}{3}\left(b_1 e^3 + b\ (h - e)^3 - (b_1 - a)\ (e - d_1)^3 - (b - a)\ (h - e - d)^3\right)$$

и

$$e = 0{,}5\left[\frac{ah^2 + (b_1 - a)\ d_1^2 + (b - a)\ d\ (2h - d)}{ah + (b_1 - a)\ d_1 + (b - a)\ d}\right]$$

Для формы рельсовъ въ видѣ буквы Z (фиг. 22), имѣемъ общую формулу:

$$\frac{J}{e} = \frac{1}{6h}\ (bh^3 - gf^3)$$

$$b = 0{,}294\,h,\ g = 0{,}137\,h,\ f = 0{,}686\,h$$

и при этихъ отношеніяхъ:

$$\frac{J}{e} = 0{,}0417\,h^3,$$ а вѣсъ погонной сажени $q = 6{,}04\,h^2$ фунт.

Для пустотѣлаго рельса (фиг. 23):

$$e = 0{,}5\left[\frac{2ah^2 + (b_1 - 2a)\,d_1^2 + 2\,(b-a)\,d\,(2h-d)}{2ah + (b_1 - 2a)\,d_1 + 2\,(b-a)\,d}\right]$$

$$J = \frac{1}{3}\left[b_1 e^3 + 2b\,(h-e)^3 - (b_1 - 2a)\,(e-d_1)^3 - 2(b-a)\,(h-e-d)^3\right]$$

обыкновенно имѣетъ отношеніе:

$b_1 = 0{,}79\,hh,\ d = 0{,}338\,h,\ a = 0{,}117\,h,\ b = 0{,}706\,h,\ d = 0{,}206\,h.$

при этихъ отношеніяхъ:

$$\frac{J}{e} = 0{,}145\,h^3,$$ а вѣсъ погонной сажени $q = 18{,}81\,h^2$ фунт.

Слѣдующая таблица показываетъ *размѣры и вѣсъ погонной сажени желѣзныхъ рельсовъ прямоугольнаго сѣченія*, при различномъ вѣсѣ нагруженнаго вагона и при разстояніи между шпалами въ 26″.

Вѣсъ нагруженнаго вагона.	Высота рельса h.	Толщина рельса b.	Вѣсъ 1 погонной сажени q.
пуды	дюйм.	дюйм.	фунт.
19	$1^5/_8$	$^3/_8$	15,75
31	2	$^3/_8$	19,89
43	2	$^1/_2$	25,86
55	$2^3/_8$	$^5/_8$	38,43
74	$2^3/_4$	$^5/_8$	44,45
92	$2^3/_4$	$^3/_4$	53,32

[312.] **Стоимость сооруженія рудничныхъ желѣзныхъ дорогъ.** Приводимъ ниже нѣсколько примѣровъ стоимости сооруженія рельсовыхъ путей въ рудникѣ.

Нижеслѣдующая таблица представляетъ сравнительныя числовыя данныя, относящіяся до стоимости сооруженія и погашенія капитала, затраченнаго на устройство рельсоваго пути нѣкоторыхъ рудниковъ Франціи.

Расходы на 1 погон. саж. пути.	Рельсъ прямоугольный *a*.	Рельсъ двухъ основной *b*.
	руб.	руб.
Стоимость рельсовъ	1,95	1,95
Шпалы деревянныя съ гнѣздами	0,41	»
Шпалы деревянныя съ чугунными подушками	»	0,93
Клинья, пропитанные купоросомъ	0,04	0,05
Баластъ въ кускахъ $2^1/_2$″	0,08	0,06
Доставка матеріаловъ	0,06	0,05
Укладка шпалъ и рельсовъ	0,04	0,06
Укладка баласта	0,05	0,04
Итого	2,63	3,14
Погашеніе капитала, падающее на 1 пог. саж. пути въ годъ,	0,003	0,002

Въ столбцѣ *a* цифры относятся до рельсовъ съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, укрѣпленныхъ, какъ на фиг. 14; вѣсъ 1 п. с. рельса равенъ 48 фунт. Столбецъ *b* относится къ рельсамъ двухъосновнымъ, укрѣпленнымъ при помощи подушекъ на деревянныхъ шпалахъ, какъ на ф. 23 bis. Всѣ преимущества на сторонѣ рельсовъ послѣдняго типа; нѣкоторыя инженеры предпочитаютъ эти рельсы виньолевскимъ. Рельсы (*b*) стальные, вѣсъ 1 п. с.—31 ф.

Въ приведенномъ случаѣ баластомъ служилъ доменный шлакъ и мусоръ съ золой изъ подъ колосниковъ. Такой баластъ считаютъ очень хорошимъ для мокрыхъ выработокъ. Для сухихъ-же онъ не годится, тутъ надо брать жирную землю и по временамъ поливать водой почву выработки. Разстояніе между шпалами въ приведенныхъ примѣрахъ 2 фута, какъ почти всегда.

На копяхъ Прусской Саксоніи виньолевскіе рельсы употребляются различныхъ размѣровъ, вѣсъ одной погонной сажени колеблется между $1^3/_4$ и $3^1/_2$ пуда; нагрузка вагоновъ 18 — 22 пуд. Стоимость устройства 1 погон.

саж. пути съ винньолевскими рельсами будетъ слагаться изъ слѣдующихъ расходовъ:

2 саж. рельсовъ.....	2 тал.	17	з. г.	3	п.ф.	
2 штуки шпалъ.....	„	„	8	„	5	„
3 штуки костылей.....	„	„	3	„	7	„
1 саж. доски для помоста.....	„	„	4	„	3	„
Укладка пути.....	„	„	1	„	11	„
Итого....	3 тал.	5	з. г.	5	п.ф.	(3 р. 16 к.)

Другой примѣръ: возьмемъ вагонъ въ 31 пудъ, ширина пути 1,5 ф., длина шпалъ 2,5 ф., а остальныя числовыя данныя оставимъ прежнія, тогда стоимость 1 погонной сажени пути будетъ:

2 сажени рельсовъ, вѣсомъ 38,78 фунт.....	1 р.	94	к.
Три шпалы по 15 к.....	„ „	45	„
6 врубовъ въ шпалахъ.....	„ „	9	„
Шесть клиньевъ.....	„ „	3	„
Укладка и пр.....	„ „	30	„
Итого....	2 р.	81	к.

Если желѣзная дорога, по истеченіи нѣкотораго времени службы, должна быть разобрана, то стоимость полученныхъ матеріаловъ можетъ составлять отъ 30 — 40% первоначальной стоимости.

[313.] **Скрещиваніе путей, разъѣзды и проч.** Если два пути перекрещиваются, то рельсы могутъ быть расположены, какъ показано на фиг. 26, или какъ на фиг. 27. Устройство фиг. 26, B служитъ также и для перевода вагоновъ съ пути ab на путь cd.

При съѣздахъ съ одного пути на другой, или при развѣтвленіяхъ пути, рельсы располагаются, какъ представлено на фиг. 28, 29 и 30. Эти расположенія годятся для откатки живыми движителями. При откаткѣ же машинами, стрѣлки принимаютъ расположеніе, изображенное на фиг. 31, табл. 47. Здѣсь части рельсовъ z и z_1 вращаются около осей a. Такъ напр., при съѣздѣ съ пути A на путь C, рельсъ z долженъ быть прижатъ къ рельсу b, а z_1 удаленъ отъ c; это дѣлается при помощи рычага, фиг. 32. Или расположеніе можетъ быть сдѣлано, какъ на фиг. 33, годное для всякаго радіуса закругленія.

При только что описанномъ устройствѣ перевода рельсовъ, долженъ быть поставленъ стрѣлочникъ. На фиг. 34 представлено самодѣйствующее устройство. Здѣсь одна только подвижная часть z, часть a неподвижна; но при такомъ устройствѣ можетъ быть съѣздъ только съ пути A на C и съ B на A, стоитъ только помѣстить пружину f, которая постоянно должна нажи-

мать рельсъ z къ r. Пружину можетъ замѣнить противовѣсъ, какъ показано на фиг. 35.

Если одинъ путь долженъ расходиться въ два параллельныхъ пути, то здѣсь рельсы получаютъ двоякую кривизну, какъ показано на фиг. 36. При данномъ ρ, e и E длина l опредѣлится изъ у—нія

$$l = \sqrt{2\rho\,(E+e)}$$

При перекрещиваніи путей при откаткѣ людьми и лошадьми, проще всего прибѣгнуть къ чугуннымъ платформамъ, какъ представлено на фиг. 26, а также на фиг. 37.

Вагоны.

[314.] **Системы откатки въ вагонахъ.** Подвижной составъ рудничныхъ желѣзныхъ дорогъ представляетъ вопросъ первостепенной важности въ рудничномъ дѣлѣ, такъ какъ надлежащее его разрѣшеніе имѣетъ значительное вліяніе на экономическую и техническую сторону рудничнаго хозяйства. Вслѣдствіе этого разберемъ этотъ предметъ возможно подробнѣе.

Системъ откатки по рудничнымъ желѣзнымъ дорогамъ можно различать три:

1) Вагоны нагружаются у самаго забоя или близко къ нему (доставка отъ забоя до вагона волокушами) и идутъ къ шахтѣ, гдѣ и разгружаются или поднимаются на поверхность безъ перегрузки.

2) Платформы двигаются только по главнымъ откаточнымъ штрекамъ; на нихъ ставятся особые сосуды, напр. волокуши, которыя и доставляются къ шахтѣ; эти только послѣдніе сосуды поднимаются на поверхность.

3) Вагоны нагружаются у самаго забоя, идутъ безъ перегрузки къ шахтѣ и поднимаются на поверхность.

Первая система имѣетъ весьма важные недостатки: вслѣдствіе перегрузокъ уголь измельчается; уголь изъ разныхъ забоевъ перемѣшивается, а слѣдовательно нельзя опредѣлить на поверхности, какому забойщику принадлежитъ доставленный матеріалъ. Въ настоящее время эта система почти оставлена.

Вторая система имѣетъ преимущество надъ первой, при ней избѣгаются вышеназванныя неудобства. Она соединяетъ въ себѣ волоченіе и собственно откатку, а потому имѣетъ приложеніе въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится прибѣгать къ волокушамъ для побочныхъ выработокъ. Недостатокъ ея — значительный мертвый грузъ, при передвиженіи по штрекамъ.

Третья система устраняетъ вышеобозначенныя неудобства, экономична, можетъ служить для большой производительности рудника и въ настоящее

время почти вездѣ принята, вытѣснивъ другія системы. Но она имѣетъ свои недостатки: значительные первоначальные расходы и значительный мертвый грузъ при подъемѣ по шахтѣ.

Мы здѣсь сдѣлаемъ описаніе вагоновъ, при посредствѣ которыхъ производится откатка, относящаяся преимущественно къ 3 случаю, самому распространенному.

[315.] **Форма ящика вагоновъ, расположеніе колесъ и осей** вообще бываютъ чрезвычайно различны. Слѣдующіе рисунки представляютъ типы вагоновъ, наиболѣе часто встрѣчаемыхъ на рудникахъ Западной Европы.

Фиг. 38 представляетъ деревянный вагонъ, принятый на рудникахъ Ньюкестеля; отличается весьма прочной постройкой. Оси вращаются вмѣстѣ съ колесами.

Фиг. 39. Вагонъ изъ кубоваго желѣза Люттихскихъ каменноугольныхъ рудниковъ. Оси неподвижны, колеса свободно вращаются на осяхъ.

Фиг. 40, (табл. 48). Вагонъ изъ кубоваго желѣза рудниковъ въ Anzin. Ось свободно вращается; одно колесо свободно, другое закрѣплено. Отличается малой высотой; очень пригоденъ для низкихъ штековъ. Очень устойчивъ.

Вотъ нѣкоторыя подробности размѣровъ этого вагона:

Длина	1^m, 1 (3,61 ф.)
Ширина	0^m, 78 (2,56 ф.)
Высота	0^m, 57 (1,87 ф.)
Вмѣстимость	484 lit. (16,94 куб. ф.)
Толщина стѣнокъ	2^{mm} (0,078″)
— дна	4^{mm} (0,157″)
Угловое желѣзо	3 kil. въ 1^m пог. (15,6 фунт. въ 1 пог. саж.)
Полосовое желѣзо	3 kil. 8 въ 1^m пог. (19,8 фунт. въ 1 пог. саж.)
Колеса желѣзныя вѣсомъ	8 kil. (19,52 фунт.)
Колеса чугунныя вѣсомъ	13 kil. (31,72 фунт.)
Вѣсъ вагона съ желѣзными колесами	190 kil. (11,59 пуд.)
Стоимость вагона съ желѣзными колесами	102 frs. (25,50 руб.)
Вѣсъ вагона съ чугунными колесами	210 kil. (12,21 пуд.)
Стоимость вагона съ чугунными колесами	96 frs. (24 р.)
Рельсы Виньолевскіе вѣсомъ	6 kil. въ 1^m пог. (31,2 фунт. въ 1 пог. саж.)

Фиг. 41. Вагонъ изъ кубоваго желѣза, рудниковъ въ Blanzy. Колеса и оси свободны.

Фиг. 42. Вагонъ деревянный, эллиптическаго сѣченія, рудника G. Combe. Колеса неподвижны, оси вращаются.

Вѣсъ вышепредставленныхъ вагоновъ, ихъ стоимость и вѣсъ нагрузки приведены въ слѣдующей таблицѣ:

	Вѣсъ вагона.	Нагрузка.	Вѣсъ нагруженнаго вагона.	Мертвый грузъ въ %	Цѣна въ рублях.
	пудъ.	пудъ.	пудъ.		
Ньюкэстельскій вагонъ, фиг. 38	11,6	24,4	36	32%	125
Льежскій вагонъ, фиг. 39	12,8	36,6	49,4	26%	140
Анзенскій вагонъ, фиг. 40	11,6	28	39,6	30%	102
Вагонъ Blanzy, фиг. 41	14	36,6	48,6	29%	?
Вагонъ рудниковъ G. Combe, фиг. 42	7,5	19	26,5	28%	77

На рудникахъ въ Монсѣ примѣняются деревянные вагоны, кверху расширяющіеся, вѣсомъ 5,6 пуд., вѣсъ нагрузки — 14,6 пуд., цѣна — 50 f. Такіе же вагоны употребляются на рудникахъ Borinage вмѣстимостью 24—27 пуд., а также и въ Англіи. Такъ напр., на рудникѣ Clifton-Hall вмѣстимость деревяннаго вагона—25 пуд., вѣсъ вагона — 10 пуд.

На рудникахъ въ Саарбрюкенѣ встрѣчаемъ малые деревянные вагоны вмѣстимостью 9,7 куб. фут. На рудникахъ въ *St.* Etienne—деревянные, эллиптическіе, съ ушами для подъема, вмѣстимостью 17,6 до 21 куб. фут. На рудникахъ въ Мансфельдѣ вагоны съ желѣзнымъ ящикомъ, поставленнымъ на деревянную раму, съ свободными колесами, вмѣстимостью 12 куб. фут. На рудникахъ въ Вестфаліи встрѣчаются вагоны съ деревянными ящиками, поставленными на желѣзныя рамы, коробчатаго желѣза. На фиг. 42 bis представлена желѣзная рама вагона, принадлежащаго къ типу, выработанному въ послѣднее время въ Рурскомъ округѣ. Нагрузка вагона 25—30 пудъ, высота — $35\frac{1}{2}''$, длина — 5,4 фут. На основной рамѣ устанавливается желѣзный или деревянный ящикъ. Вагонъ отличается значительною прочностію.

Въ Лютихскомъ округѣ встрѣчаются деревянные вагоны со стальными осями и желѣзными колесами, нагрузка 24,5 п., вѣсъ вагона 11,6 пуд.

Demanet строитъ вагоны изъ Бессемеровой стали, вѣсъ нагрузки — 30,5 пуд., вѣсъ вагона — 11 пуд.

На фиг. 43 представленъ вагонъ каменноугольнаго рудника, эксплуатирующаго пластъ мощностію 12—20″. Доставка отъ забоя къ главному откаточному штреку совершается въ волокушахъ, которыя представляютъ корзины, поставленныя на полозья (салазки); такую волокушу, если она не нагружена, рабочій легко несетъ на плечахъ. Вѣсъ пустого вагона около 24 пуд., вмѣстимость 35 куб. фут., нагрузка до 60 пуд. Ширина и высота вагона не превосходятъ $3^1/_4$ фут. Оси колесъ очень сближены—25″, длина вагона значительна—8′,3, маневрированіе вагона легкое, колеса свободны на осяхъ, откатка весьма легко и экономично производится людьми. Благодаря большой вмѣстимости вагоновъ, при производительности въ 25000 пудъ въ день, задолжается только два рабочихъ у рудничнаго двора и два на поверхности для пріема и постановки вагоновъ въ клѣти; плата этимъ рабочимъ падаетъ только 1 коп. на тонну. Стоимость вагона:

Желѣза 9,8 пуд.....	16,6 руб.
Чугуна 5,7 пуд.....	9,9 „
Дуба.....	3,6 „
Сосновыхъ досокъ.....	2,7 „
Работа.....	6,8 „
	39,6 руб.

Разсматривая приведенные чертежи общей формы вагоновъ, замѣчаемъ, что одни изъ нихъ имѣютъ горизонтальное поперечное сѣченіе прямоугольное, другіе— въ горизонтальномъ поперечномъ сѣченіи имѣютъ форму эллиптическую. Представителемъ первой формы служатъ Ньюкэстельскіе вагоны, представителемъ второй—вагоны изъ *G.* Combe. Первая форма имѣетъ преимущество надъ второй, ибо, при равныхъ высотѣ, длинѣ и ширинѣ, вмѣстимость прямоугольнаго вагона превосходитъ вмѣстимость эллиптическаго на 20%. Но эллиптическіе вагоны болѣе прочны. Относительно выбора формы вагоновъ надо имѣть въ виду слѣдующее: при деревянныхъ ящикахъ слѣдуетъ придавать имъ болѣе прямолинейныя очертанія, чтобы легче было ремонтировать. При желѣзныхъ ящикахъ форма можетъ быть довольно произвольна. Вообще форма вагоновъ деревянныхъ и желѣзныхъ должна быть такова, чтобы горизонтальная проекція ящика закрывала колеса для избѣжанія ударовъ, засоренія трущихся частей и проч.

[316.] **Вмѣстимость вагоновъ.** Размѣры вагоновъ, а слѣдовательно и ихъ вмѣстимость, зависятъ отъ размѣровъ ходовъ, принятой системы разработки и откатки. Слѣдующія причины заставляютъ отдать предпочтеніе вообще малымъ вагонамъ, считая вмѣстимость малаго вагона менѣе 21 куб. фут., или нагрузку около 30—35 пуд. каменнаго угля.

1) Малые вагоны требуютъ меньшихъ размѣровъ ходовъ.

2) Малые вагоны могутъ подходить почти непосредственно къ забою, по побочнымъ ходамъ. Имѣя меньшую высоту, они удобны для нагрузки.

3) Малый вагонъ при сходѣ съ рельсовъ легко можетъ быть опять поставленъ однимъ человѣкомъ. Вообще управлять малымъ вагономъ удобнѣе.

4) Малые вагоны даютъ работу подросткамъ.

5) Малые вагоны не такъ скоро разстраиваютъ путь.

6) Опыты на рудникахъ въ Blanzy показали, что, при откаткѣ на разстояніи 250 саж., стоимость доставки въ малыхъ вагонахъ (21 куб. ф.) относилась къ стоимости откатки въ большихъ вагонахъ (42 куб. ф.), какъ $\frac{305}{314}$. Однако, откатка въ вагонахъ съ нагрузкой только въ 10 пуд. дѣлается менѣе выгодной, нежели въ большихъ вагонахъ.

Съ другой стороны, отношеніе мертваго груза къ полезному тѣмъ меньше, чѣмъ больше вагонъ; слѣдовательно, въ этомъ отношеніи выгода на сторонѣ большихъ вагоновъ. Такъ, при вмѣстимости на 36 пуд., мертвый грузъ составляетъ 0,37 полнаго вѣса, а при вмѣстимости на 24 пуд.—уже 0,45. Впрочемъ отношеніе между мертвымъ и полезнымъ грузомъ въ нѣкоторыхъ типахъ вагоновъ болѣе благопріятно для малой вмѣстимости. При обыкновенныхъ условіяхъ практики слѣдуетъ дѣлать вагоны, нагрузка которыхъ находилась бы между 20 и 35 пуд. Если же пласты мощные, правильно залегающіе, откатка механическая, то можно дѣлать вагоны и большей вмѣстимости съ нагрузкой отъ 60 до 70 пуд. На Англійскихъ рудникахъ находимъ вагоны преимущественно малой вмѣстимости даже и при механической откаткѣ. Они вообще низки, діаметръ колесъ часто только 8″, вѣсъ вагона 9—12 пудъ, а нагрузка 30 пудъ, очень часто только 18 пудъ.

Въ послѣднее время замѣчаемъ какъ-бы склонность къ вагонамъ большой вмѣстимости (фиг. 42 bis, 43), малой высоты, ширины и значительной длины, при маломъ разстояніи между осями.

[317.] Матеріалъ для постройки вагоновъ. Изъ приведенныхъ чертежей и объясненій къ нимъ видно, что вагоны могутъ быть желѣзные и деревянные. Иногда бываютъ и смѣшанной системы, т. е. желѣзный ящикъ укрѣпляется на деревянной рамѣ или обратно. Относительно матеріала для вагоновъ можно сдѣлать слѣдующія замѣчанія.

1) Прочность желѣзныхъ вагоновъ въ $1\frac{1}{2}$ раза болѣе прочности деревянныхъ вагоновъ (въ смыслѣ матеріала).

2) Вмѣстимость желѣзныхъ вагоновъ на $\frac{1}{16}$ болѣе вмѣстимости деревянныхъ вагоновъ, при равныхъ внѣшнихъ размѣрахъ.

3) Желѣзные вагоны менѣе устойчивы нежели деревянные, т. е. желѣзные въ большей степени дрожатъ и къ желѣзному ихъ кузову ось прикрѣпляется менѣе устойчиво.

4) Желѣзные вагоны подвергаются ржавчинѣ.

5) Деревянные вагоны дешевле желѣзныхъ среднимъ числомъ на 30%. Напр. въ Бельгіи малый желѣзный вагонъ стоитъ около 40 frs., а деревянный только 23 frs.

6) Деревянный вагонъ легче и дешевле исправить, нежели желѣзный. Напр., въ Монсѣ ремонтъ деревянныхъ вагоновъ обходится дешевле ремонта желѣзныхъ вагоновъ на 51%.

7) Деревянные вагоны легче желѣзныхъ на $^1/_{13}$ часть. Впрочемъ, разница эта бываетъ иногда весьма незначительна.

Сопоставляя всѣ эти данныя, едва ли можно затрудниться отдать преимущество деревяннымъ вагонамъ, особенно для Россіи.

Въ Англіи отдаютъ преимущество деревяннымъ вагонамъ.

Опыты въ Рурскомъ бассейнѣ показали, что деревянные вагоны лучше желѣзныхъ.

Каллонъ отдаетъ преимущество деревяннымъ вагонамъ при откаткѣ людьми. При машинной откаткѣ, та или другая системы—безразличны.

Понсонъ отдаетъ преимущество деревяннымъ вагонамъ.

Бюра отдаетъ преимущество желѣзнымъ вагонамъ, только при очень хорошо организованной откаткѣ.

Въ Россіи практикуются желѣзные и деревянные вагоны. На Лисичанскомъ рудникѣ деревянные вагоны съ нагрузкой въ 18 п. На Корсунскомъ рудникѣ желѣзные вагоны съ нагрузкой въ 30 п. На Грушевкѣ деревянные и желѣзные вагоны съ нагрузкой въ 25 п. На каменноугольныхъ рудникахъ въ Царствѣ Польскомъ деревянные вагоны.

Доски, идущія для ящиковъ вагоновъ, обыкновенно толщиной отъ $^3/_4$ до 1″. Толщина кубоваго желѣза отъ $^1/_8$ до $^1/_4$″; дно нѣсколько толще боковъ, до $^5/_{16}$″. Очень часто находимъ, что при нагрузкахъ отъ 500—1200 килог. (30—72 пуд.) толщина желѣза для боковъ $2^1/_2$ mm. ($^3/_{32}$″), а для дна 5 mm. ($^6/_{32}$″). Для предохраненія дна отъ ударовъ погружаемыхъ кусковъ руды и т. п. веществъ, его выстилаютъ досками. Для прочности по верхнимъ краямъ ящика приклепываютъ желѣзную полосу.

Смѣшанная система матеріаловъ для вагоновъ, напр. ящикъ желѣзный, а рама деревянная, хотя по старымъ опытамъ и не дала удовлетворительныхъ результатовъ, однако въ настоящее время на нѣкоторыхъ рудникахъ принята съ успѣхомъ.

[318.] **Колеса вагоновъ, зависимость между расположеніемъ рельсоваго пути и формой обода колеса.** Устройство колесъ находится въ извѣстной зависимости отъ условій пути и его размѣровъ. Въ нормальномъ положеніи колеса вагоновъ стоятъ на рельсахъ, какъ показано на фиг. 44; при этомъ

$$E = S + {}^3/_4 \text{ дюйма.}$$

Если k есть толщина рельсовъ, то ширина обода колеса

$$B = k + 1{,}5''$$

При путяхъ съ закругленіями (на колѣнахъ), надо принять въ соображеніе слѣдующія данныя.

Такъ какъ оси колесъ параллельны, то закраины колесъ на закругленіяхъ портили бы рельсы, а потому на колѣнахъ разстояніе между рельсами увеличиваютъ сравнительно съ нормальной шириной на $W = {}^1/_8''$ до ${}^1/_4''$, и вообще зазоръ между рельсомъ и закраиной колеса равенъ $1—1{}^1/_2''$; при этомъ ширина обода

$$B = k + W + 1{,}5''.$$

Высота закраинъ колесъ не болѣе $1—1{}^1/_8''$, чаще менѣе. Чтобы не происходило трепія закраинъ о рельсы, слѣдуетъ разстояніе между осями дѣлать возможно малымъ, что также облегчаетъ маневрированіе вагона. Съ этою же цѣлью наружный рельсъ ставится выше внутренняго на $1{}^1/_2''$, а также ось закрѣпляютъ такимъ образомъ, чтобы она могла отклоняться отъ нормальнаго положенія и приблизительно совпадать съ радіусомъ закругленія. Особые шкворни, предлагаемые для этой цѣли, непрактичны.

При поворотахъ, на закругленіяхъ, колесо, идущее по внѣшнему рельсу, должно проходить большій путь, слѣдовательно вращаться съ большею скоростію, нежели колесо, идущее по внутреннему рельсу; вслѣдствіе этого является скольженіе одной пары колесъ по рельсамъ, сопротивленіе отъ тренія, изнашиваніе колесъ, рельсовъ и пр. Избѣгнуть этого неудобства можно слѣдующими способами:

a) Сдѣлать колеса, свободно вращающимися на оси, независимо другъ отъ друга. При такомъ расположеніи сила тяги должна находиться въ вертикальной плоскости, проходящей черезъ центръ тяжести вагона, иначе будетъ соскакиваніе вагона съ рельсовъ, ибо образуется пара силъ, стремящаяся повернуть вагонъ. При колесахъ, насаженныхъ на осяхъ неподвижно, это условіе не имѣетъ такого значенія.

b) Каждое колесо имѣетъ свою ось (система Эврара); это по сложности не практично, хотя здѣсь мало требуется смазки.

c) Одно колесо свободно на оси, другое закрѣплено неподвижно и ось свободно вращается.

d) Коническій ободъ на колесахъ. При устройствѣ коническихъ ободовъ необходимо руководствоваться слѣдующими правилами. Фиг. 45 представляетъ пару колесъ съ коническими ободами, поставленную на закругленіи пути, средній радіусъ котораго есть ρ. Понятно, что при положеніи колесъ на рельсахъ, какъ изображено на чертежѣ, колесо R_1 будетъ вращаться съ тѣмъ же числомъ оборотовъ, какъ и колесо R_2; но для этого необходимо,

чтобы на закругленіяхъ разстояніе между рельсами было больше нежели при прямомъ пути и колеса имѣли опредѣленную конусность, зависящую отъ радіуса закругленія т. е., чтобы существовало отношеніе [1]) $\frac{R_1}{R_2} = \frac{oc}{oa}$. Пусть ρ будетъ средній радіусъ закругленія, E — (фиг. 46, табл. 49) разстояніе между рельсами при прямомъ пути, E_1 — разстояніе между рельсами на закругленіи; r и r_2 положеніе рельсовъ на прямомъ пути; a r и r_1 положеніе рельсовъ, разширенное на закругленіи. Соотношеніе между конусностью колесъ и увеличеніемъ разстоянія между рельсами на закругленіи, а съ другой стороны—радіусомъ закругленія и радіусомъ колесъ, выражается уравненіемъ:

$$pq = \frac{r_2 E}{n\rho} = Z \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$n = \frac{r_2 - r_1}{pq}$, обыкновенно не болѣе $^1/_5$, въ противномъ случаѣ колеса будутъ какъ-бы заклиниваться между рельсами.

При этомъ, разстояніе между рельсами будетъ:

$$E_1 = S + Z + 2e \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

e — зазоръ, полагаемъ = отъ $^3/_{16}''$ до $^3/_8''$ дюйма, а слѣдовательно увеличеніе разстоянія между рельсами будетъ:

$$y = E_1 - E = Z + 2e - {}^3/_4'' \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

а также

$$B = E_1 - S + k + {}^1/_4'' \text{ или } B = Z + 2e + k + {}^1/_4'' \ldots\ldots (4)$$

здѣсь k — толщина рельсовъ.

При расчетѣ ширины обода по у—нію (4) значеніе для Z опредѣляется изъ у—нія (1), взявъ для ρ величину, соотвѣтствующую наиболѣе крутому повороту на данномъ пути. Приращеніе-же ширины пути разсчитывается по у—нію (3) для каждаго поворота или колѣна отдѣльно. При $\rho = 35$ футъ движеніе вагоновъ на колѣнахъ еще идетъ удовлетворительно; при $\rho = 10'$ лучше поставить платформы безъ рельсовъ.

При проектированіи вагоновъ для данныхъ рельсовыхъ путей очень хорошо будетъ сдѣлать чертежъ по возможности въ большомъ маштабѣ, такой чертежъ покажетъ положеніе колесъ на закругленіяхъ, размѣщеніе осей вагона и пр. Наиболѣе употребительная форма закраинъ обода колеса показана на фиг. 47 и 48.

Въ заключеніе объ этомъ вопросѣ слѣдуетъ замѣтить, что при вагонахъ большой вмѣстимости, при большихъ радіусахъ закругленій, при машинной

[1]) R_1 и R_2 означаютъ радіусы окружностей, которыми соприкасаются колеса съ рельсами.

откаткѣ, слѣдуетъ дѣлать колеса, вращающимися вмѣстѣ съ осями. При малыхъ вагонахъ, при крутыхъ поворотахъ, при откаткѣ людьми и лошадьми — дѣлать колеса свободными на осяхъ.

Въ Англіи чаще встрѣчаются колеса, неподвижно насаженныя на осяхъ, потому что тамъ часто встрѣчаемъ машинную откатку. Въ Бельгіи и Франціи принято дѣлать колеса свободными на осяхъ.

[319.] **Размѣры колесъ.** Для нагрузокъ отъ 30 до 70 пуд. колеса получаютъ слѣдующіе размѣры:

Діаметръ колеса	$10''—17''$
„ „ чаще	$12''—$
„ maximum	$24''—$
Толщина обода	$^5/_8 — ^3/_4''$
Ширина „	$2''—2^1/_4''$
Высота закраинъ	$1''—$
Число спицъ	4 — 8
Толщина спицъ	$^5/_8 — ^3/_4''$

Форма спицамъ придается прямоугольная или въ видѣ **Т**.

Ширина спицъ равна ширинѣ обода и не болѣе 3″. Ширина обода опредѣляется, какъ было замѣчено выше и не шире 4″. Толщина закраинъ колеса равна толщинѣ обода, а высота нѣсколько болѣе.

Колеса обыкновенно приготовляются изъ чугуна и отливаются въ чугунную изложницу. Иногда дѣлаютъ желѣзныя спицы, иногда только желѣзныя шины. Предлагаютъ дѣлать колеса желѣзными и даже стальными, что значительно уменьшаетъ вѣсъ колеса и увеличиваетъ продолжительность службы; но въ тоже время увеличиваетъ и стоимость. Сплошныя чугунныя колеса очень прочны, но тяжелы и потому пригодны для вагоновъ только большой вмѣстимости.

На одномъ рудникѣ въ Саарбрюккенѣ оказалось, что впродолженіе года изъ 2119 штукъ чугунныхъ колесъ лопнуло 938 штукъ, т. е. 44%. Изъ литой стали лопалось колесъ — 12 до 27%. Изъ прокованной стали — изъ 1124 колесъ, находившихся въ работѣ, только 22 штуки оказались разбитыми, т. е. 2%. Послѣднія колеса принадлежатъ фабрикѣ Poulet въ Льежѣ.

[320.] **Діаметръ осей** опредѣляется слѣдующимъ образомъ (фиг. 49). Положимъ, что W есть вѣсъ вагона безъ колесъ, Q вѣсъ нагрузки вагона, то давленіе на одно колесо выразится:

$$q = \frac{W+Q}{4}$$

Моментъ этой силы, стремящейся сломать ось въ точкѣ ея прикрѣпленія, будетъ:

$$q\,m = \frac{R\pi}{32}\,d^3$$

гдѣ d діаметръ оси, R — коэф. проч. сопр. = 150 пуд. для желѣза,

$$d = \sqrt[3]{\frac{32}{R\pi}\,qm}$$

или наконецъ

$$d = 0{,}4\,\sqrt[3]{(W+Q)\,m}.$$

Если ось изъ стали, то діаметръ такой оси $d_1 = 0{,}85\ d$.

Если ось квадратнаго сѣченія и непосредственно прикрѣплена къ кузову вагона, тогда:

$$q\,m_1 = \frac{b^3}{6}\,R \text{ или } b = 0{,}155\,\sqrt[3]{(W+Q)\,m_1}.$$

Въ Англіи оси обыкновенно имѣютъ размѣры — $1\frac{1}{4}$ до $2\frac{1}{2}''$.

[321.] **Втулки и подушки.** Если колесо должно свободно вращаться на оси, то самый простой примѣръ втулокъ колесъ представленъ на фиг. 50. На фиг. 51 представлена, такъ называемая, патентованная втулка. Втулка колеса внутри имѣетъ вторую втулку изъ сплава цинка и сюрмы. Втулка удерживается на оси закраинами r, входящими въ двойную подушку m. Смазка производится разъ въ 2 недѣли черезъ отверстіе o, закрываемое винтомъ.

Хорошія устройства втулокъ колесъ представлены на фиг. 52, 53 и 54. Первая система извѣстна подъ именемъ системы Vicoyne, вторая подъ именемъ системы Cabany и третья весьма распространена въ округѣ Лютиха.

На фиг. 55 представлена втулка колеса вагоновъ, изображенныхъ на фиг. 43 bis, она очень рекомендуется. Коробка a для смазки можетъ быть переносима со старыхъ на новыя колеса; n — крышка коробки, e — пружина; крышка n отодвигается, когда вводятъ масло черезъ отверстіе v. Смазка производится разъ въ недѣлю и обходится дешево.

Если ось вращается, то *подушка* для нея дѣлается различно; наиболѣе часто встрѣчаются типы, показанные на фиг, 56, 57, 58, 59 и 60 (табл. 50) Фиг. 56 и 57, a — бронзовые подшипники; b (фиг. 57) желѣзная скоба; c (фиг. 60) деревянный вкладышъ и k желѣзная планка. На рудникахъ въ Anzin примѣняютъ для осей подушку, изображенную на фиг. 60 b; здѣсь e стальная дуга. На рудникѣ въ Blanzy подушка имѣетъ весьма практичное и простое устройство (фиг. 60_a): отверстіе для оси сдѣлано эллиптическимъ и съ небольшимъ зазоромъ, такъ что ось можетъ дѣлать нѣкоторыя

отклоненія отъ нормальнаго положенія по направленію къ центру кривизны закругленія пути, о чемъ было упомянуто выше. Колесо здѣсь свободно вращается на оси, причемъ втулка безъ всякихъ спеціальныхъ приспособленій для смазки.

Иногда же ось проходятъ подъ вагономъ въ трубкѣ, въ которую наливаютъ масло для смазки. Сюда относятся системы Дюбуа и Эврара. Эти системы приняты только на нѣкоторыхъ рудникахъ Франціи и Бельгіи.

Втулка колеса дѣлается вообще нѣсколько длиннѣе ширины обода и должна быть расположена по отношенію къ ободу такимъ образомъ, чтобы отвѣсная линія, проведенная черезъ точку соприкосновенія обода колеса съ рельсомъ, проходила черезъ средину втулки.

Длину втулкѣ колеса придаютъ иногда равную $2^1/_2$ діаметрамъ оси. Толщина стѣнокъ втулки равна $^1/_2$ діаметра оси $+ ^1/_4''$ и вообще болѣе $^3/_8''$. Для прочности на концы втулки нагоняютъ иногда желѣзныя кольца въ горячемъ состояніи.

Сила, потребная для передвиженія вагоновъ.

[322.] Сила, потребная для передвиженія вагона по рельсовымъ путямъ, или *сила тяги*, опредѣляется слѣдующимъ расчетомъ. Будемъ обозначать въ нижеслѣдующихъ выкладкахъ чрезъ Q нагрузку вагона, W — вѣсъ вагона, w — вѣсъ вагона безъ колесъ, предполагая, что колеса свободны на оси, а ось неподвижна; $W - w$ будетъ вѣсъ колесъ. Возьмемъ болѣе общій случай, когда вагонъ долженъ двигаться на подъемъ, уголъ съ горизонтомъ котораго назовемъ чрезъ α. При поднимапіи вагона сила тяги Z должна преодолѣть:

во-первыхъ, составляющую силы тяжести, направленную параллельно наклонной плоскости, т. е.

$$z_1 = (Q + W) \sin \alpha \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

во-вторыхъ, сопротивленіе отъ тренія въ осяхъ колесъ:

$$z_2 = f(Q + w)\frac{d}{D} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

гдѣ f — коэффиціентъ тренія, d — діаметръ оси, D — діаметръ колеса.

въ-третьихъ, сопротивленіе тренія втораго рода, которое, какъ извѣстно, выражается уравненіемъ:

$$z_3 = \frac{f'}{D}(Q + W) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Итакъ, полная сила тяги для движенія нагруженнаго вагона на подъемъ будетъ:

$$Z = z_1 + z_2 + z_3 = (Q + W)\left(\sin\alpha + \frac{f'}{D}\right) + (Q + w)\, f\, \frac{d}{D}. \quad (4)$$

а для пустого вагона, положивъ $Q = 0$, получимъ:

$$Z' = W\left(\sin\alpha + \frac{f'}{D}\right) + w\, f\, \frac{d}{D} \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Если же нагруженный вагонъ долженъ спускаться по данному уклону, то очевидно:

$$Z_1 = z_2 + z_3 - z_1 = (Q + W)\left(\frac{f'}{D} - \sin\alpha\right) + (Q + w)\, f\, \frac{d'}{D} \ldots (6)$$

а для пустого вагона

$$Z'_1 = W\left(\frac{f'}{D} - \sin\alpha\right) + w\, f\, \frac{d}{D} \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Если путь горизонтальный, т. е. если $\alpha = 0$, тогда для нагруженнаго вагона:

$$Z_2 = z_2 + z_3 = (Q + W)\, \frac{f'}{D} + (Q + w)\, f\, \frac{d}{D} \ldots\ldots (8)$$

а для пустого вагона:

$$Z'_2 = W\, \frac{f'}{D} + w\, f\, \frac{d}{D} \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

Уравненія (4) — (9) показываютъ, что сила тяги уменьшается съ увеличеніемъ D и съ уменьшеніемъ d; съ уменьшеніемъ f', а также вообще съ уменьшеніемъ выраженія $f\, \frac{d}{D}$. Слѣдовательно, необходимо уменьшать f и f', дѣлая болѣе гладкими трущіяся поверхности, устраивая хорошую смазку, а также дѣлать колеса возможно большаго діаметра.

На практикѣ можно положить, что

$$f' = 0{,}11 - 0{,}17 \text{ (при } D \text{ въ сантиметрахъ)}$$
$$f = 0{,}08 - 0{,}12$$
$$f' = 0{,}17 - 0{,}05, \text{ (если } D \text{ въ дюймахъ)}$$

Далѣе среднимъ числомъ положимъ, что

$$W = 0{,}40\, Q, \quad w = 0{,}29\, Q, \quad \text{и} \quad (W - w) = 0{,}11\, Q$$

Среднимъ числомъ можно также принять [1]), что

[1]) Полагая, что $d = 3 - 4$ *ст.* ($1^1/_4'' - 1^3/_8''$) и $D = 80 - 40$ *ст.* ($12'' - 16''$).

$$f\frac{d}{D} = 0{,}01,\ a\frac{f'}{D} = 0{,}006$$

По этимъ даннымъ и по формулѣ (8), для горизонтальнаго пути и нагруженнаго вагона, будемъ имѣть:

$$\frac{Z_2}{Q} = 0{,}0213 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(10)}$$

Нѣкоторые авторы полагаютъ $Z_2 = 0{,}0129\ Q$.

Для пустого же вагона по формулѣ (9) при тѣхъ же условіяхъ, имѣемъ:

$$\frac{Z'_2}{Q} = 0{,}0053 \text{ или } \frac{Z'_2}{W} = 0{,}013 \ldots\ldots\ldots \textbf{(11)}$$

Нѣкоторые авторы полагаютъ также $Z_2' = 0{,}0029\ Q$.

Итакъ, при горизонтальномъ пути сила тяги для нагружнаго вагона въ 4 раза болѣе силы тяги для пустого вагона.

[223.] **Нормальный уклонъ и уклонъ равновѣсія.** Раціональное пользованіе силою человѣка или лошади требуетъ, чтобы напряженіе силы было равномѣрное впродолженіе всего періода работы. Для нашего случая необходимо придать пути такой уклонъ, чтобы сила тяги при подъемѣ пустого вагона равнялась силѣ тяги нагруженнаго вагона при спускѣ по наклонной плоскости. Уголъ наклонной плоскости, удовлетворящій этому условію, называется угломъ *равнаго сопротивленія* или *нормальнымъ*; его можно опредѣлить, приравнявъ уравненіе (5) къ уравненію (6) и подставивъ вмѣсто f, f', d, D и W соотвѣтствующія значенія, принятыя выше. Получимъ, что

$$\operatorname{tang}\alpha = 0{,}0088 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(12)}$$

Иначе, нормальный уклонъ пути будетъ приблизительно $=0{,}009$. При этомъ углѣ уклона пути отношеніе силы тяги къ полезной нагрузкѣ получится изъ уравненія (6), въ которомъ надо положить $\sin\alpha = 0{,}0088$ [1]); тогда получимъ:

$$\frac{Z_1}{Q} = 0{,}009 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{(13)}$$

Интересно также опредѣлить тотъ уклонъ пути, при которомъ нагруженный вагонъ начинаетъ почти самъ собою спускаться по наклонной плоскости. Такой уклонъ называется *уклономъ равновѣсія*. Для его опредѣленія слѣдуетъ взять уравненіе (6) и положить, что $Z_1 = 0$ тогда получимъ [2])

$$\sin\alpha \text{ или, приблизительно, } \operatorname{tang}\alpha = f\frac{d}{D}\left[\frac{Q+w}{Q+W}\right] + \frac{f'}{D}$$

---

[1]) Иные авторы полагаютъ $\sin\alpha = 0{,}0055$ и $Z_1 = 0{,}0051\ Q$.
[2]) По другимъ—$\sin\alpha = 0{,}0092$ и $Z' = 0{,}0066\ Q$.

Подставляя соотвѣтственныя величины, получимъ, что

$$\text{tang}\,\alpha = 0{,}0152 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

Сравнивая численныя величины, полученныя изъ уравненій (12) и (14), находимъ, что уклонъ равновѣсія болѣе уклона равнаго сопротивленія, почти въ два раза.

Посмотримъ теперь, какое будетъ отношеніе между силой тяги и величиной полезнаго груза при подъемѣ пустого вагона на уклонъ равновѣсія. Возьмемъ уравненіе (5) и, подставивъ вмѣсто $\sin\alpha$ соотвѣтствующую величину (0,015), получимъ:

$$\frac{Z'}{Q} = 0{,}0113 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

[324.] **Сравненіе различныхъ уклоновъ.** Сравнивая (15) и (13), находимъ, что въ послѣднемъ случаѣ сила тяги увеличилась на 0,0023. Не смотря однако на это, уклонъ равновѣсія въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ быть выгоднѣе уклона равнаго сопротивленія, а именно — при откаткѣ людьми, при путяхъ не особенно длинныхъ, при хорошо устроенныхъ путяхъ, позволяющихъ большую скорость движенія. При этихъ условіяхъ, при спускѣ нагруженнаго вагона по уклону равновѣсія, откатчикъ, разъ толкнувъ вагонъ, самъ присѣдаетъ на него и вагонъ быстро скатывается; такъ что вообще при спускѣ нагруженнаго вагона рабочій не прилагаетъ почти никакого усилія, скорѣе отдыхаетъ. Если пренебречъ временемъ и затратой силы для спуска по уклону равновѣсія, такъ какъ онѣ весьма малы, то, слѣдовательно, рабочій можетъ пройти путь, поднимаясь съ пустымъ вагономъ (тогда только и потребуется отъ него усиліе), — равный суммѣ путей при подъемѣ и спускѣ въ случаѣ уклона равнаго сопротивленія. Слѣдовательно, производительность откатчика въ первомъ случаѣ будетъ больше въ два раза; но рабочій потратитъ больше силы, нежели во второмъ случаѣ въ пропорціи, какъ 113 : 90. Если же требуется, чтобы затрата силы рабочаго въ концѣ смѣны, при уклонѣ равновѣсія, равнялась затратѣ при уклонѣ равнаго сопротивленія, то рабочій долженъ поднимать на уклонъ равновѣсія вагонъ менѣе тяжелый, нежели при уклонѣ равнаго сопротивленія, именно въ пропорціи какъ 90 къ 113; тогда напряженія откатчика въ обоихъ случаяхъ будутъ равны; путь же, проходимый съ пустымъ вагономъ, будетъ вдвое больше пути, проходимаго съ такимъ-же вагономъ при уклонѣ равнаго сопротивленія.

Итакъ, уклонъ равновѣсія представляетъ очень раціональное и простое средство увеличить производительность откатчика. Смотря по состоянію пути, смазкѣ, устройству колесъ и проч., уклонъ этотъ можетъ измѣняться вообще между предѣлами 0,010 — 0,015. При откаткѣ лошадьми устраи-

ваютъ уклонъ равнаго сопротивленія; онъ измѣняется сообразно состоянію пути, смазки и пр. отъ 0,005 — 0,009.

Частныя условія могутъ заставить измѣнить вышеизложенныя правила. Діагональные откаточные штреки будутъ представлять наилучшія условія для откатки, если ихъ уклонъ будетъ отъ 0,010 — 0,015 (уклонъ равновѣсія); но не всегда этого можно достигнуть, такъ какъ паденіе пласта обусловливаетъ уклонъ діагонали, ибо при значительномъ паденіи, еслибъ желали придать уклонъ діагонали равный 0,010 — 0,015, то длина ея вышла бы весьма значительной, и явились бы еще и другія неблагопріятныя обстоятельства. Вслѣдствіе этого діагональ дѣлаютъ болѣе короткой, хотя и болѣе значительнаго уклона, однако не превосходящаго 0,05 — 0,06; при этомъ уклонѣ рабочій долженъ уже сдерживать вагонъ на наклонной плоскости, а потому нагрузка вагоновъ при такихъ условіяхъ — только 12 — 15 пудъ.

[325.] **Сила тяги откатчика, скорость движенія и производительность.** Въ механическомъ смыслѣ, работа человѣка при откаткѣ равняется произведенію изъ силы тяги на скорость движенія вагона. Средняя работа человѣка въ 8 ч. смѣну равна 1 — 1,5 пуд. фут. При этомъ скорость равна отъ 1,6 — 2,6 фут. Если вагонъ спускается по уклону равновѣсія, то скорость можетъ быть 2′ — 4′, а если рабочій сидитъ на вагонѣ, то она можетъ возрасти до 6,5 — 10 ф., смотря по устройству пути. Если примемъ работу человѣка въ 1,5 п. ф. и скорость въ 2′, то сила тяги человѣка будетъ 0,75 пудъ.

При горизонтальномъ пути сила тяги Z_1 (ур. 10),—

$$Z_1 = 0{,}0213\,Q,$$

и такъ какъ она должна равняться среднему усилію, которое можетъ проявить откатчикъ, т. е. 0,75 пуд., то слѣдовательно

$$T = 0{,}0213\,Q = 0{,}75 \text{ пуд.}$$

откуда

$$Q = 36 \text{ пуд.}$$

Итакъ, наивыгоднѣйшая нагрузка вагона при горизонтальномъ пути равна 36 пуд., если разсматривать откатку съ точки зрѣнія только полезнаго дѣйствія человѣка.

При нормальномъ уклонѣ, сила тяги — изъ урав. (13):

$$Z_1 = 0{,}009\,Q,$$

положивъ $Z_1 = 0{,}75$ получимъ, что

$$Q = 83 \text{ пуд.}$$

Изъ только что приведенныхъ соображеній вытекаетъ, что раціональнѣе дѣлать вагоны нѣсколько большей вмѣстимости, нежели мы находимъ обыкновенно; теоретически, это положеніе вѣрно, но на практикѣ многія причины, о которыхъ уже было достаточно говорено въ своемъ мѣстѣ, почти всегда склоняютъ на сторону вагоновъ малой нагрузки, около 20 — 35 пуд.

Производительность откатки [1]) людьми зависитъ отъ различныхъ мѣстныхъ условій. Укажемъ на болѣе типичные случаи.

1) Если разстояніе откатки значительно, напр. 250 саж. и болѣе, путь съ уклономъ равновѣсія, такъ что рабочій затрачиваетъ силу только на подъемъ пустыхъ вагоновъ, то онъ можетъ въ смѣну совершить съ пустымъ вагономъ путь, въ 7499 саж. и столько-же пройти съ нагруженнымъ; если вѣсъ нагрузки 30 пуд., то производительность будетъ:

$$30 \times 7499 = 224970 \text{ или } 36 \text{ тон. на } 100 \text{ с.}$$

2) При уклонѣ равнаго сопротивленія, при разстояніи откатки 100—150 с., если нагрузка равна 30 пуд., то путь, проходимый рабочимъ съ нагруженнымъ и пустымъ вагонамъ, равенъ также около 7500 с., а съ нагруженнымъ, слѣдовательно, только 3750 с., и производительность будетъ: $30 \times 3750 = 112500$, около 1125 пуд. на 100 саж. или 18 тон. на 100 с.

3) При откаткѣ подростками по низкимъ ходамъ, нагрузка вагона понижается до 14,65 пуд. а путь, проходимый съ нагруженнымъ вагономъ, — до 2812, тогда производительность:
$14{,}65 \times 2812 = 41995{,}8$, 419 пуд. на 100 саж. или 6,7 тон. на 100 с.

По Nöggerath'у, въ 8 ч. смѣну, при вмѣстимости вагона въ 10 Centner. (=30 пуд.), откатчикъ можетъ перевезти:

при разстояніи откатки въ	47	саж.	. . . . .	19	вагоновъ.
» » » »	94	»	. . . . .	16	»
» » » »	187	»	. . . . .	12	»
» » » »	281	»	. . . . .	10	»
» » » »	375	»	. . . . .	8	»
» » » »	469	»	. . . . .	7	»
» » » »	562	»	. . . . .	6	»
» » » »	750	»	. . . . .	5	»
» » » »	937	»	. . . . .	4	»
» » » »	1875	»	. . . . .	3	»

Иногда частныя условія заставляютъ производить откатку людьми по

[1]) См. также нѣкоторыя данныя относительно откатки въ Главѣ IV, разработка каменной соли.

ходамъ съ значительнымъ уклономъ, напр. 0,10. При спускѣ по такому уклону нагруженнаго вагона, приходится тормозить колеса. При подъемѣ на такой уклонъ, откатчикъ принужденъ приложить очень большое усиліе. Тормазить можно различными приспособленіями: вдвигаютъ стержень между спицами колесъ или зацѣпляютъ за спицу крюкомъ, который прикрѣпленъ цѣпью къ вагону; но лучше тормаза рычажные, которые могутъ быть устроены, какъ напр. на фиг. 61.

[326.] **Сила тяги лошади, скорость движенія и производительность.** Работа лошади среднимъ числомъ равна 12 пуд. ф. Сила тяги измѣняется отъ 2,7 — 4,8 пуд., а скорость движенія отъ $3^1/_4$ — $4^1/_4$ фут. При опредѣленіи производительности можно руководствоваться слѣдующими данными.

1) При большихъ разстояніяхъ откатки, 500 саж. и болѣе, при хорошо устроенныхъ и содержимыхъ рудничныхъ желѣзныхъ дорогахъ, при высокихъ ходахъ, хорошо вентилируемыхъ, нагрузка полнаго поѣзда достигаетъ 488 пуд., и путь, проходимый съ нагруженными поѣздами, можетъ достигать 5624 саж.; слѣдовательно, производительность въ смѣну:

$$488 \times 5624 = 2744512,$$ 27445 пуд. на 100 саж. или 443 тон. на 100 с.

Это — maximum производительности и этого предѣла въ рудникахъ достигнуть очень трудно, ибо опыты Wood'a на поверхности, при горизонтальномъ пути, дали среднюю производительность для лошади въ 83,9 тон. на 1 килом. (около 420 топ. на 100 саж.).

2) При меньшихъ разстояніяхъ откатки, при менѣе совершенныхъ путяхъ и вентиляціи, при менѣе высокихъ ходахъ, — нагрузка понижается до 305 пуд., а путь до 4687 с., при этомъ производительность будетъ:

$$305 \times 4687 = 1429535,$$ 14295 пуд. на 100 саж. или 230 тон. на 100 с.

При условіяхъ менѣе еще благопріятныхъ производительность понижается до 90 т. и даже менѣе; 90 т. на 100 с. можно принять, какъ среднюю производительность лошади при откаткѣ въ рудникахъ.

3) Въ Ньюкэстлѣ задолжаютъ въ рудникахъ пони (вѣсъ $12^1/_2$ пуд., высота иногда только $3^1/_3$ фута), при помощи которыхъ составляются поѣзда, распредѣляются вагоны по забоямъ и пр., такъ что здѣсь путь, проходимый пони, незначителенъ, также какъ и нагрузка. Вслѣдствіе этого производительность пони понижается до 16,25 тон. на 100 саж.

Вообще производительность лошади тѣмъ больше, чѣмъ больше разстояніе откатки. Попсонъ полагаетъ, что при откаткѣ лошадьми, чтобы эта откатка была выгодна, необходимо, чтобы разстояніе было не менѣе 140 саж., другіе полагаютъ границы между 280 — 590 с. На опредѣленіе этихъ цифръ вліяютъ частныя условія.

[327.] **Примѣры.** На рудникахъ Саарбрюкена полагаютъ, что производительность лошади въ 6 — 9,3 раза больше производительности откатчика. На одномъ изъ рудниковъ этого округа имѣемъ слѣдующіе примѣры:

a) Разстояніе откатки въ 1880 m. (883 с.), производительность 28,2 тон. на 1 kilom. (469 с.) въ 12 ч. смѣну.

b) Разстояніе откатки въ 1715 m. (806 с.) производительность 34,3 тон. на 1 kilom. въ 12 ч. смѣну.

c) Разстояніе откатки 469 с., производительность 21 тон. въ 12 ч. смѣну.

Въ Polnisch-Ostrau, въ 8 ч. рабочихъ, по прямому пути лошадь тянетъ 15 вагоновъ съ нагрузкой отъ 27 до 35 пуд.; при путяхъ криволинейныхъ — отъ 10 до 12 вагоновъ. Если возьмемъ среднимъ числомъ 10 вагоновъ съ нагрузкой отъ 30 — 35 пудъ, то производительность лошади въ 8 ч. смѣну будетъ:

при разстояніи	откатки	въ	94	саж.	лошадь	перевезетъ	5440	пуд.
»	»	»	141	»	»	»	4658	»
»	»	»	188	»	»	»	4080	»
»	»	»	234	»	»	»	3604	»
»	»	»	281	»	»	»	3264	»
»	»	»	328	»	»	»	2958	»
»	»	»	375	»	»	»	2720	»

Нижеслѣдующая таблица представляетъ результаты откатки лошадьми на нѣкоторыхъ англійскихъ рудникахъ:

Названіе рудниковъ.	Діаметръ осей вагона.	Уклонъ пути.	Вѣсъ вагона.		Число вагоновъ въ поѣздѣ.	Число тоннъ, перевезенныхъ на 469 саж. (1 kil.) на 1 лошадь.
			Съ грузомъ.	Пустого.		
			пуд.	пуд.		
1. Elleonore	12″	0,0077	38	12	14	18,76
ibid	12	0,0049	38	12	14	32,30
2. Hetton	8	0,0077	38	12	9	19,30
3. Andrew's House	10	0,0045	39	16	11	34,15
4. Marley Hill	10	0,0069	39	15	»	19,93
5. Springwell	10	горизон.	35	10,6	6	9,62

Ниже прилагаемъ таблицу нѣсколькихъ случаевъ рудничной откатки, взятыхъ изъ существующихъ примѣровъ практики Французскихъ и Бельгійскихъ рудниковъ.

	Anzin, подростки.	Blanzy, обыкновенный откатчикъ.	Chazotte, по уклону въ 0,005.	Mons, по уклону 0,10 въ сторону движенія нагруженныхъ вагон.	Anzin, откатка лошадьми.
Вѣсъ пустаго вагона въ пудахъ.....	11	14	10,7	6,5	18 наг. по 11
Нагрузка въ пудахъ.....	30,5	36,6	20,7	16,5	208
Длина пути въ саженяхъ.....	120,4	70,3	61	109	350
Число сдѣланныхъ концовъ.....	18	32	40	18	680
Полный путь съ нагрузкой въ саж.....	2167	2250	2440	1962	2275
Полный путь вагоновъ.....	4334	4300	4880	3924	4550
Полный перемѣщенный грузъ.....	549	1171	828	297	1352
Число пудовъ, перемѣщенныхъ на 100 саж.	661	823	505	324	4732

[328.] **Помѣщеніе для лошадей въ рудникѣ.** Содержаніе лошади внутри рудника должно составлять предметъ особой заботливости. Слѣдуетъ стараться, чтобы помѣщеніе для лошадей хорошо вентилировалось, было сухое, температура оставалась постоянной. Лошадей для рудника стараются выбирать малаго роста, сильнаго сложенія. Лошади напр. съ запаломъ негодятся для рудника, онѣ быстро слабѣютъ. Лошадь, будучи разъ спущена въ рудникъ, поднимается изъ него только въ случаѣ болѣзни. Впрочемъ, какъ исключеніе, въ Силезіи поднимаютъ лошадей каждый мѣсяцъ для осмотра. Въ плохо провѣтриваемыхъ рудникахъ, если температура высока, лошади получаютъ анемію. Рудничныя воды, особенно кислотныя, дѣйствуютъ разрушительно на копыта лошадей, а потому вода по тѣмъ ходамъ, по которымъ производится откатка, должна быть проведена по руслу въ углу выработки или подъ помостомъ пути.

Выборъ мѣста для конюшни внутри рудника долженъ быть сдѣланъ, имѣя въ виду, что конюшня должна очень хорошо провѣтриваться и быть сухою.

На фиг. 61 bis представлена рудничная конюшня, крѣпленная дере-

вомъ; a = сбойка къ верхнему штреку, служащая для вентиляціи. Конюшня устроена на 13 лошадей.

Длина конюшни	21,30	m. (69,9 ф.)
Ширина	4	m. (13 ф.)
Средняя высота	2,4	m. (7,9 ф.)

Уклонъ пола, сдѣланнаго изъ бетона, 0,04.

Содержаніе лошади въ рабочій день можетъ быть разсчитано приблизительно слѣдующимъ образомъ:

Сѣна 15 фунт.	7,5 к.
Овса 20 „	20 „
Соломы 5 „	0,5 „
Итого	28 к.

Въ годъ круглымъ числомъ 100 р.

Упряжь, стоющая около 10 р., можетъ прослужить 5 лѣтъ; можно считать ремонтъ и погашеніе упряжи 3 р. въ годъ.

Ковка лошадей, среднимъ числомъ можно считать

18 новыхъ подковъ по 15 коп.	2 р. 40 к.
Ремонтъ старыхъ подковъ	1 „ — „
Итого	3 р. 40 к.

Годовое содержаніе лошади обойдется:

Кормъ	100 р. — к.
Упряжь	3 „ — „
Ковка	3 „ 40 „
Итого	106 р. 40 к.

Если считать стоимость лошади въ 100 р., продолжительность службы 10 лѣтъ, погашеніе стоимости лошади 12 р. въ годъ; далѣе, если считать 250 рабочихъ дней въ году, то полное содержаніе лошади съ погашеніемъ и пр. обойдется около 50 к. въ рабочій день, а съ проводникомъ 1 р. 10 к.

Рѣшеніе различныхъ экономическихъ вопросовъ, встрѣчающихся при рудничной доставкѣ.

[329.] Чтобы имѣть возможность сравнивать производительности откатки различными способами, а также измѣрить полезное дѣйствіе откатчика или лошади, необходимо принять какую либо *единицу полезнаго дѣйствія откатки*; примемъ условно, что эта единица равна передвиженію груза въ *1 тон. на разстояніе 100 с.* и будемъ обозначать ее чрезъ (T 100).

Если положимъ среднимъ числомъ, то производительность лошади въ смѣну равна 90 т., откатываемымъ на 150 с., то эта производительность, по только что принятому, выразится такъ: 135 (T 100). Положимъ, что имѣемъ въ рудникѣ грузъ въ 250 т.; который долженъ быть доставленъ на разстояніе 300 с., то этотъ случай дастъ:

$$\frac{250 \times 300}{100} = 750 \ (T\ 100)$$

т. е. 750 единицъ полезнаго дѣйствія откатки. Если для этой откатки задолжается, положимъ, 10 лошадей, то производительность каждой лошади будетъ $\frac{750\ (T\ 100)}{10} = 75\ (T\ 100)$, слѣдовательно меньше, нежели нормальная производительность лошади, равная 90 (T 100); а потому, на самомъ дѣлѣ, слѣдуетъ отыскать и устранить причину, уменьшающую нормальную производительность; для этого, можетъ быть, потребуется улучшить систему вагоновъ, смазку, усовершенствовать путь и т. п. Другой примѣръ: положимъ, имѣемъ грузъ въ 200 т., который требуется откатывать лошадьми на разстояніи 400 с.; спрашивается, сколько потребуется задолжить лошадей? Настоящій случай даетъ: $\frac{200 \times 400}{100} = 800\ (T\ 100)$, слѣдовательно придется задолжать $\frac{800}{90\ (T\ 100)} = 9$ лошадей.

Если положимъ, что въ послѣднемъ случаѣ содержаніе 4 лошадей и плата проводникамъ составляютъ въ смѣну 10 руб., то стоимость откатки одной единицы будетъ $\frac{1000 \text{ коп.}}{800\ (T\ 100)} = 1{,}25$ коп., т. е. доставка (T 100), единицы откатки, (1 т. груза на 100 с.), обойдется $1\frac{1}{4}$ коп., не принимая въ расчетъ ремонта пути, вагоновъ и пр.

Въ статьѣ «*сила тяги откатчика* и пр.» была опредѣлена средняя производительность человѣка въ смѣну при различныхъ условіяхъ откатки. Имѣли:

1) При уклонѣ равновѣсія, при разстояніи откатки въ 250 саж. и пр., производительность откатчика 36 т. на 100 с., т. е. 36 (T 100).

2) При уклонѣ равнаго сопротивленія, при разстояніи откатки въ 100—150 с. и пр., производительность откатчика 18 тон. на 100 с. или 18 (T 100).

3) При откаткѣ подростками по низкимъ ходамъ производительность равна 6,7 тон. на 100 с. или 6,7 (T 100).

Далѣе при откаткѣ лошадьми (см. статья «*сила тяги лошади*») имѣли:

4) При значительныхъ разстояніяхъ, въ 500 с. и болѣе, производительность = 443 т. на 100 с. или 443 (T 100).

5) При меньшихъ разстояніяхъ и пр. производительность лошади = отъ 90 до 230 т. на 100 с. или отъ 90 (T 100) до 230 (T 100).

6) При откаткѣ пони производительность = 16,25 т. на 100 с. или 16,25 (T 100).

Если предположимъ теперь, что плата откатчику 60 коп. въ день, подростку—40 коп., содержаніе лошади и плата погонщику 1 р. 10 к., содержаніе пони 90 коп., то стоимость откатки (только на расходъ двигателя) на одну единицу полезнаго дѣйствія откатки, т. е. на 1 т., перевозимую на 100 с., представится въ слѣдующемъ рядѣ цифръ [1]):

Въ 1-мъ	случаѣ	около	1,	7	к. за	(T 100),	или	0,027	к. за	1 пудъ
„ 2	„	„	3,	3	„ „	„	„	0,053	„ „	„
„ 3	„	„	6		„ „	„	„	0,097	„ „	„
„ 4	„	„	0,25		„ „	„	„	0,004	„ „	„
„ 5	„	„	1,	2	„ „	„	„	0,019	„ „	„
„ 6	„	„	5,	5	„ „	„	„	0,088	„ „	„

[330.] Возьмемъ теперь общій случай: положимъ, имѣемъ x забоевъ. Положимъ, что забой № 1 находится отъ шахты въ разстояніи l_1 и производитъ t_1 тоннъ каменнаго угля, для него задолжается n_1 лошадей.

Для забоя № 2 допустимъ, что соотвѣтственно имѣемъ l_2, t_2 и n_2; для забоя № 3 также имѣемъ l_3, t_3 и n_3 и т. д. для x забоевъ.

Полное число единицъ откатки N получится изъ уравненія:

$$N\,(T\,100) = \frac{l_1\,t_1}{100} + \frac{l_2\,t_2}{100} + \frac{l_3\,t_3}{100} + \ldots\ldots\ldots \text{(a)}$$

а производительность каждой лошади будетъ:

$$Z = \frac{N\,(T\,100)}{n_1 + n_2 + n_3 + \ldots} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(b)}$$

Если d есть полный расходъ на содержаніе лошадей, ремонтъ пути и пр., то стоимость откатки за одну (T 100) будетъ:

$$e = \frac{d}{N\,(T\,100)} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(c)}$$

Число лошадей n_1 n_2 n_3 . . . . ., которое приходится задолжить для каждаго забоя, можетъ быть опредѣлено, раздѣляя число единицъ откатки даннаго

---

[1]) Эти цифры приводятся съ цѣлью показать только соотношеніе между расходами по откаткѣ живыми движителями при различныхъ условіяхъ; другаго значенія онѣ не должны имѣть, ибо цѣны взяты произвольныя и въ расчетъ не введены другіе расходы, напр. ремонтъ пути и пр.

забоя, т. е. $\frac{l_1 t_1}{100}$ или $\frac{l_2 t_2}{100}$ и т. д. на производительность лошади, принявъ для нея среднее значеніе, соотвѣтствующее даннымъ условіямъ. Положимъ, что забой № 1 подходитъ къ типу благопріятныхъ условій случая 5-го, тогда число лошадей для забоя № 1 будетъ

$$\frac{l_1 t_1}{100.50\ (T\ 100)} = n_1$$

Понятно, что всѣ эти разсужденія относятся равнымъ образомъ и къ откаткѣ людьми.

Уравненія (*b*) и (*c*) даютъ возможность сдѣлать заключеніе о большей или меньшей стоимости откатки, сравнительно съ существующими хорошими примѣрами практики. Если это сравненіе дастъ неблагопріятный результатъ, то надо постараться улучшить пути, вагоны и т. п.

Въ расчетъ стоимости откатки одной единицы, т. е. (T 100), должно ввести не только плату рабочимъ и содержаніе лошадей, но и *ремонтъ пути, вагоновъ и смазку*. Стоимость смазки можетъ быть положена равною около 0,2 коп. на (T 100), ремонтъ вагоновъ 0,7 коп. на (T 100) и ремонтъ пути 1 коп. на (T 100). Однако надо замѣтить, что послѣднія данныя измѣняются въ очень широкихъ предѣлахъ.

[**331.**] **Примѣръ.** Приложимъ приведенныя данныя къ примѣру: положимъ, что вагоны нагружаются у самаго забоя и откатываются людьми на разстояніе 100 саж. до главнаго откаточнаго штрека, по которому на разстояніи 500 саж. откатка производится лошадьми, требуется разсчитать стоимость откатки?

Нагрузчикъ у забоя можетъ нагрузить въ смѣну 10 тон. угля, полагая ему плату 60 к. въ день, получимъ, что

Нагрузка 1 т. будетъ стоить . . . . . 6 коп.

Откатка 1 т. на разстояніи 100 саж. по пути съ нормальнымъ уклономъ обойдется . . . . . 3,3 „ (см. выше таблицу);

но, принимая во вниманіе, что подобныя пути содержатся въ плохомъ состояніи, положимъ за 1 т. на 100 саж. . . . . 3,5 „

Откатка на 500 саж. лошадьми будетъ стоить (полагая за (T 100)—12 коп.) . . . . . 6 „

Всего . . . . . 15,5 к.

Къ этой стоимости надо прибавить слѣдующіе расходы:

Расходы на смазку, считая, что на 1 т. при 100 саж. падаетъ 0,2 коп., а на 600 саж. . . . . 1,2 коп.

Ремонтъ подвижнаго состава на 1 т. на 100 с. 0,7 к., слѣдовательно на 600 с . . . . . 4,2 „

Ремонтъ пути падаетъ на 1 т. при 100 с. 1 к., а на 600 саж. . . . . 6 коп.

Полная стоимость откатки 1 т. на 600 саж. . . . . 26,9 коп.

стоимость откатки за (T 100) будетъ около 4,48 к. или откатка 1 пуд. на 600 саж. обойдется около 0,43 к.

D. Механическая рудничная откатка.

[332.] **Системы откатки.** Откатка грузовъ по выработкамъ неодушевленными движителями, машинами, имѣетъ мѣсто при значительной производительности рудника, при значительныхъ разстояніяхъ и при прочной почвѣ выработки, позволяющей устроить хорошіе, устойчивые пути. Механическую откатку мы встрѣчаемъ въ большомъ развитіи на рудникахъ Англіи и рѣже на рудникахъ континента, ибо условія англійскихъ рудниковъ вполнѣ благопріятны учрежденію этой системы рудничной доставки.

Надо различать слѣдующія системы механической рудничной откатки:

1) Механическая откатка при помощи двухъ канатовъ, иначе — съ заднимъ и переднимъ канатомъ.

2) Механическая откатка при помощи безконечной цѣпи, свободно лежащей на вагонахъ.

3) Механическая откатка съ большою скоростью при помощи безконечнаго каната.

4) Механическая откатка съ малой скоростью при помощи безконечнаго каната.

5) Откатка локомотивами.

Разсмотримъ подробно только первые 4 вида механической откатки и затѣмъ приведемъ нѣкоторыя данныя объ откаткѣ локомотивами.

Первая система *однодѣйствующая*, т. е. при этой системѣ въ данный моментъ движутся только нагруженные или только пустые вагоны.

Вторая и четвертая системы *двудѣйствующія*, ибо при нихъ въ данный моментъ движутся *одновременно* нагруженные и пустые вагоны. Третья система можетъ быть однодѣйствующею и двудѣйствующею.

Каждая изъ поименованныхъ системъ имѣетъ свои достоинства и недостатки, и выборъ той или другой системы зависитъ отъ частныхъ условій, что ближе выяснится при дальнѣйшемъ знакомствѣ съ устройствомъ каждой системы.

I. Механическая откатка при помощи передняго и задняго каната.

[333.] **Общее расположеніе системы.** Представимъ себѣ какую либо штольнообразную выработку, въ одномъ концѣ которой установлена машина, приводящая въ движеніе два барабана a и b (фиг. 62, табл. 51). Барабаны независимо другъ отъ друга могутъ сцѣпляться или разцѣпляться съ валомъ машины. Канатъ отъ барабана a идетъ по выработкѣ, охватываетъ направляющій шкивъ r, далѣе прикрѣпляется къ вагону w. Другой канатъ t отъ барабана b идетъ между рельсами и прикрѣпляется спереди вагона w. Положимъ, что барабанъ b отцѣпленъ отъ вала машины, а барабанъ a соединенъ; давъ опредѣленный ходъ машинѣ, канатъ t начнетъ навиваться на барабанъ b и будетъ тянуть, положимъ, нагруженный вагонъ въ сторону стрѣлки; при этомъ за вагономъ будетъ тянуться канатъ q; t — будетъ *передній или головной*, а q — *задній или хвостовой канатъ*. Если же вагонъ w пустой, слѣдовательно долженъ двигаться въ противоположномъ направленіи, тогда барабанъ b разцѣпляютъ съ осью, а соединяютъ съ машиной барабанъ a. При движеніи машины канатъ q будетъ *навиваться* на барабанъ a и тянуть вагонъ въ сторону шкива r, а канатъ t будетъ *развиваться* съ барабана и тянуться за вагономъ w. Такимъ образомъ производится откатка нагруженныхъ и пустыхъ вагоновъ — *разновременно*.

Можно было бы установить по концамъ пути двѣ машины, какъ на фиг. 62 bis; здѣсь t — головной канатъ и q — хвостовой. Заставляя работать то одну машину, то другую, будемъ передвигать то нагруженные, то пустые вагоны.

Только разсмотрѣнный, что способъ откатки представляетъ сущность системы съ *переднимъ и заднимъ канатомъ (Tail-rope)*.

[334.] На фиг. 63 представлено нѣсколько подробнѣе общее расположеніе системы, взятое уже съ натуры. Движущая машина съ барабанами a и b установлена внутри рудника, близъ шахты H. Барабаны при помощи муфтъ или другихъ приспособленій могутъ быть порознь сцѣплены и разцѣплены съ двигателемъ. *Каждый барабанъ имѣетъ свой тормазъ*. На барабанъ a навивается передній канатъ t, который переходитъ чрезъ направляющій шкивъ v, идетъ между рельсами главнаго откаточнаго пути A и прикрѣпляется къ головѣ поѣзда n съ нагруженными вагонами. Къ заднему вагону поѣзда n прикрѣпляется *хвостовой канатъ* q, который огибаетъ направляющій шкивъ r и идетъ возлѣ рельсоваго пути, перегибается чрезъ направляющій шкивъ w и доходитъ до барабана b. Передвиженіе начинается такимъ образомъ: барабанъ a сцѣпливаютъ съ машиной и освобождаютъ тормазъ, а барабанъ b разцѣпливаютъ и чуть-чуть нажимаютъ принадлежащій ему тормазъ, чтобы канатъ имѣлъ нѣкоторую натянутость и

вслѣдствіе этого правильно ложился на пути; затѣмъ даютъ ходъ машинѣ, тогда передній канатъ t, навиваясь на барабанъ a, будетъ тянуть поѣздъ n къ шахтѣ. Хвостовой канатъ q будетъ слѣдовать за поѣздомъ, развиваясь съ барабана b.

[335.] **Если по боковымъ штрекамъ откатка производится людьми,** то въ пунктѣ пересѣченія бокового съ главнымъ откаточнымъ штрекомъ устраивается *станція* съ запасными путями zy (фиг. 64), расположеніе которыхъ показано на чертежѣ.

Маневрированіе на станціи производится слѣдующимъ образомъ. По боковому штреку k нагруженные вагоны доставляются лошадьми или людьми и ставятся на запасный путь yy. Въ это время поѣздъ съ пустыми вагонами останавливается въ пунктѣ xx и канатъ отцѣпливается. Далѣе поѣздъ пустыхъ вагоновъ переводится рабочими съ xx на путь zz, для чего этотъ путь имѣетъ уклонъ отъ x къ z. Затѣмъ концы x и x головнаго и хвостоваго каната прицѣпливаются къ нагруженному поѣзду, приготовленному на пути yy, дается ходъ машинѣ, — и поѣздъ двигается къ шахтѣ.

[336.] **Если же и по боковому штреку откатка должна совершаться машиной,** то такая сложная система получаетъ расположеніе, изображенное на фиг. 63. Въ боковомъ штрекѣ N проложенъ канатъ zm и $ioqR$, часть его zm до поѣзда будетъ головнымъ канатомъ, а часть $ioqR$ хвостовымъ. Положимъ, что нагруженный поѣздъ mi долженъ двигаться къ главному откаточному штреку; для этого канатъ главнаго штрека разъединяютъ въ точкахъ x и y и соединяютъ эти концы съ соотвѣтственными концами бокового каната, т. е. x съ R и y съ z (на что требуется около 2 м. времени); даютъ ходъ машинѣ, — тогда поѣздъ будетъ двигаться по направленію къ главному штреку. Въ это время часть головнаго каната *yrx не будетъ участвовать въ движеніи.*

На фиг. 65 представлено подобное же въ сущности устройство; но здѣсь для движенія вагоновъ проведена обводная выработка ab для того, чтобы сдѣлать радіусъ кривизны колѣна большимъ. Иногда находимъ и иное расположеніе, именно такъ, что главный канатъ участвуетъ въ движеніи вмѣстѣ съ боковымъ канатомъ.

[337.] **Движитель** — паровая машина или машина, дѣйствующая сжатымъ воздухомъ съ двумя или однимъ цилиндромъ. Котлы устанавливаются внутри рудника, но чаще на поверхности. На прилагаемомъ чертежѣ (фиг. 66) видна система машины. Сцѣпливаніе барабановъ a или b съ движущимъ валомъ o можетъ быть достигнуто различнымъ образомъ, напр. удаленіемъ или приближеніемъ подушекъ n и m къ валу машины. Расположеніе барабановъ по отношенію къ машинѣ можетъ быть сдѣлано такъ, какъ на фиг. 66, и канаты будутъ расположены, какъ a и b (фиг. 67), при этомъ машина будетъ безъ задняго хода; если-же какъ a и b', то машина должна

быть съ заднимъ ходомъ. Въ этомъ послѣднемъ устройствѣ барабаны насажены неподвижно на осяхъ, а сцѣпливаніе производится, какъ на фиг. 66. Расположеніе машины и канатовъ, какъ на фиг. 66 и 67, считается лучшимъ и обще принято въ Англіи.

Иногда одна машина приводитъ въ движеніе двѣ пары барабановъ для двухъ системъ откатки, предназначенной для двухъ разрабатываемыхъ участковъ въ рудникѣ. На фиг. 63 штрекъ *P* служитъ также для механической откатки, для чего рядомъ съ барабанами *a* и *b* установлены подобные же барабаны (не показаны на чертежѣ), приводимые въ движеніе одной и той же машиной. Машина расположена ниже почвы штрековъ, такъ что канаты выходятъ на горизонтъ почвы штрека въ точкахъ *ss*.

На фиг. 68 показано расположеніе машины въ спеціальной выработкѣ W. Здѣсь *a* — подъемная шахта, *b* — водоотливная и вентиляціонная, *c* — главный откаточный штрекъ. Подобное расположеніе имѣется на рудникахъ Thiers (mines d'Anzin).

Иногда движитель устанавливаютъ на поверхности и канатами передаютъ движеніе внутрь рудника. Подобное устройство будетъ пояснено далѣе на примѣрѣ. Такое расположеніе заслуживаетъ полнаго вниманія.

При очень длинныхъ откаточныхъ штрекахъ, когда канатъ получаетъ большую длину, навивка его на барабанъ совершается въ нѣсколько рядовъ. Для правильнаго навиванія устраиваютъ иногда особые приборы.

[338.] **Канаты проволочные**, желѣзные или стальные; діаметръ каната обыкновенно отъ $^3/_4$ — $1^1/_2$ дюйм. Опредѣленіе діаметра будетъ показано ниже. Новый канатъ работаетъ сперва, какъ *головной канатъ*, потомъ его употребляютъ, какъ *хвостовой* и наконецъ онъ работаетъ, какъ *хвостовой* на боковыхъ путяхъ, гдѣ откатка не такъ дѣятельна, поѣзда меньше. Вообще канатъ служитъ среднимъ числомъ около *трехъ лѣтъ*. Длина каната весьма значительна: длина головнаго каната *равна длинѣ штрека*, по которому производится механическая откатка съ небольшимъ запасомъ; длина хвостоваго каната равна *удвоенной длинѣ головнаго каната*. Канатъ главный съ боковымъ соединяются замкомъ, показаннымъ на фиг. 69.

[339.] **Направляющіе ролики и шкивы.** Для предохраненія каната отъ скораго изнашиванія и для уменьшенія сопротивленія отъ тренія, канатъ покоится на роликахъ. При прямолинейномъ пути ролики располагаются въ разстояніи отъ 20 — 26 фут. и до 33 ф. одинъ отъ другаго для головнаго каната и отъ 30 — 33 фут. для хвостоваго каната. Діаметръ роликовъ отъ 8″ — 12″; высота закраины $1^1/_2$″, діаметръ оси $^7/_8$ — $1^1/_2$″. Для хвостоваго каната ролики *a a* устраиваются, какъ показано на фиг. 70, (табл. 52). На колѣнахъ, или поворотахъ пути, канатъ направляется цилиндрическими вертикальными и горизонтальными роликами или коническими и цилиндрическими съ горизонтальными или наклонными осями (фиг. 71, 72). Во вся-

комъ случаѣ ролики должны быть расположены такъ, *чтобы равнодѣйствующая вѣса каната и натянутости была нормальна къ поверхности ролика.* Для хвостоваго каната на поворотахъ ролики *e* представлены на фиг. 71, 73. Въ колѣнахъ, особенно крутыхъ (менѣе 7 саженъ), дѣлаютъ еще иногда *контръ-рельсы* металлическіе *a a* (фиг. 71) или деревянные (фиг. 72). При крутыхъ и частыхъ колѣнахъ канаты хвостовой и головной должны у послѣдняго и перваго вагона поѣзда поддерживаться особымъ приспособленіемъ кондукторскихъ вагоновъ.

На фиг. 74 показано двойное колѣно съ направляющими горизонтальными и наклонными или коническими роликами; при движеніи вагона отъ *A* къ *B* канатъ будетъ принимать положеніе *ao*, *ac*, *af*. Оси роликовъ *k* и *k* должны расположиться перпендикулярно къ направленію *ab*, а длина ихъ опредѣляется чертежемъ. На колѣнахъ хвостовой канатъ иногда направляется однимъ большимъ шкивомъ діаметромъ 4 фут. и болѣе. Направляющій шкивъ *r* и *o* (фиг. 63) помѣщаютъ ниже горизонта пути, а на колѣнахъ для хвостоваго каната (*r*, фиг. 65) выше горизонта пути. Для уменьшенія тренія діаметръ роликовъ и шкивовъ вообще выгодно дѣлать большимъ.

[340.] **Рельсовый путь.** Путь вообще долженъ быть устроенъ болѣе солидно, прочно, вслѣдствіе большей скорости откатки. Ширина пути колеблется между $2' - 2^3/_4'$, среднимъ числомъ можно положить, что ширина пути равна $2^1/_4$ ф. Рельсы примѣняются виньолевскіе, американскіе или другихъ системъ. Напримѣръ, при вѣсѣ нагруженнаго вагона въ 30 пуд. ставятъ виньолевскіе рельсы вѣсомъ $1^1/_3$ пуд. въ 1 погон. саж.; при вѣсѣ нагруженнаго вагона въ 28 пуд. пустотѣлыя рельсы, положенные на продольныхъ брусьяхъ, лежащихъ на шпалахъ, вѣсятъ около 1 пуд. въ 1 саж. погон.

[341.] **Вагоны и скорость ихъ движенія.** Вагоны здѣсь не отличаются отъ вагоновъ при откаткѣ лошадьми. Обыкновенно колеса вращаются вмѣстѣ съ осями. Если путь имѣетъ крутыя колѣна, то разстояніе между осями слѣдуетъ уменьшать, что влечетъ за собою уменьшеніе діаметра колесъ, который измѣняется отъ 10—12″.

Канаты прицѣпляются къ вагонамъ при помощи крючка, изображеннаго на фиг. 75; вынимаютъ чеку и откидываютъ скобу *a* налѣво, тогда крюкъ *b* повернется направо и вагонъ отцѣпится. Самое простое соединеніе представлено на фиг. 76. Самодѣйствующій приборъ изображенъ на фиг. 77. Въ пунктѣ, гдѣ поѣздъ долженъ быть отцѣпленъ отъ каната, у потолка штрека, укрѣпляютъ перекладь такъ низко, что при движеніи поѣзда рычагъ *r* задѣнетъ за перекладь, откинется назадъ, подниметъ скобу *a*, вслѣдствіе чего крюкъ *c* откинется налѣво и цѣпь *k* освободится.

Для поддержанія на извѣстномъ горизонтѣ головнаго и хвостоваго каната ставятъ въ головѣ и хвостѣ поѣзда кондукторскіе вагоны съ такимъ

приспособленіемъ, что точка прикрѣпленія канатовъ можетъ подниматься или опускаться. Кондукторъ, слѣдующій съ вагономъ, въ случаѣ несчастія можетъ дать сигналъ; объ устройствѣ сигналовъ будетъ сказано ниже. Иногда ставятъ кондукторскіе вагоны только въ хвостѣ поѣзда. Къ концу каната, прикрѣпляемаго къ поѣзду, присоединяютъ цѣпь длиною около 7 саж.

Вслѣдствіе того, что при этой системѣ періодически движутся нагруженные вагоны или пустые,—дѣлается необходимымъ, въ виду болѣе успѣшной откатки, придавать движенію поѣздовъ большую скорость и составлять поѣзда изъ большаго числа вагоновъ. *Скорость достигаетъ 23 ф. въ секунду, обыкновенно же 13 — 17 фут.*; при изгибающихся путяхъ берутъ меньшую скорость.

Поѣзда составляются изъ 30, 60 до 100 вагоновъ. При рѣзко измѣняющейся профили пути необходимо ставить въ головѣ и хвостѣ поѣзда кондукторскіе вагоны съ тормазами. Значительная скорость и большіе поѣзда при путяхъ съ подъемами требуютъ очень сильныхъ машинъ, иногда до 150 пар. лош.; но и производительность можетъ быть достигнута очень значительная, какъ увидимъ ниже.

[342.] Работа машины. Мы уже знаемъ, что сила, потребная для тяги вагоновъ, выражается формулой:

$$Z_1 = (W + Q)\left(\frac{0{,}17}{D} \pm \sin\alpha\right) + 0{,}12\left(W + Q\right)\frac{d}{D} \quad \ldots\ldots (1)$$

Если на пути встрѣчается колѣно съ радіусомъ закругленія около 10 саж., то Z_1 надо увеличить на $^1/_3$. Такъ какъ откатка производится поѣздами, то W и Q представляютъ суммы частныхъ значеній для всѣхъ вагоновъ въ поѣздѣ. При механической откаткѣ надо еще принять въ соображеніе сопротивленіе отъ движенія каната по направляющимъ роликамъ и сопротивленіе отъ относительнаго вѣса каната. Эти сопротивленія можно приблизительно разсчитать (см. Томъ I справоч. книги); но можно также пользоваться эмпирической формулой, въ которой это сопротивленіе выражается въ зависимости отъ длины каната,

$$Z_2 = xL \quad \ldots\ldots (2)$$

Численное значеніе для x измѣняется, смотря по состоянію катковъ, смазки, поворотамъ и проч. Среднимъ числомъ получаемъ, что

$$Z_2 = 0{,}2\ L \quad \ldots\ldots (3)$$

Здѣсь L (длина пути) въ метрахъ и Z_2 въ килограммахъ. Если же выразить въ пудахъ и футахъ, то

$$Z_2 = 0{,}0037\ L \quad \ldots\ldots (4)$$

По Гауэру $x = 1/8$ (для метрическихъ мѣръ); по другимъ даннымъ, если скорость $= 16\frac{1}{2}$ фут., путь почти прямой и горизонтальный, то на каждые 330 фут. каната полагаютъ $\frac{1}{2}$ п. лошадь. Надо однако замѣтить, что этотъ коэффиціентъ въ точности еще не опредѣленъ для различныхъ случаевъ. Вообще сопротивленіе движенію каната при путяхъ съ неправильнымъ профилемъ и съ колѣпами трудно поддается вычисленіямъ.

Итакъ, полная сила тяги будетъ: [1])

$$Z = Z_1 + Z_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Если v скорость движенія, то, полагая 10% на разныя потери въ приводахъ и пр., получимъ работу машины:

$$N = \frac{1,1}{15}(Z_1 + Z_2)\, v \text{ пар. лош.}$$

Для расчета діаметра каната имѣемъ силу, стремящуюся разорвать канатъ:

$$T = Z_1 + (xL + P \sin \alpha)$$

здѣсь P вѣсъ каната.

Если α незначительно, то:

$$T = Z_1 + xL \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Для перваго случая, если n число проволокъ въ канатѣ, R — прочное сопротивленіе разрыву $= 57600$ пуд. на 1 кв. ф., δ — вѣсъ 1 куб. фут. проволоки, d — діаметръ проволоки въ фут., то будемъ имѣть: [2])

$$d' = \sqrt{\frac{4\,(Z_1 + 0,0042\,L)}{\pi n\,(R - 1,25\,\delta l \sin \alpha)}} \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

а для втораго случая, самаго обыкновеннаго при механической откаткѣ,

$$d' = \sqrt{\frac{4\,(Z_1 + 0,0042\,L)}{\pi n\,R}} \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Въ уравненіи (1) отрицательный знакъ передъ $\sin \alpha$ относится къ случаю, когда нагруженный поѣздъ спускается по уклону. При значительномъ α можетъ случиться, что Z_1 будетъ отрицательнымъ и Z въ уравненіи (5) можетъ быть весьма малымъ и наконецъ также отрицательнымъ. Слѣдова-

---

[1]) Въ выраженіе для силы тяги слѣдовало бы еще ввести и сопротивленіе отъ жесткости каната; но это сопротивленіе незначительно, какъ увидимъ ниже.

[2]) См. Томъ I Справоч. книги.

тельно, если нагруженные вагоны спускаются по уклону, то, вычисливъ для нихъ силу тяги, слѣдуетъ сдѣлать расчетъ и для движенія пустыхъ вагоновъ на подъемъ и затѣмъ принять въ вычисленіи работы машины наибольшее значеніе. Если путь не представляетъ однообразнаго профиля, а напротивъ — волнистъ, то для α надо принять значеніе, соотвѣтствующее наиболѣе крутому подъему. Сила машины обыкновенно выходитъ значительная, ибо здѣсь не имѣетъ мѣста уравновѣшиваніе мертвыхъ грузовъ.

[343.] **Стоимость постройки и расходы по откаткѣ.** Стоимость устройства механической откатки системой № 1 довольно высока, также какъ и расходы за откатку (T 100). Ниже въ примѣрахъ выяснится подробнѣе, изъ какихъ частныхъ суммъ слагается общая стоимость устройства и расходы на откатку [1]), теперь же приведемъ среднія, круглыя цифры, выведенныя изъ существующихъ примѣровъ; онѣ дадутъ общее понятіе объ этихъ расходахъ.

Въ 12 ч. смѣну откатываютъ	500	тон.
Разстояніе откатки около	1000	саж.
Подъемъ въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ	0,0047	„
Вмѣстимость вагоновъ на нагрузку въ	25	пуд.
Число вагоновъ въ поѣздѣ	59	
Полное число вагоновъ, обращающихся въ рудникѣ	432	
Число вагоновъ необходимыхъ для дѣйствія системы	245	
Скорость откатки для нагруженныхъ вагоновъ	12	фут.
„ „ „ пустыхъ вагоновъ	15½	„
Полная работа машины среднимъ числомъ N	= 114	п. л.
Работа, идущая на передвиженіе нагруженныхъ вагоновъ	0,42 N	
Работа, идущая на преодолѣніе сопротивленія движенію каната	0,45 N	
Работа, идущая на преодолѣніе сопротивленія въ машинѣ и приводахъ	0,13 N	
Стоимость машины, котловъ, барабановъ	7000	р.
Стоимость 100 саж. пути	600	„

Расходы, падающіе на откатку 1 т., при разстояніи откатки въ 100 саж., или стоимость откатки за (T 100):

Ремонтъ канатовъ	0,09	к.
„ вагоновъ	0,04	„
Смазка	0,06	„

[1]) Считаю необходимымъ замѣтить, что во всѣхъ данныхъ относительно цѣнъ, которыя конечно взяты съ иностранныхъ рудниковъ, принятъ при переводѣ 1 франкъ равнымъ 25 коп.

Каменный уголь для котловъ	0,19 к.
Ремонтъ машины и котловъ	0,03 „
Содержаніе пути	0,02 „
Плата рабочимъ (11 человѣкъ)	0,20 „
Сумма или расходъ на доставку (T 100) около	0,65 к.

[344.] **Достоинства и недостатки системы № 1, случаи наивыгоднѣйшаго ея примѣненія.** Система механической откатки съ заднимъ и переднимъ канатомъ очень распространена въ Англіи, (въ Northumberland'ѣ и въ Durham'ѣ), а также извѣстны примѣры этой системы во Франціи, (на рудникахъ d'Aniche, Anzin), въ Саарбрюкенѣ и пр.

Одно изъ важныхъ достоинствъ разсматриваемой системы состоитъ въ томъ, что ее можно примѣнить при всякихъ условіяхъ пути: при узкихъ ходахъ, позволяющихъ уложить одну только пару рельсовъ, при путяхъ съ колѣнами или поворотами, съ подъемами и уклонами, со станціями, съ боковыми путями, которые также должны входить въ систему механической откатки.

Весьма важное обстоятельство, именно: отсутствіе уравновѣшиванія мертвыхъ грузовъ и значительная скорость требуютъ сильныхъ машинъ. Кромѣ этого, машина должна разсчитываться по даннымъ для самаго крутаго подъема изъ всѣхъ подъемовъ, встрѣчаемыхъ на пути, хотя бы эта работа отъ машины потребовалась въ періодъ времени весьма малый.

При увеличеніи числа боковыхъ путей, входящихъ въ систему, расходы на откатку мало увеличиваются, ибо двигитель остается тотъ же, той же силы; расходы на содержаніе пути, канатовъ и пр. тѣ же, какъ и при прямомъ пути; число рабочихъ только нѣсколько увеличивается.

Для болѣе всесторонняго уясненія устройства механической откатки системой № 1, приведемъ нѣсколько примѣровъ.

[345.] **Примѣръ 1.** Какъ поучительный примѣръ примѣненія механической откатки системой № 1, опишемъ устройство откатки на рудникахъ d'Aniche во Франціи (Les mines d'Aniche, à la fosse St. Marie). Значительное увеличеніе производительности рудника заставило обратить вниманіе на откатку. Съ этою цѣлью были усовершенствованы вагоны, пути и пр.; но доставка не могла быть удовлетворительна при одномъ пути съ откаткой лошадьми. Втораго пути устроить нельзя было, такъ какъ потребовались бы широкіе ходы, но малая крѣпость почвы этого не допускала. При этомъ квершлаги весьма длинные и проводъ ихъ весьма дорогъ. И такъ, слѣдовало построить механическую откатку при условіяхъ:

1) Доставлять до 1500 вагоновъ въ 10 ч. смѣну.

2) Одна пара рельсовъ.

3) Откатка должна производиться не только по длинному квершлагу,

но и по нѣсколькимъ штрекамъ, ибо квершлагъ пересѣкаетъ нѣсколько пластовъ. Штреки имѣютъ ломанный видъ, съ крутыми уклонами и пр.

4) Продолжительность выемки каждаго поля малая, ибо пласты тонкіе; такъ что лѣтъ чрезъ шесть приходится переходить уже къ нижнимъ горизонтамъ.

5) Породы слабыя, вслѣдствіе чего установъ машинъ въ рудникѣ затруднителенъ.

6) Наибольшее разстояніе доставки отъ шахты около 700 саж.

Вотъ эти данныя заставили остановиться на системѣ № 1 и на двигателѣ, установленномъ на поверхности. Условія 1, 2, 3, даютъ преимущество системѣ № 1 по тѣмъ соображеніямъ, которыя были разобраны нами раньше. Другія системы при данныхъ условіяхъ, какъ ниже увидимъ, менѣе выгодны. Условія 5 и 6 заставляютъ предпочесть установъ двигателя на поверхности. Не принимая даже въ соображеніе слабости почвы, другія еще соображенія заставили установить машину надъ шахтой. Въ самомъ дѣлѣ, установить паровую машину внутри рудника и провести паръ съ поверхности невыгодно, вслѣдствіе значительной конденсаціи по паропроводнымъ трубамъ. Установить же котлы внутри рудника также было невозможно, ибо негдѣ было устроить дымопровода. Оставалось только остановиться на машинѣ, дѣйствующей сжатымъ воздухомъ; по этому во первыхъ мѣшали условія 5 и 6, а во вторыхъ опытъ передачи движенія внутрь рудника канатомъ вполнѣ увѣнчался успѣхомъ ранѣе, при другихъ работахъ.

Хотя расчетъ сдѣланъ на 700 саж. пути, но вначалѣ установлена была откатка только на 250 саж. по квершлагу *A* (фиг. 78). Квершлагъ идетъ почти по прямой линіи и съ уклономъ къ шахтѣ отъ 0,006 до 0,012. Ширина его 5′ и только на станціяхъ, гдѣ два пути, ширина его доходитъ до $6\frac{1}{2}'$.

Принято, что поѣздъ будетъ составляться изъ 30 — 40 нагруженныхъ вагоновъ, слѣдовательно въ 1 ч. должны доставить 5 поѣздовъ нагруженныхъ и 5 поѣздовъ пустыхъ; при этомъ скорость 16,4′ въ 1″.

Машина разсчитана, принявъ въ соображеніе то, что она должна исполнить слѣдующія работы: 1) поднимать канатъ въ шахтѣ, глубина которой 141 саж., 2) преодолѣть сопротивленіе отъ движенія каната въ 1400 с. по роликамъ, 3) преодолѣть сопротивленіе движенію вагоновъ, 4) преодолѣть сопротивленіе отъ жесткости каната.

1. По примѣрамъ практики принятъ діаметръ каната $\frac{5}{8}''$ (0,017 m.); онъ выдерживаетъ нагрузку въ 14 тон., вѣсъ 1 погон. саж. каната = 5,3 фунт., слѣдовательно, вѣсъ каната равенъ около 18,6 пудъ, а работа для поднятія его будетъ:

$$N_1 = \frac{18{,}6 \times 16{,}4}{15} = 21 \text{ п. л.}$$

2) Опредѣленіе работы, потребной на передвиженіе каната по роликамъ, основываясь на правилѣ, приведенномъ нами выше, около 1,1 п. л. на каждые 100 с. длины каната, слѣдовательно для каната въ 1400 саж. потребно $N_2 = 1{,}1 \times 14 = 15$ п. л. Эта цифра, какъ показалъ опытъ, слишкомъ достаточна.

3) Сила тяги собственно на передвиженіе поѣзда была разсчитана для *горизонтальнаго* пути, въ виду запаса, по формулѣ:

$$F = f\frac{d}{D}(W + P)$$

здѣсь $f = 0{,}10$, $d = 0^m{,}036$ ($1^7/_{16}''$), $D = 0^m{,}31$ ($12''$), $W = 176$ к. (10,56 пуд.), $P = 400$ к. (24,42 пуд.), слѣдовательно для 30 вагоновъ:

$$F = 194 \text{ к. или около } 12 \text{ пуд.}$$

а работа будетъ:

$$N_3 = \frac{12 \times 16{,}4}{15} = \text{около } 13 \text{ п. л.}$$

4) Работа на преодолѣніе сопротивленія отъ жесткости стальнаго каната, принявъ въ соображеніе формулу Navier и положивъ 15,5 пуд. на сопротивленіе жесткости, будетъ:

$$N_4 = \frac{15{,}5 \times 16{,}4}{15} = 1{,}7 \text{ п. л.}$$

Итакъ, полная работа машины:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 50{,}7 \text{ п. л.}$$

Здѣсь надо замѣтить, что строители приняли въ соображеніе такое ничтожное сопротивленіе, какъ жесткость, и опустили сопротивленіе отъ тренія втораго рода при движеніи вагоновъ, которое въ данномъ случаѣ потребуетъ работы около 8 п. л.

Интересно сравнить, какое число лошадей понадобилось бы для разсматриваемой откатки? 1250 вагоновъ съ нагрузкой въ 24,42 пуд. составитъ около 500 т. груза и 250 вагоновъ съ пустой породой по 36,63 пуд. составитъ около 150 т., откатка на 700 саж., слѣдовательно полная работа будетъ:

$$650 \times 700 = 455000 \text{ т. с. или } 4550\ (T100)$$

если положимъ, что лошадь можетъ перевезти 150 (T 100), слѣдовательно потребуется задолжить не менѣе 30 лошадей.

Діаметръ направляющихъ шкивовъ (фиг. 78) r и r' равенъ 5,75 фут., діаметръ горизонтальныхъ шкивовъ $nn = 5$ ф. Направляющіе ролики изо-

бражены на фиг. 70, разстояніе между ними 23 ф. На колѣнахъ ролики съ наклонными осями (фиг. 71), *aa* — контръ-рельсы. На фиг. 71 представлено расположеніе роликовъ для хвостоваго каната на закругленіяхъ; ролики отстоятъ одинъ отъ другаго на 39 ф. Машина горизонтальная съ 2 цилиндрами. Діаметры цилиндровъ — 14″. Ходъ — 27,5″. Діаметръ барабановъ R — 9,2 ф., длина — 33½″. Около машины установленъ индикаторъ, показывающій положеніе поѣзда въ квершлагѣ. Рельсы виньолевскіе, 1,3 пуд. въ 1 с. погон. Ширина пути — 2 фут. Вагоны деревянные, колеса литой стали по 19½ фунт. вѣсомъ.

Стоимость устройства:

Машина со всѣми принадлежностями (безъ котла)	5245 руб.
Зданіе для машины	1877 „
Шкивы, ролики, сигналы и пр.	1620 „
Канатъ 2400^m, 2460^k (148 пудъ)	1585 „
Рельсы 14000^k, (840 пудъ) шпалы и пр.	1236 „
Установъ роликовъ, укладка пути и пр. работы	2444 „
Итого	14007 руб.

Опытъ показалъ, что при этой откаткѣ доставка за 1 тонну, перевозимую на 100 саж. обходится въ 1,67, коп. а при откаткѣ лошадьми — 1,85 к. Надо замѣтить, что сравненіе сдѣлано только для разстоянія въ 250 саж.; при увеличеніи этого разстоянія, расходы на механическую откатку почти не измѣняются.

Впослѣдствіи (1876 г.) механическая откатка совершалась частью уже и по штреку, такъ что длина пути достигла 400 саж. При послѣднемъ разстояніи откатки мѣсячные расходы слагаются изъ слѣдующихъ цифръ.

Задолжается рабочихъ: 1 машинистъ, 1 смазчикъ, 1 на тормазѣ, 1 сигнальщикъ у шахты, 3 составителя поѣздовъ, 2 на ремонтѣ пути, 2 пріемщика вагоновъ у шахты, — всего 11 человѣкъ.

Мѣсячная плата рабочимъ 226 руб.

Израсходовано на содержаніе машины:

Масло, пакля и прочіе мелкіе расходы	12,50 руб.
Каменный уголь	112,50 „
Итого	125,00 руб.
Смазка	37,50 руб.
Ремонтъ катковъ, шкивовъ и пр.	18,27 „
Итого	180,77 руб.

Всего расходовъ въ мѣсяцъ около 306 руб. сер.

При этихъ расходахъ перевезено 16835 вагоновъ съ нагрузкой по 24,4 пуд. на 400 саж., слѣдовательно круглымъ числомъ	26500 (T100)
Перевезено 700 вагоновъ съ пустой породой по 36,6 пуд., круглымъ числомъ	1650 (T100)
Итого	28150 (T100)

Стоимость перевозки за (T100)=1,43 к., собственно за уголь 1,15 к.

[346.] Примѣръ 2-й (фиг. 79, табл. 53), Durrham, Harraton Colliery. Механическая откатка производится по главному откаточному штреку и одному боковому, возстающему. Длина главнаго пути 745 с., отъ шахты до конца боковаго штрека 774 с. Средній уклонъ пути къ шахтѣ равенъ 0,012 (обстоятельство благопріятное для движенія нагруженныхъ вагоновъ). Въ сутки доставлялось 660 тон. угля.

Движитель. Вертикальная паровая машина. Передача барабанамъ зубчатыми колесами. Котлы поставлены на поверхности. Размѣры машины и котловъ слѣдующіе:

Діаметръ цилиндровъ	26″
Ходъ поршня	36″
Діаметръ маховаго колеса	8′
Передаточное число зубчатаго привода	1/3
Діаметръ барабановъ	81 3/4
Число паровыхъ котловъ	3
Нагрѣвательная поверхн. каждаго котла	248 1/2 к. ф.

Размѣры канатовъ, направляющихъ роликовъ и шкивовъ:

Длина головнаго каната	986 саж.
„ хвостоваго „	1972 „
Діаметръ головнаго каната	7/8″
„ хвостоваго „	7/8″
Вѣсъ головнаго каната	203 пуд.
„ хвостоваго „	406 „
Число направленныхъ роликовъ головнаго каната	251
„ „ „ хвостоваго „	220
Діаметръ первыхъ роликовъ	8 1/2″
„ вторыхъ „	13 1/2″
Разстояніе между роликами головнаго каната	4 саж.
„ „ „ хвостоваго „	4,6 „
Діаметръ направляющихъ шкивовъ на колѣнахъ для головнаго каната	48″

Діаметръ направляющихъ шкивовъ на колѣнахъ для хвостоваго каната..... 2′—6′—7′
Діаметръ шкиковъ въ концахъ штрековъ и возлѣ шахты.... 8′

Рельсы, виньолевскіе, укрѣпляются на чугунныхъ подушкахъ:

Вѣсъ 1-ой погон. саж. рельса..... 1,5′ пуд.
Ширина пути..... $23\frac{1}{2}''$

Вагоны желѣзные на деревянной основной рамѣ, колеса вращаются вмѣстѣ съ осями.

Вѣсъ пустаго вагона..... 14 пуд.
Вѣсъ нагрузки вагона..... $20\frac{1}{4}$ „
Высота вагона надъ рельсами..... $34\frac{1}{2}''$
Разстояніе между осями..... $15''$
Діаметръ колесъ..... $9''$
Полное число вагоновъ рудника..... 440
Необходимое число вагоновъ въ работѣ..... 252

Производительность: въ 12 ч. смѣну доставляютъ 31 поѣздъ, въ 63 вагона каждый, съ грузомъ въ 21, 26 тон., а всего 659 тон. въ смѣну.

Работа машины, опредѣленная индикаторомъ.

1) При движеніи ненагруженнаго поѣзда, машина дѣлала 46 оборотовъ, скорость движенія поѣзда 18,7 фут. въ $1''$.

Работа, поглощаемая собственно машиной..... 21,10 п. л.
„ „ „ поѣздомъ..... 59,11 „
„ „ „ канатомъ..... 59,95 „
140,16 п. л.

2) При движеніи нагруженнаго поѣзда, число оборотовъ машины 49, скорость движенія поѣзда 20,7 фут. въ $1''$.

Работа, поглощаемая собственно машиной..... 26,71 п. л.
„ „ „ поѣздомъ..... 69,04 „
„ „ „ канатомъ..... 55,63 „
151,38 п. л.

Стоимость первоначальнаго устройства:

Движитель..... 4018 руб.
Котлы съ принадлежностями..... 2155 „
Паропроводныя трубы..... 1543 „
Канатъ..... 2145 „
Направляющіе ролики..... 429 „
„ шкивы..... 959 „
Рельсовый путь со всѣми принадлежностями..... 2929 „
Вагоны 252 по 19 р. за штуку..... 4788 „

Расчетъ стоимости пути на 100 саж. въ круглыхъ цифрахъ.

Рельсовъ 200 саж., 300 пуд	216 руб.
Шпалы	15 „
Подушки	63 „
Проволочный тонкій канатъ для сигнала, съ принадлежностями	14 „
Плата рабочимъ	15 „
Направляющіе ролики и пр.	42 „
Канатъ головной 100 саж. около $20\frac{3}{4}$ п.	72 „
„ хвостовой 200 „ „ $41\frac{1}{3}$ п.	144 „
Всего	581 руб.

Содержаніе всего устройства въ продолженіи года, ремонтъ и пр.

Канатъ	832 руб.
Направляющіе шкивы и ролики	54 „
Вагоны	306 „
Рельсы и вообще путь	133 „
Масло для машины	17 „
Смазка для роликовъ	461 „
Уголь для котловъ 1375 тон.	1492 „
Исправленіе машины и котловъ	475 „
	3770 руб.

Плата рабочимъ въ 12 ч. смѣну:

1 машинисту	1 р. 26 к.
1 кочегару	— „ 95 „
1 составителю поѣздовъ	— „ 42 „
2 рабочимъ при исправленіи и надзорѣ за путями	1 „ 73 „
1 смазчику роликовъ	— „ 42 „
1 кондуктору	— „ 79 „
1 стрѣлочнику	1 „ 10 „
3 рабочимъ для пріемки вагоновъ у шахты	2 „ 36 „
Итого въ смѣну	9 р. 03 к.
Въ продолженіи года, считая 263 раб. дня	2375 руб.
Всего: плата рабочимъ и содержаніе	6145 „

Среднимъ числомъ доставляютъ 595 тон. угля въ день и поѣздъ среднимъ числомъ пробѣгаетъ конецъ въ 758 саж., слѣдовательно единицъ полезной работы откатки будетъ 4510 (T 100) и откатка 1 тон. на 100 с. обходится около 0,5 коп. Это случай крайне дешевой откатки; между прочимъ дешевизна объясняется малой рабочей платой, которая въ настоящее время выше на 50 %.

Нѣкоторыя среднія цифры будутъ еще представлены въ сравнительной таблицѣ въ концѣ настоящаго отдѣла.

[347.] **Примѣръ 3.** Машинная откатка вообще дешевле, нежели лошадьми и эта выгода становится тѣмъ болѣе значительной, чѣмъ длиннѣе разстояніе откатки. На рудникѣ Thiers (Anzin) стоимость откатки за 1 т. на 100 с. равняется 1,22 коп., а лошадьми — 1,65 коп. Здѣсь на рудникѣ одно изъ самыхъ значительныхъ устройствъ этого рода: длина каната 1920 с., все устройство обошлось въ 120 тысячъ рублей. Доставляется къ шахтѣ въ день отъ 1300—1500 вагоновъ съ нагрузкой въ 43000 пуд. Котлы установлены на поверхности. Уклонъ квершлага къ шахтѣ 0,006, уклонъ штрековъ 0,012. Вмѣстимость деревянныхъ и желѣзныхъ вагоновъ $5^1/_2$ hcc. (около 30 пуд.), вѣсъ вагона 14 пуд., число вагоновъ въ поѣздѣ 40. Діаметръ каната 1″. Скорость откатки отъ 11,5—14,8 и до 16,5 ф. на прямыхъ участкахъ пути.

[348.] **Примѣръ 4.** На копи v. der Heydt (Саарбрюкенъ) установлена механическая откатка (по штольнѣ), которая для шахты Lampenest достигаетъ 1771 с. Здѣсь откатка съ заднимъ и переднимъ канатомъ, но двумя машинами, установленными по концамъ пути: одна въ рудникѣ у шахты, а другая у устья штольны. Скорость движенія поѣздовъ — 18′ въ 1″; число вагоновъ въ поѣздѣ — 100. Кондукторскій вагонъ прицѣпляется въ началѣ и въ концѣ поѣзда. На 100 центн., перевезенныхъ на 100 m., откатка стоитъ 4,14 пфеннига, или за 1 т., перевезенную на 100 с., около 0,4 коп. Тутъ же рядомъ устроена такая же доставка и для шахты Krug на разстояніи 817 саж., 100 центн. перевезенныхъ на 100 m. откатка стоитъ 4,63 пф. или за (T 100) около 0,5 коп. Слѣдовательно, съ уменьшеніемъ длины пути стоимость откатки (T 100) увеличивается; это замѣчаніе справедливо для всякой системы механической рудничной откатки. Откатка двумя машинами имѣетъ преимущество предъ откаткой одной машиной въ томъ только отношеніи, что длина каната и число роликовъ уменьшаются.

2. Механическая откатка при помощи безконечной цѣпи, свободно лежащей на вагонахъ.

[349.] **Общее расположеніе системы.** Сущность этой системы состоитъ въ слѣдующемъ. Представимъ себѣ штрекъ P (фиг. 80, табл. 53), имѣющій два рельсовыхъ пути hh и $h'h'$. Въ одномъ концѣ штрека установленъ движущій шкивъ a, приводимый въ движеніе машиной какой бы то ни было системы, паровой или дѣйствующей сжатымъ воздухомъ, горизонтальной или вертикальной. Машина можетъ быть установлена здѣсь же, внутри рудника или на поверхности, и тогда передача производится цѣпью или безконеч-

нымъ канатомъ по шахтѣ. Въ другомъ концѣ штрека установленъ направляющій шкивъ b такого же діаметра и вообще устройства, какъ и a. На шкивы a и b накинута безконечная цѣпь cc'. Части цѣпи приходятся надъ срединой путей h и h'. Вращеніе шкива a производится всегда въ одномъ направленіи. Нагруженные вагоны $ddd\ldots$, двигающіеся всегда по пути $h'h'$, подводятся подъ движущуюся, свободно висящую цѣпь c', захватываются ею (для чего вагоны въ концахъ имѣютъ соотвѣтственные вилки) и увлекаются по пути. Вагоны вводятся подъ цѣпь періодически, по одному, съ опредѣленными промежутками. Точно также поступаютъ и съ пустыми вагонами. Слѣдовательно при этой системѣ *одновременно* и *непрерывно* движутся пустые и нагруженные вагоны, т. е. она *двудѣйствующая*.

Итакъ, для разсматриваемой системы необходимо два рельсовыхъ пути. Между движущимъ и направляющимъ шкивомъ пѣтъ поддерживающихъ роликовъ, такъ какъ цѣпь покоится на вагонахъ.

[350.] **Разстояніе между движущимися вагонами**, равно какъ и скорость движенія, зависятъ отъ количества передвигаемаго груза. Обыкновенно скорость движенія цѣпи колеблется отъ 1,5 — 4,5 ф. въ 1″, чѣмъ меньше, тѣмъ откатка безопаснѣе; такъ на Анзенскихъ рудникахъ (fosse Reussite) скорость цѣпи только 0,95 фут. Разстояніе между вагонами отъ 4 до 14 с. и болѣе. Въ случаѣ же, если это разстояніе на столько велико, что цѣпь касается почвы, тогда дѣлаютъ направляющіе ролики; но послѣдній случай очень рѣдокъ; онъ имѣетъ мѣсто при очень крутыхъ подъемахъ, когда потребовалась бы очень сильная машина для подъема многихъ вагоновъ, близко слѣдующихъ другъ за другомъ. При крутыхъ подъемахъ, на случай разрыва цѣпи, для удержанія вагона прикрѣпляютъ позади его особый упоръ. Этотъ упоръ находимъ только при подъемѣ въ 0,012.

Среднимъ числомъ можно отправлять до 8 или 9 вагоновъ въ минуту, что уже допускаетъ весьма обширную производительность рудника.

[351.] **Ведущій шкивъ** a помѣщается въ томъ концѣ пути, который расположенъ болѣе высоко надъ горизонтомъ; это имѣетъ цѣлью уменьшить скольженіе цѣпи по шкиву, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ уже вѣсъ цѣпи будетъ оказывать вліяніе. Для устраненія скольженія устраиваютъ шкивы съ вилками по ободу, въ разстояніи одна отъ другой 12″ (фиг. 81), или цѣпь охватываетъ $2^1/_2$ раза шкивъ, или ободъ по жолобу снабжается выступами, соотвѣтствующими звеньямъ цѣпи (фиг. 82). Шкивы располагаются надъ горизонтомъ пути такимъ образомъ, чтобы вагонъ могъ проходить подъ ними. Начиная отъ шкива цѣпь нѣсколько понижается (фиг. 83); слѣдовательно при такомъ расположеніи, подача и пріемъ вагона дѣлаются понятными. Скоба a (фиг. 83) укрѣпляется съ той стороны шкива, съ которой вагоны прибываютъ къ нему; она служитъ предохранительнымъ средствомъ,

на случай, если бы цѣпь *b* не вышла изъ вилки *a* вагона. Если ширина пути 24″, разстояніе между путями 27″, то діаметръ шкива будетъ = 51″.

Вилка въ короткомъ краѣ вагона (фиг. 84) дѣлается на одномъ или на обоихъ концахъ вагона, если путь волнистый. Въ первомъ случаѣ при движеніи на подъемъ она должна приходиться сзади вагона.

[**352.**] *Разсматриваемая система допускаетъ откатку при путяхъ съ колѣнами, съ развѣтвленіями и произвольнаго профиля.* Если эти колѣна большаго радіуса, то переходъ по нимъ вагоновъ можетъ производиться автоматически, безъ спеціальныхъ устройствъ. Наименьшій предѣлъ этого радіуса не опредѣленъ; но существуютъ примѣры, гдѣ на закругленіи съ радіусомъ въ 140 саж. не требовалось никакихъ спеціальныхъ приспособленій для перевода вагоновъ и направленія цѣпи.

Фиг. 85, (табл. 54) поясняетъ устройство перевода вагоновъ на колѣнахъ. На изгибѣ колѣна путь нѣсколько понижается, цѣпь же поддерживается направляющими роликами *b* и *c*. Въ пунктѣ *h*, гдѣ путь понижается, цѣпь оставляетъ вагонъ, который, частью вслѣдствіе пріобрѣтенной уже скорости, частью вслѣдствіе пониженія пути, проходитъ колѣно и захватывается снова цѣпью около пункта *t*. Переходъ при помощи такого устройства совершается безъ пособія рабочаго, но при его надзорѣ. При болѣе крутыхъ колѣнахъ, а также и при боковыхъ путяхъ, главную цѣпь прерываютъ и передаютъ движеніе боковымъ цѣпямъ при помощи зубчатыхъ приводовъ или, какъ на фиг. 86. Во всѣхъ этихъ случаяхъ необходимы спеціальные рабочіе для перевода вагоновъ чрезъ колѣно или съ бокового пути на главный.

Надо однако замѣтить, что не смотря на то, что эта система допускаетъ колѣна на пути, — вполнѣ безопасная откатка имѣетъ мѣсто только при прямомъ пути или съ колѣнами большаго радіуса.

[**353.**] **Станціи.** Въ случаѣ, если по главному пути *ab* (фиг. 87) производится откатка безконечною цѣпью, а по боковому *cd* — людьми или лошадьми, то въ пунктѣ пересѣченія штрековъ устраивается *станція*. Противъ бокового штрека *cd* подвѣшиваются ролики *rr*, на которые поднимается цѣпь только въ то время, когда совершается движеніе вагоновъ съ бокового пути на главный или обратно.

[**354.**] **Движитель** можетъ представлять, какъ было уже замѣчено, горизонтальная и вертикальная машина, установленная внутри рудника или на поверхности. Въ первомъ случаѣ передачу зубчатыми колесами можно расположить ниже горизонта пути (фиг. 88). Во второмъ случаѣ требуются натяжныя устройства, какъ на фиг. 89; *h* — шахта, *m* — вертикальная паровая машина, *w* — натяжной грузъ. Передача совершается отъ машины къ цѣпи *a* и *b*. Откатка производится по штрекамъ *A* и *B*.

На фиг. 88 представлено расположеніе паровой машины внутри руд-

ника (mines d'Anzin, fosse Reussite). Машина установлена на горизонтѣ 241 с., а котлы на горизонтѣ 182 с., близъ вентиляціонной шахты. Машина съ 1 цилиндромъ въ 25 силъ.

Работа машины при системѣ откатки № 2 — относительно мала. Если положимъ, что путь имѣетъ такой вертикальный профиль, что начальные его пункты находятся на одномъ горизонтѣ, то вслѣдствіе того, что одновременно движутся нагруженные и пустые вагоны въ противоположномъ направленіи, а также, что по всему пути слѣдуютъ вагоны въ извѣстномъ и равномъ разстояніи другъ отъ друга, работа машины будетъ, очевидно, почти равна той работѣ, какъ при горизонтальномъ пути.

Вообще же работа машины, при механической откаткѣ безконечной свободной цѣпью, опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Отыскиваютъ по извѣстнымъ уже намъ формуламъ сумму движущихъ силъ при спускѣ грузовъ по всѣмъ уклонамъ; назовемъ эту сумму чрезъ Z_1; далѣе вычисляютъ сумму силъ, сопротивляющихся движенію грузовъ на всѣ подъемы, положимъ — Z_2; затѣмъ опредѣляютъ всѣ сопротивленія отъ тренія при движеніи нагруженныхъ и пустыхъ вагоновъ, положимъ — Z_3; тогда полная сила тяги T выразится:

$$T = Z_2 + Z_3 - Z_1$$

Смотря по величинѣ и направленію уклоновъ и по ихъ отношенію къ направленію движенія нагруженныхъ вагоновъ, сила T можетъ быть очень мала, можетъ равняться нулю и, наконецъ, можетъ быть отрицательною, тогда система переходитъ въ бремсбергъ. Сила Z_3 должна быть опредѣлена, принявъ въ соображеніе не только мертвый и полезный грузъ, но и вѣсъ всей цѣпи.

Можно вычислить работу машины и инымъ путемъ. Пусть будетъ какой либо профиль пути, на которомъ превышеніе конечной точки B надъ начальной A равно h. Положимъ, что нагруженные вагоны двигаются отъ A къ B; что при скорости v движенія вагоновъ въ промежутокъ времени t секундъ къ B приходитъ одинъ вагонъ, нагрузка котораго p, — тогда очевидно, полезная работа машины во время t будетъ $T_0 = ph$, а въ единицу времени $T_1 = \frac{ph}{t}$. Положимъ, что T_2—сила сопротивленія отъ тренія, то работа вреднаго сопротивленія будетъ $T_2 v$, а полная работа машины $F = \frac{ph}{t} + T_2 v$. Значеніе F можетъ быть положительнымъ или отрицательнымъ, смотря по направленію общаго подъема; въ данномъ случаѣ оно положительное.

Сила F можетъ быть также опредѣлена весьма простымъ путемъ: слѣдуетъ взять сумму вѣсовъ всѣхъ пустыхъ и нагруженныхъ вагоновъ, вѣсъ полезнаго груза, находящагося на пути и полный вѣсъ цѣпи, затѣмъ помно-

жить это на общій коэффиціентъ 0,0135 сопротивленія движенію вагоновъ по рельсовымъ путямъ, который опредѣленъ непосредственнымъ опытомъ на рудникахъ въ Англіи. Этотъ методъ пригоденъ только для горизонтальныхъ путей.

[355.] **Среднія числовыя данныя относительно размѣровъ, стоимости сооруженія и пр.** Стоимость сооруженія пути (считая здѣсь и цѣпь) относительно высока, вслѣдствіе необходимости имѣть два пути и высокой стоимости цѣпи. Стоимость же движителя относительно мала, такъ какъ машина обыкновенной малой силы. Вслѣдствіе же малыхъ расходовъ на топливо для машины, незначительныхъ расходовъ на ремонтъ пути, какъ слѣдствіе малой скорости движенія вагоновъ и отсутствія роликовъ, стоимость откатки за (T 100) менѣе, нежели при другихъ системахъ.

Слѣдующія данныя представляютъ среднія цифры изъ нѣсколькихъ существующихъ примѣровъ механической откатки системой № 2-й.

Число тоннъ, откатываемыхъ въ 12 ч. рабочихъ	458	тон.
Среднее разстояніе откатки	597	саж.
Подъемъ въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ	0,017	
Нагрузка вагоновъ около	17	пуд.
Разстояніе между вагонами	7	саж.
Скорость движенія вагоновъ въ 1″	3	фут.
Число вагоновъ, необходимыхъ для дѣйствія системы	269	
Полная работа машины	20,47	п.л.
Работа, идущая собственно на движеніе вагоновъ и цѣпи	12,58	
Стоимость устройства пути	9627	р.
Стоимость машины и пр.	1737	„
Стоимость 100 с. пути	785	„
Число задолжаемыхъ рабочихъ	6	
Стоимость откатки за (T 100)	0,464	к.

Эта послѣдняя цифра слагается изъ слѣдующихъ расходовъ:

Содержаніе цѣпи	0,028
Ремонтъ вагоновъ	0,053
Смазка	0,053
Уголь для машины	0,087
Ремонтъ и содержаніе машинъ и котловъ	0,025
Ремонтъ пути	0,023
Плата рабочимъ	0,195

[356.] **Примѣръ 1.** Подземная механическая откатка въ „Hapton walley colliery“. Вертикальная паровая машина съ двумя цилиндрами установлена въ пунктѣ A (фиг. 90, табл. 55), gd — наклонная шахта. На глав-

номъ пути (по наклонной шахтѣ) разстояніе между вагонами 29,5 ф., на пути № 1 — 36, на пути № 2—42 ф. Надлежащее разстояніе между вагонами устанавливается, смотря по производительности. Опредѣливъ промежутокъ, на пути устанавливаютъ звонокъ въ разстояніи отъ пункта отправленія вагоновъ равномъ разстоянію, которое должно быть между вагонами. Вагонъ, зацѣпляя за этотъ звонокъ, дастъ сигналъ для начала движенія слѣдующаго вагона. Рабочіе, поставленные на станціи *G*, переводятъ нагруженные вагоны съ путей № 1 и 2 на главный путь, для чего и сдѣланъ небольшой уклонъ пути въ этомъ направленіи. Если нагруженныхъ вагоновъ не хватаетъ, такъ что цѣпь могла бы провиснуть до полотна дороги, тогда между нагруженными вагонами пускаютъ пустые, или даютъ сигналъ машинисту, чтобы уменьшить скорость движенія. Скорость движенія вагоновъ измѣняется отъ 2,7′ — 6 фут. Цѣпь охватываетъ $2\frac{1}{2}$ раза движущіе шкивы и, какъ всегда, $\frac{1}{2}$ раза ведомые. Движущій шкивъ главнаго пути имѣетъ діаметръ 4′, а боковыхъ 3′. Ведущіе шкивы штрековъ могутъ быть при помощи муфтъ разцѣплены съ осями, т. е. движеніе на нихъ пріостановлено, на случай если нѣтъ подачи вагоновъ, о чемъ и дается сигналъ отъ пункта отправленія на станцію *g*. Высота наклонной шахты 4,5 ф. Высота штрековъ № 1 и 2 равна толщинѣ пласта, т. е. $2\frac{3}{4}$ ф.

Размѣры машины и другихъ устройствъ:

Діаметръ паровыхъ цилиндровъ	$12\frac{1}{2}''$
Ходъ поршня	24″
Котловъ съ внутренней трубой	2
Нагрѣвательная поверхность котловъ	998 кв.ф.
Длина цѣпи	2756 саж.
Діаметръ желѣза для цѣпи	$\frac{5}{8}''$
Вѣсъ цѣпи	2270 пуд.
Продолжительность службы цѣпи, средняя	12 лѣт.
Шкивы: 2 съ діам. 4′ вѣсъ	23 пуд.
„ 2 „ „ 3′ „	15 „
„ 4 „ „ 3′ „ (ведомые)	12 „
Рельсы въ видѣ угловаго желѣза, вѣсъ 1 с. пог.	1,7 „
Длина рельса	6′
Ширина пути	22″
Шпалы въ разстояніи одна отъ другой	6′
Вѣсъ пустаго вагона	6,7 пуд.
Вѣсъ нагрузки	10 „
Высота вагона надъ рельсами	25″
Разстояніе между осями	14″
Діаметръ колесъ	11″

Число вагоновъ, необходимыхъ для нормальнаго дѣйствія системы 518
Въ $8^1/_2$ ч. доставляютъ ..... 378 т. угля

Стоимость первоначальнаго устройства:

Машина	725	руб.
Передача движенія	328	„
Котлы	1573	„
Паропроводы и резервуаръ для воды	169	„
Цѣпь	4465	„
Шкивы, зубчатыя колеса, установъ ихъ	798	„
Путь, т. е. рельсы, шпалы, сигналы и пр	6067	„
518 вагоновъ	4407	„
Всего	18532	руб.

Стоимость 100 саженъ пути:

Рельсы 400 саж	402	руб.
Шпалъ 117 штукъ (6′ × 5″ × 2″)	24	„
Костылей 4 на 1 шпалу	4	„
Сигналы	3	„
Плата рабочимъ	6	„
Цѣпь 200 саж	322	„
Итого	761	руб.

Только что приведенная стоимость 100 саж. пути представляетъ вообще среднюю стоимость, если вагоны малыхъ размѣровъ, съ нагрузкой около 10 пуд. Если же вагоны большихъ размѣровъ, съ нагрузкой въ 20 — 25 пуд., то число шпалъ удваивается и тогда стоимость пути нѣсколько возрастаетъ.

Работа машины.

Опыты съ индикаторомъ дали слѣдующіе результаты:

1) Работа, причитающаяся на преодолѣніе сопротивленія собственно въ машинѣ и приводахъ, — 8,72 н. л.

2) Работа при тягѣ 258 нагруженныхъ вагоновъ и 260 пустыхъ, при скорости движенія вагоновъ 4,7 фут., — равна 27,77 н. л., слѣдовательно собственно откатка поглощаетъ = 27,77 — 8,72 = 19,05 н. л.

Стоимость откатки.

Расчетъ сдѣланъ, принявъ во вниманіе, что вагоны служатъ 7 лѣтъ, рельсы 20 лѣтъ, цѣпь 12 лѣтъ, а шпалы 10 лѣтъ.

Содержаніе устройствъ въ годъ:

Цѣпи	323
Шкивы, валы и зубчатыя колеса	38
Вагоны	586
Рельсы и путь	276
Масло	970
Уголь 547,2 тон.	934
Ремонтъ машины и котловъ.	295
Итого.	3422

Плата рабочимъ въ $8^1/_2$ час. смѣну:

1 машинистъ	1 р. 18 к.
6 рабочихъ на станціи и въ пунктахъ отправленія и пріема вагоновъ	5 „ 17 „
1 смазчикъ	1 „ 18 „
2 подростка	1 „ 16 „
Итого	7 р. 69 к.

Въ 308 рабочихъ дней, по 7 р. 59 к. въ день, круглымъ числомъ	2338 р.
Содержаніе	3422 „
Всего	5760 р.

При доставкѣ въ $8^1/_2$ час. 378 тон. причитается за тонну, перевезенную на 100 саж., около 0,6 коп. При этомъ вообще путь имѣетъ уклонъ въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ въ 0,0056, длина пути 760 саж.

[**357.**] **Примѣръ 2.** Копь de Ferfay, fosse № 3. (Pas-de-Calais). Очистныя работы на названномъ рудникѣ ведутся ниже главнаго откаточнаго штрека, слѣдовательно ниже рудничнаго двора; механическая откатка производится по возстающему штреку и далѣе по главному откаточному штреку до шахты, слѣдовательно, вообще съ подъемомъ въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ. Выборъ на систему № 2 палъ вслѣдствіе тѣхъ соображеній, что эта система, установленная на рудникахъ въ Anzin, Mariemont и др., оказалась весьма хорошей и въ Англіи ее особенно предпочитаютъ при тѣхъ условіяхъ, какія имѣлись въ данномъ случаѣ. Движитель установленъ на поверхности, передача движенія отъ машины по шахтѣ внутрь рудника безконечнымъ канатомъ. Мы подобный случай помѣщенія движителя видѣли выше, при разборѣ системы № 1.

Замѣтимъ здѣсь, что система установа движителя на поверхности и

передача безконечнымъ канатомъ заслуживаютъ полнаго вниманія. Въ самомъ дѣлѣ, не говоря уже о затруднительности надлежащаго, прочнаго постанова машины внутри рудника, весьма важный вопросъ представляютъ паровые котлы: установъ ихъ внутри рудника неудобенъ въ виду порчи воздуха и той опасности, которая имѣетъ мѣсто въ случаѣ присутствія рудничнаго газа. При установѣ же котловъ на поверхности наблюдаемъ значительную потерю отъ конденсаціи. Можно было бы прибѣгнуть къ машинѣ, установленной внутри рудника и дѣйствующей сжатымъ воздухомъ; но извѣстно, какъ неэкономичны такія машины. Передача же безконечнымъ канатомъ, какъ учитъ прикладная механика, представляетъ одинъ изъ самыхъ экономичныхъ способовъ передачи движенія на большое разстояніе. Передача движенія съ поверхности цѣпью также хороша.

На фиг. 91, (табл. 55) изображено расположеніе выработокъ. Откатка механическая совершается по горизонтальному штреку *BC* длиною 121 саж. и по штреку *CD* длиною 94 саж., имѣющемъ паденіе 0,022 — 0,024 (около 13°). Ширина пути $23\frac{1}{2}''$; разстояніе между путями $12''$; разстояніе между крѣпью штрека и ящикомъ вагона внизу $16''$ и вверху $10''$ (штрекъ трапецоидальнаго сѣченія); разстояніе между двумя вагонами на пути *a* и *b* равно $4''$. Рельсы виньолевскіе, вѣсъ 1,1 пуд въ 1 с. погон. Разстояніе между шпалами 20 — $24''$.

Вагоны двухъ типовъ: деревянные (вѣсъ вагона 12 пуд., вѣсъ вагона съ углемъ 36 пуд.) и желѣзные на деревянной рамѣ (длина вагона 3,4 фут., ширина 2,3 фут., высота 2,3 фут.). Діаметръ колесъ $10''$, діаметръ осей $1\frac{1}{2}''$; колеса вращаются вмѣстѣ съ осями. Высота вагона (одного и другаго типа) надъ рельсами = 3 ф. Вѣсъ пустаго вагона втораго типа 15 пуд., вѣсъ вагона съ нагрузкою 42 пуд.

Скорость движенія цѣпи 1,6 ф., что позволяетъ доставлять къ шахтѣ въ $1'$ три вагона (при разстояніи между вагонами въ $33'$). Такая подача вагоновъ можетъ быть значительно увеличена съ увеличеніемъ скорости движенія цѣпи, до 1800 вагоновъ въ 10 ч.

Паровая машина съ однимъ цилиндромъ, діаметръ котораго — $19,6''$, ходъ — $31,5''$. Машина зубчатымъ приводомъ сообщаетъ движеніе шкиву системы Fowler'a, на который перекинутъ канатъ, идущій чрезъ направляющіе шкивы въ шахту и далѣе внутри рудника приводящій въ движеніе шкивъ безконечной цѣпи.

Скорость движенія каната равна 100—182 ф. въ $1''$; при этомъ скорость цѣпи будетъ = 1,6 ф. Для устраненія скольженія каната, придаютъ ему извѣстную натянутость особыми натяжными шкивами.

Стоимость устройства собственно механической откатки достигаетъ 11963 руб. Какъ было уже замѣчено, цѣпь въ разсматриваемой системѣ, составляетъ значительный процентъ полной стоимости.

[358.] Достоинства и недостатки системы № 2 и случаи наивыгоднѣйшаго ея примѣненія. Какъ и система № 1, механическая откатка № 2, при помощи безконечной цѣпи, можетъ быть примѣнена при всякихъ условіяхъ пути; но эти системы различаются въ нѣкоторыхъ существенныхъ пунктахъ. При системѣ № 2, если начальный и конечный пунктъ откаточнаго пути находятся на одномъ горизонтѣ, то какой бы не былъ профиль пути между этими пунктами, работа машины будетъ та же, какъ при горизонтальномъ пути; при системѣ № 1 это замѣчаніе не имѣетъ мѣста. Надо положить, что нормальное, вполнѣ безопасное и выгодное дѣйствіе системы № 2 обусловливается прямолинейными путями или по меньшей мѣрѣ путями съ колѣнами большаго радіуса. Въ противномъ случаѣ, т. е. при крутыхъ поворотахъ, необходимы спеціальныя приспособленія для измѣненія направленія цѣпи, и для перевода вагоновъ потребуется задолжать особыхъ рабочихъ.

Малая скорость движенія вагоновъ, которая очень характеризуетъ систему № 2, позволяетъ устраивать пути съ меньшею тщательностію. Иногда, при откаткѣ на поверхности, шпалы укладываютъ прямо на почву; неправильный профиль пути (волнистый) нисколько не вредитъ этой системѣ.

Изучая различные примѣры примѣненія системы № 2, нельзя не замѣтить, что длина и видъ профиля пути менѣе оказываютъ вліянія на увеличеніе расходовъ откатки, нежели повороты или колѣна пути. Эти повороты не только требуютъ задолженія лишнихъ рабочихъ, но и увеличиваютъ работу машины, вслѣдствіе являющихся сопротивленій въ приводахъ.

Малые расходы на ремонтъ и вообще содержаніе системы, малыхъ размѣровъ движитель, продолжительность службы цѣпи, регулярная, равномѣрная работа машины, отсутствіе направляющихъ роликовъ и пр. представляютъ существенныя достоинства разсматриваемой системы откатки; но она уступаетъ системѣ № 1 въ томъ, что единица длины пути стоитъ дороже, вслѣдствіе высокой стоимости цѣпи и устройства двухъ рельсовыхъ путей.

Благодаря своимъ важнымъ достоинствамъ, система № 2 чаще примѣняется, нежели другія системы. Мы упомянули уже о нѣкоторыхъ рудникахъ, гдѣ установлена эта система; здѣсь прибавимъ, что въ Бельгіи находимъ эту систему, напр. на копи Hasard, въ обширныхъ размѣрахъ: длина пути болѣе 1500 саж., въ 8 ч. смѣну доставляютъ около 60000 пуд. угля, стоимость доставки за (T 100) равна 0,18 коп. Въ Россіи имѣется также примѣръ этой системы для откатки на поверхности, именно на Грушевкѣ; но, къ сожалѣнію, подробныхъ данныхъ объ этомъ примѣрѣ мы не можемъ сообщить.

3. Механическая откатка большой скорости при помощи безконечнаго каната.

[359.] Общее расположеніе. Система механической откатки № 3 примѣняется относительно рѣже другихъ системъ, вслѣдствіе весьма существенныхъ ея недостатковъ.

Сущность этой системы состоитъ въ слѣдующемъ. Два шкива *a* и *b* (фиг. 92, табл. 55) насажены на вертикальныхъ осяхъ. Ведущій шкивъ *b* получаетъ движеніе отъ машины, тутъ же установленной. Шкивы *a* и *b* охватываетъ безконечный канатъ *kk'*, проходящій по осямъ 2 паръ рельсовыхъ путей и покоющійся на направляющихъ роликахъ, какъ при системѣ № 1. При постоянномъ движеніи ведущаго шкива *b* въ какую либо сторону, если натянутость каната достаточна, такъ что нѣтъ скольженія, то этотъ послѣдній получаетъ также опредѣленное движеніе. Если теперь къ канату *k* будемъ прицѣплять поѣзда съ нагруженными вагонами, а къ канату *k'* съ пустыми, то такимъ образомъ установимъ одновременную откатку пустыхъ и нагруженныхъ вагоновъ, которые будутъ двигаться всегда по одной и той же парѣ рельсовъ, такъ какъ канатъ двигается всегда въ одну и туже сторону. Слѣдовательно, въ такомъ видѣ система № 3 будетъ *двудѣйствующая*. Канатъ проходитъ подъ вагонами. Если бы имѣлась только одна пара рельсовъ, одинъ путь, тогда направленіе движенія каната должно было бы быть перемѣнно — возвратное и система была бы *однодѣйствующею*.

Итакъ система № 3 представляется намъ какъ бы видоизмѣненіемъ системы № 1. Особенности системы № 3 будутъ слѣдующія:

a) Канатъ безконечный.

b) Канатъ приводится въ движеніе только *однимъ шкивомъ* и необходимая натянутость каната достигается искуственнымъ путемъ, о чемъ будемъ говорить ниже.

c) Рельсовый путь можетъ быть одинарный, но обыкновенно двойной; въ первомъ случаѣ канатъ движется то въ одну, то въ другую сторону, а во второмъ случаѣ всегда въ одну и туже сторону; слѣдовательно, система можетъ быть однодѣйствующею или двудѣйствующею.

Понятно, что при этой системѣ могутъ одновременно двигаться нѣсколько поѣздовъ съ пустыми вагонами и съ нагруженными; слѣдовательно, производительность можетъ быть весьма значительна. Скорость движенія поѣздовъ больше, нежели при 2-й системѣ и нѣсколько меньше нежели при 1-й системѣ, такъ какъ здѣсь могутъ идти нѣсколько поѣздовъ одновременно.

[360.] Поѣздъ, составленный изъ вагоновъ, долженъ прицѣпляться къ канату, для чего примѣняютъ различные способы; между прочимъ этого достигнуть можно при помощи *щитцовъ* (фиг. 96, табл. 56), прикрѣпленныхъ

короткою цѣпью a къ переднему вагону поѣзда, если только уклонъ пути идетъ въ одну сторону; въ противномъ случаѣ, необходимо двое щипцовъ въ каждомъ концѣ поѣзда, что требуетъ также задолженія двухъ подростковъ. Въ вагонѣ кондукторскомъ долженъ быть тормазъ.

Иногда сцѣпляютъ вагоны съ канатомъ помощію крючка на короткой цѣпи, прикрѣпленной къ переднему вагону; этимъ крючкомъ зацѣпляютъ за петлю, сдѣланную на канатѣ (фиг. 97). При пути съ крутыми подъемами и спусками слѣдуетъ соединять поѣздъ съ петлями каната болѣе прочно, сзади и спереди поѣзда. Въ данномъ случаѣ прицѣпливаніе поѣзда за петлю считается лучше другихъ способовъ. Петли на канатѣ расположены въ разстояніи сообразномъ съ длиной предполагаемыхъ поѣздовъ.

Число вагоновъ въ поѣздахъ весьма различно, смотря по требуемой производительности откатки, скорости движенія и проч. Имѣемъ примѣры, гдѣ поѣзда составляются изъ 12 вагоновъ и до 36. *Скорость движенія* достигаетъ 11 и до 17′ въ 1″. Длина каната составляетъ $^2/_3$ длины при системѣ № 1, ибо она равна только удвоенной длинѣ пути.

[361.] **Повороты или колѣна** пути при этой системѣ возможны, но радіусъ кривизны долженъ быть значительный. Если эти колѣна не очень круты (напр. радіусъ — около 260 ф.), то движеніе вагоновъ происходитъ удовлетворительно и не требуетъ тогда никакихъ спеціальныхъ устройствъ. Въ такихъ случаяхъ лучше соединять поѣздъ съ канатомъ при помощи цѣпи и петли, а скорость движенія уменьшать до $3^1/_4$ ф. Если же колѣна болѣе круты, то необходимо поставить на колѣнѣ нѣсколько направляющихъ роликовъ, какъ съ горизонтальными, такъ и съ вертикальными осями, а скорость движенія поѣздовъ и число вагоновъ въ поѣздѣ должны быть уменьшены.

[362.] **Механическая откатка по боковымъ ходамъ** при помощи разсматриваемой системы представляетъ неудобство, такъ какъ здѣсь уже нельзя прерывать главный канатъ и сцѣплять его съ боковымъ, вслѣдствіе натянутости каната. Движеніе боковому канату отъ главнаго можно передать шкивами; но поѣздъ въ этомъ мѣстѣ долженъ быть отцѣпленъ и для перевода вагоновъ потребуется задолженіе спеціальныхъ рабочихъ.

Станціи при этой системѣ устраиваются такимъ образомъ: канатъ главнаго штрека AB (фиг. 98) въ пунктѣ пересѣченія главнаго штрека съ боковымъ C направляется катками ниже горизонта пути, такъ что въ этомъ пунктѣ поѣзда, идущіе по главному пути, должны отцѣпляться отъ каната; рельсъ $A'C$ перекладывается въ положеніе AB и поѣздъ идетъ по штреку E. Во всякомъ случаѣ здѣсь требуются рабочіе въ большемъ числѣ, нежели напр. при 1-й системѣ.

[363.] **Движителемъ** въ разсматриваемой системѣ можетъ служить машина произвольнаго типа. Вообще о движителѣ можно замѣтить все то, что было говорено при разборѣ другихъ системъ. Передача отъ машины къ

ведущему шкиву прямая или при помощи зубчатыхъ приводовъ. Чтобы предупредить скольженіе каната по ведущему шкиву, дѣлаютъ ободъ его особеннаго устройства, напр. системы Fowler'a или проще, устанавливаютъ два шкива (фиг. 93), которые канатъ охватываетъ нѣсколько разъ; шкивы, служащіе для перемѣны направленія движенія каната (въ концѣ штрека), помѣщаютъ на подвижныхъ рамахъ съ противовѣсами, опущенными въ неглубокую шахтообразную выработку, какъ это представлено на фиг. 94. Иногда ведомый шкивъ помѣщается на тяжелой телѣжкѣ, стоящей на рельсахъ въ наклонной выработкѣ. Эти подвижныя рамы могутъ быть установлены и около машины, какъ это представлено на общемъ планѣ расположенія системы (фиг. 95, табл. 56).

[364.] **Расчетъ работы машины.** Этотъ расчетъ можетъ быть сдѣланъ по тѣмъ же основнымъ формуламъ, которыя были уже приведены при системѣ № 1. Но такъ какъ здѣсь двигутся одновременно пустые и нагруженные вагоны, то слѣдуетъ вычислить силу тяги для поѣзда съ пустыми вагонами для всѣхъ подъемовъ или спусковъ, встрѣчаемыхъ на пути; точно такой же расчетъ надо сдѣлать и для нагруженнаго поѣзда; далѣе надо найти по чертежу тѣ взаимно зависимыя положенія поѣздовъ на пути, при которыхъ сила тяги будетъ наибольшая; это послѣднее значеніе и должно принять для расчета работы машины. Положимъ, что имѣемъ профиль пути zx (фиг. 100), и что нагруженные вагоны (30 въ поѣздѣ) двигаются отъ z къ x. Имѣемъ: вѣсъ вагона = 14,5 пуд., вѣсъ вагона безъ колесъ = 8,5 пуд., нагрузка = 30 пуд., діаметръ колесъ = $11\frac{3}{4}''$, діаметръ осей = $1\frac{5}{8}''$. При этихъ условіяхъ сила тяги, вычисленная по извѣстнымъ уже намъ формуламъ, будетъ:

1.	для спуска нагруж.	поѣзда	по	yx	около	23,5	пуд.
2.	„ „	„	„	zy	„	24,75	„
3.	„ подъема пустаго	„	на	xy	„	7,5	„
4.	„ „	„	„	yz	„	7	„

Очевидно, что самый неблагопріятный періодъ для машины будетъ тотъ, когда нагруженный поѣздъ спускается по уклону zy, а пустой поѣздъ поднимается на подъемъ xy. Въ этотъ періодъ сила тяги будетъ = 24,75 + 7,5 = 32,25 пуд. Въ другіе періоды сила тяги будетъ = 23,5 + 7 = 30,5 пуд. или также = 23,5 + 7,5 = 31 пуд., слѣдовательно меньше, нежели въ первомъ случаѣ, т. е. менѣе 32,25 пуд., которые и слѣдуетъ принять въ расчетъ. Сопротивленіе движенію каната будетъ = 8570 × 0,0037 = 31,71. Если теперь положимъ, что относительный вѣсъ каната равенъ нулю, скорость движенія равна 10′, то работа движителя будетъ:

$$N = \frac{1,1}{15}(31,71 + 32,25)\ 10 = 47 \text{ н. л.}$$

Отношеніе между наибольшею и наименьшею натянутостью каната, какъ извѣстно изъ прикладной механики, должно быть:

$$\frac{s}{s_1} < e^{f\alpha}$$

Здѣсь s равно относительному вѣсу набѣгающей на шкивъ части каната + сопротивленіе движенію этой части каната + сила тяги нагруженнаго поѣзда; s_1 равно относительному вѣсу сбѣгающей со шкива части каната — сопротивленіе движенію этой части каната — сила тяги пустого поѣзда.

Обыкновенно $f = 0{,}1$, уголъ охвата канатомъ шкива $\alpha = \pi$, слѣдовательно, $e^{f\alpha} = 1{,}37$. Если въ частномъ случаѣ послѣднее неравенство неудовлетворяется, то увеличиваютъ $e^{f\alpha}$, т. е. — или увеличиваютъ α приспособленіями, о которыхъ было сказано выше, или увеличиваютъ f, покрывая шкивы матеріаломъ, при которомъ f больше, или дѣлаютъ ручей на ободѣ шкива конической формы. Иначе, уменьшаютъ отношеніе $\frac{s}{s_1}$, натягиваютъ канатъ искуственно, при этомъ s: s_1 приближается къ единицѣ. Натяжныя устройства также намъ уже извѣстны. Если вѣсъ груза натяжнаго устройства $= s_2$, то должны имѣть:

$$\frac{s + s_2}{s_1 + s_2} < e^{f\alpha}$$

или можно положить, что

$$s_2 = 1{,}5\ \frac{s - s_1\, e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}$$

При *горизонтальной откатки* [1]) $s_1 = 0$. Діаметръ каната понятно долженъ быть вычисленъ по $s + s_2$ по извѣстнымъ формуламъ (см. Томъ I).

[365.] Стоимость устройства и расходы на доставку. Стоимость пути значительно больше, нежели при системѣ № 1, ибо здѣсь два пути; дешевле, нежели при системѣ № 2, ибо здѣсь канатъ, который много дешевле цѣпи. Работа машины почти та-же, какъ при системѣ № 1; нѣсколько меньше.

Опытъ съ индикаторомъ на одномъ изъ рудниковъ въ Англіи далъ слѣдующіе результаты при ниже показанныхъ условіяхъ откатки. Путь горизонтальный, разстояніе откатки—503 саж. Число вагоновъ въ поѣздѣ—36, вѣсъ нагрузки—34 пуд., вѣсъ вагона—14 пуд., скорость откатки—3,6 ф. Полная работа машины—13,78 н. л., изъ этого числа 41% собственно на тягу поѣздовъ и 47% на преодоленіе сопротивленій при движеніи каната.

Примѣръ устройства описываемой системы, учрежденной въ „Shireoaks-colliery". Фиг. 99 представляетъ планъ откаточнаго штрека. Машина M производитъ откатку безконечнымъ канатомъ по штреку AB и подъемъ

[1]) Тутъ надо разумѣть вообще откатку по путямъ не только горизонтальнымъ, но и имѣющимъ малый уклонъ.

однимъ канатомъ по наклонному штреку *C*; этотъ подъемъ мы не будемъ разсматривать.

Въ штрекѣ *AB* два рельсовыхъ пути, — для пустыхъ и нагруженныхъ вагоновъ. Впрочемъ, откатка обыкновенно производится такъ, что двигаются или только пустые вагоны, или только нагруженные. Длина пути, по которому производится механическое передвиженіе вагоновъ, равна 322 саж. съ среднимъ подъемомъ въ 0,0208 въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ; самый крутой подъемъ=0,0345. Паровая горизонтальная машина *M* съ двумя цилиндрами приводитъ въ движеніе горизонтальный ведущій шкивъ *F*, системы Fowler'a и барабанъ *R* для подъема. Клинчатыя фрикціонныя колеса [1]) весьма пригодны тамъ, гдѣ требуется сцѣпленіе и разцѣпленіе привода. Діаметръ шкива *F* равенъ 41″. Шкивы *rr* увеличиваютъ дугу охвата канатами шкива *F*, — для устраненія скольженія. Для необходимой натянутости каната, шкивъ *a* помѣщается на тележкѣ *s*, которая натягивается грузомъ *u*, опущеннымъ въ вертикальную выработку *n*, вѣсъ груза = 45 пуд.

Размѣры:

Діаметръ цилиндровъ машины (2 цилиндра)	12″
Ходъ поршня	24″
Паровыхъ котловъ	1
Площадь нагрѣва котла	490 кв. ф.
Длина каната	683 саж.
Діаметръ каната	$^3/_4$″
Вѣсъ каната	78 пуд.
Продолжительность службы каната	18 мѣсяц.
Число направляющихъ роликовъ	106
Діаметръ роликовъ	5″
Длина	16″
Вѣсъ (ролики деревянные)	15,8 фунт.
Разстояніе между роликами	45 фут.
Рельсы виньолевскіе, въ 1 с. пог.	1,13 пуд.
Ширина пути	2′
Вагоны деревянные, вѣсъ вагона	9 пуд.
Вѣсъ нагрузки	18 „
Діаметръ колесъ	8″
Разстояніе между осями	$16^1/_4$″
Высота надъ рельсами	29″
Число вагоновъ въ поѣздѣ	31
Въ 12 ч. смѣну (1 ч. остановки) доставляютъ	325 т.

[1]) Этими колесами совершается передача отъ вала машины къ осямъ барабана *R* и шкива *F*.

Вагоны сцѣпляются съ канатомъ щипцами при кондукторскомъ переднемъ вагонѣ. При спускѣ пустыхъ вагоновъ поѣздъ собирается у шахты на станціи *ab* (bankhead), въ 35 саж. длиною, гдѣ канатъ идетъ ниже горизонта пути. Затѣмъ кондукторъ захватываетъ щипцами канатъ и даетъ сигналъ машинисту, чтобы дать ходъ машинѣ. Поѣздъ двигается только до крутого спуска; въ этомъ пунктѣ кондукторъ расцѣпляетъ щипцы и поѣздъ продолжаетъ двигаться самъ собой, задерживаемый тормазами на послѣднемъ вагонѣ.

При откаткѣ нагруженныхъ вагоновъ, не доходя 59 саж. до машины, нагруженные вагоны отцѣпляются отъ каната и продолжаютъ двигаться нѣкоторое время сами собой, далѣе ихъ откатываютъ къ шахтѣ лошадьми. Въ разстояніи 276 саж. и 342 саж. отъ машины находятся станціи S и P. Если вагоны предназначены на станцію S, то, поставивъ стрѣлку надлежащимъ образомъ (см. выше), поѣздъ, отцѣпленный отъ каната, входитъ по пути съ небольшимъ уклономъ въ штрекъ R. На станціи S и P канатъ также долженъ идти ниже горизонта рельсовъ.

Стоимость всего сооруженія:

Машина	1512	руб. метал.
Фрикціонныя колеса	458	„
Барабанъ B	221	„
Паровой котелъ	1576	„
Паропроводы	257	„
Резервуаръ для воды	176	„
Канатъ	526	„
Направляющіе ролики	119	„
Путь, т. е. рельсы, шпалы, сигналы и пр	167	„
Вагоны 256 шт.	3146	„
Цѣпи для сцѣпливанія вагоновъ	65	„
	8223	руб.

Стоимость 100 саж. пути:

Рельсы 400 саж.	377	руб.
Шпалы 2460	61	„
Костыли	85	„
Желѣзный прутъ для сигнала	27	„
Ролики (разстояніе между роликами 13,70 m.)	20	„
Плата рабочимъ	21	„
Канатъ 200 саж., 23 пуд	153	„
Натяжное устройство	14	„
Итого	758	руб.

Расходы по содержанію машинъ, ремонту пути и проч.

Канатъ	354 руб.
Шкивъ Fowler'a	11 „
Ролики	50 „
Вагоны	239 „
Рельсы и вообще ремонтъ пути	78 „
Смазка	248 „
Уголь для котловъ 246½ тон.	268 „
Ремонтъ машины и котловъ	194 „
Итого	1442 руб.

Плата рабочимъ въ 11 ч. смѣну:

1 машинистъ	1 р. 13 к.
1 кочегаръ	— „ 42 „
1 рабочій (ремонтъ пути)	— „ 89 „
1 смазчикъ, мальчикъ	— „ 10 „
3 кондуктора	2 „ 5 „
2 рабочихъ при сцѣпливаніи вагоновъ	— „ 89 „
1 стрѣлочникъ	— „ 40 „
Итого	5 р. 88 к.

Въ годъ рабочая плата, считая 300 раб. дней	1764 руб.
Содержаніе и ремонтъ машинъ, вагоновъ и пр.	1442 „
Всего	3206 руб.

При доставкѣ въ смѣну 325 тон., приходится за доставку ($T100$) около 1 коп. Этотъ расходъ значителенъ, но впослѣдствіи на этомъ рудникѣ удлинили откаточный штрекъ до 396 саж. и доставка увеличена до 400 т. въ смѣну; при этомъ расходы увеличились мало, такъ что доставка 1 т. на 100 саж. обходится около 0,8 коп.

[366.] **Заключеніе о системѣ № 3.** Только что описанная система отличается важнымъ недостаткомъ, являющимся при желаніи ввести боковые штреки въ систему. Если же откатка должна производиться только по одному штреку, безъ развѣтвленій, почти прямому, но волнистому, то эту систему нельзя не предпочесть системѣ № 1, ибо тутъ канатъ выходитъ короче, нѣтъ надобности въ тормазахъ и проч.

4. Механическая откатка малой скорости при помощи безконечнаго каната.

[367.] **Общее расположеніе.** Эта система почти совершенно аналогична съ системой № 2, т. е. съ откаткой безконечной цѣпью. Существенная разница состоитъ только въ томъ, что при системѣ № 2 вагонъ *не прикрѣпляется* къ цѣпи, которая *лежитъ свободно* въ вилкѣ короткой стѣпки вагона; здѣсь же вагонъ *прикрѣпляется* къ канату, который *виситъ надъ нимъ*.

Существенныя черты этой системы слѣдующія:

1) Два рельсовыхъ пути.

2) Канатъ идетъ *надъ* вагонами и вагоны прикрѣпляются къ канату короткою цѣпью.

3) Вагоны слѣдуютъ по одному, чрезъ опредѣленные промежутки или небольшими поѣздами отъ 2 — 12 вагоновъ, которые также слѣдуютъ въ опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, съ возможною правильностью.

4) Скорость движенія поѣздовъ вообще малая, около 2′ въ 1″ на главныхъ путяхъ и только около 1,3′ на боковыхъ.

5) Система эта допускаетъ крутыя колѣна; но неудобна для боковыхъ путей, если они входятъ въ систему.

[368.] **Движитель** — паровая машина, установленная внутри рудника или на поверхности, передача по шахтѣ безконечнымъ канатомъ. Устраиваютъ также и машины, дѣйствующія сжатымъ воздухомъ. Машина приводитъ въ движеніе ведущій шкивъ—вертикальный или горизонтальный. Въ первомъ случаѣ канатъ направляется шкивами по осямъ рельсовыхъ путей. *Канатъ* иногда охватываетъ $2^1/_2$ раза и болѣе ведущій шкивъ для устраненія скольженія. Діаметръ каната обыкновенно около 1″; его можно разсчитать, какъ было показано при системѣ № 1. Концы каната соединяются переплетаніемъ прядей на длину, примѣрно, равную $2^1/_2$ окружностямъ *ведущаго шкива*, діаметръ котораго равенъ 14′. *Ведомый шкивъ* устанавливаютъ въ концѣ штрека и снабжаютъ его натяжнымъ устройствомъ. Діаметръ ведомаго шкива = 5 фут. Вѣсъ натяжнаго шкива разсчитывается, какъ при системѣ № 3.

[369.] **Вагоны прицѣпляются** къ канату при помощи короткихъ цѣпей (длина—6′, толщина желѣза—$^1/_2$″), съ крючками по концамъ. Крючки захватываютъ за пеньковыя петли, какъ на фиг. 97. Этотъ способъ особенно пригоденъ, если откатка производится поѣздами при правильномъ пути. Петля служитъ 4 мѣсяца. Сцѣпливаніе совершается на ходу.

Въ конечномъ пунктѣ откатки, гдѣ приходится отцѣпливать нагруженные вагоны на ходу, когда, слѣдовательно, цѣпь натянута, для ослабленія

ея въ этомъ пунктѣ даютъ небольшой уклонъ пути. Соотвѣтственный уклонъ даютъ и въ пунктѣ отцѣпливанія пустыхъ вагоновъ. Если путь представляется съ постояннымъ уклономъ, то вагонъ прицѣпляется къ канату одною цѣпью; если же путь представляется волнистымъ, тогда двумя цѣпями — сзади и спереди. Разстояніе между отдѣльно слѣдующими вагонами или поѣздами измѣняется отъ 4 — 16 саж. Скорость среднимъ числомъ=1,5 ф. въ 1″. *Не смотря однако на такую малую скорость, производительность системы* очень велика, вслѣдствіе непрерывнаго слѣдованія поѣздовъ, почти какъ при системѣ № 2.

[370.] **Система № 4 допускаетъ довольно крутые повороты пути** съ большимъ удобствомъ, нежели система № 2 и безъ задолженія рабочихъ. На фиг. 101 представлены направляющіе шкивы на колѣнѣ. Діаметръ шкивовъ=4,5 ф. Ободъ шкива въ разрѣзѣ представленъ на фиг. 102. Благодаря малой скорости, здѣсь не требуется спеціальныхъ рабочихъ для перевода вагоновъ; они переходятъ сами собой, если уголъ колѣна — около 100°; достаточно для надзора на всякій случай поставить подростка. На колѣнахъ съ радіусомъ въ 15 ф. вагоны свободно переходятъ. Если же отъ главнаго пути AB (фиг. 103) идетъ боковой CB, по которому также долженъ идти безконечный канатъ, или, что одно и тоже, если путь составляетъ колѣно ABC, напр. въ 70°, то переходъ вагоновъ автоматически не можетъ быть установленъ; они переводятся рабочими, что сопряжено съ значительными расходами. Передача же движенія отъ главнаго каната къ боковому совершается при помощи двухъ шкивовъ, насаженныхъ на одной и той же вертикальной оси, или можно сдѣлать такую же передачу, какъ и при безконечной цѣпи. Станціи на главномъ пути располагаются также, какъ при системѣ № 2.

[371.] **Работа машины**, а слѣдовательно и расходъ топлива меньше, нежели при системѣ № 2, отчасти вслѣдствіе того, что здѣсь вредныя сопротивленія меньше, ибо вѣсъ каната значительно менѣе вѣса цѣпи. Расчетъ работы машины ведется такъ, какъ при системѣ № 2 или № 3, смотря по тому съ какими интервалами отправляются поѣзда. Если вагоны слѣдуютъ по одному, то расчетъ можно вполнѣ сдѣлать такъ, какъ при системѣ № 2.

Расходы на содержаніе каната больше, нежели на содержаніе цѣпи при системѣ № 2, ибо цѣпь служитъ 12 лѣтъ, а канатъ—неболѣе 7 мѣсяцевъ.

Стоимость устройства, расходы на откатку и проч. разсчитываются подобно тому, какъ въ ниже слѣдующемъ примѣрѣ. Вообще стоимость откатки почти та-же, какъ и при системѣ № 2.

[372.] **Примѣръ.** Положимъ, что доставка должна производиться по штреку къ шахтѣ. Путь идетъ съ довольно равномѣрнымъ подъемомъ къ шахтѣ. Средній подъемъ=0,0476. Длина пути=274 саж. Ведущій шкивъ

12,6 ф. діам. Ведомый шкивъ съ натяжнымъ устройствомъ, діам. 5 ф. Два пути, разстояніе между ними въ 18″—30″ представляетъ свободный проходъ для рабочихъ. При спускѣ пустыхъ вагоновъ каждый поѣздъ (6 вагоновъ) прикрѣпляется къ канату заднею и переднею короткими цѣпями. При движеніи нагруженныхъ поѣздовъ достаточно одной передней цѣпи. Скорость движенія = 1,2 ф. въ 1″.

Размѣры машины, вагоновъ и проч.:

Діаметръ паровыхъ цилиндровъ (2 цил.)	10″
Ходъ поршня	40″
Паровыхъ котловъ	1
Длина каната (желѣзный)	801 саж.
Діаметръ каната	1″
Вѣсъ каната	203 пуд.
Продолжительность службы каната	7 лѣтъ
Число направляющихъ роликовъ	40
Діаметръ роликовъ	14″
Вѣсъ ведомаго шкива	18 пуд.
Вѣсъ 1 с. пог. рельсовъ	1,1 пуд.
Ширина пути	2′
Вѣсъ пустыхъ вагоновъ	6 пуд.
Вѣсъ нагрузки	17 „
Число вагоновъ на путяхъ	170
Полное число вагоновъ	350
Производительность въ 11 ч. раб.	408 т.
Полная работа машины, опред. индикаторомъ	15,25 п. л.
Работа машины, идущая собственно на откатку	11,35 п. л.

Стоимость устройства:

Машина	1890	руб. метал.
Ведущій шкивъ	38	„
Котелъ	1563	„
Паропроводы	81	„
Канатъ	724	„
Ролики и шкивы	38	„
Путь (рельсы, шпалы, сигналы и пр.)	1155	„
Вагоны	1942	„
Итого	7431	руб.

Расходъ на содержаніе, ремонтъ и пр.:

Канатъ	94 руб.
Шкивы	6 „
Вагоны	234 „
Рельсы и ремонтъ пути	61 „
Смазка	112 „
Уголь для котловъ	244 „
Ремонтъ машины	137 „
Итого	888 руб.

Рабочая плата въ $11^1/_2$ час. смѣну:

1 машинистъ	1 р. 5 к.
1 рабочій на пути	1 „ 26 „
1 подростокъ на сигналахъ	— „ 30 „
2 рабочихъ на станціи прибытія нагруж. вагоновъ	1 „ 58 „
2 „ „ „ отхода „ „	1 „ 42 „
Итого	5 р. 61 к.

Рабочая плата въ годъ (260 дн.) круглымъ числомъ	1459 руб.
Содержаніе въ годъ	888 „
Всего	2347 руб.

При доставкѣ 400 тон. причитается за доставку 1 т. на 100 саж. около 0,8 коп.

Сравненіе первыхъ четырехъ системъ механической откатки.

[373.] Провести точно параллель относительно стоимости устройства, расходовъ на эксплоатацію и пр. между разсмотрѣнными системами рудничной механической откатки по существующимъ примѣрамъ, — невозможно, вслѣдствіе того, что различныя системы работаютъ при различныхъ условіяхъ и при томъ въ одномъ случаѣ эти условія особенно благопріятны для данной системы, въ другомъ, напротивъ, можетъ быть, не вполнѣ выгодны. Тѣмъ неменѣе, припоминая все, что было сказано выше о каждой системѣ и всматриваясь въ нижеприведенную таблицу среднихъ числовыхъ данныхъ, относящихся до каждой системы, возможно будетъ сдѣлать приблизительно сравнительный общій выводъ.

Системы рудничной механической откатки.	Грузъ въ тон., перевоз. въ 12 ч. смѣну.	Средняя длина пути пробѣг. вагонами, въ саж.	Средній подъемъ для нагруженн. вагоновъ.	Работа въ паров. лош.	Под. плата рабоч. въ руб.	Расходы, изъ котор. составл. стоимость откатки 1 т. на 100 саж.					Стоимость устройства въ руб.		
						Канатъ или цѣпь.	Соедин. пути.	Уголь.	Плата рабоч.	Итого.	Путь.	Машина, котлы и проч.	Стоимость 100 с. пути.
						коп.	коп.	коп.	коп.	коп.			
Система № 1.	483	916	0,0047	113,85	8,68	0,094	0,157	0,190	0,199	0,640	21415	6966	604
Система № 2.	458	596	0,0169	20,47	4,09	0,026	0,160	0,087	0,195	0,468	9627	1737	791
Система № 3.	390	396	0,0208	63,11	5,59	0,089	0,184	0,080	0,347	0,700	9451	3512	688
Система № 4.	450	365	0,0278	29,40	9,48	0,086	0,246	0,109	0,576	1,017	14631	6130	747

Система № 2 экономичнѣе всѣхъ другихъ системъ почти при всѣхъ случаяхъ. Ей можно предпочесть другія системы только при слѣдующихъ условіяхъ:

1) при большомъ числѣ боковыхъ путей, по которымъ также должна производиться механическая откатка, тогда выгоднѣе система № 1.

2) Если путь имѣетъ уклонъ въ одну сторону и если имѣетъ крутые повороты, колѣна—тогда выгоднѣе система № 4.

Самая слабая сторона въ системѣ № 2 та, что на крутыхъ поворотахъ и т. п. пунктахъ надо спеціальныхъ рабочихъ; но расходъ на это покрывается экономіей, обусловливающейся малой силой движителя.

Система № 3 выгоднѣе № 1, если путь очень волнистый; но нѣтъ станцій, крутыхъ колѣнъ и боковыхъ путей.

[374.] **Сигналы.** При описаніи системъ механической откатки приходилось упоминать о сигналахъ, которые составляютъ необходимую принадлежность механической доставки. Самый лучшій, но и самый дорогой способъ передачи сигналовъ—это электрическій звонокъ. Болѣе простой — это тонкій проволочный канатъ, проведенный по штреку къ звонку. Сигналы можно передавать также по желѣзному пруту (діам. 19 mm.), подвѣшенному къ крѣпи; по пруту кондукторъ ударяетъ желѣзнымъ стержнемъ и такимъ образомъ передается сигналъ. Прутъ долженъ быть составленъ изъ сварепныхъ или свинченныхъ частей. Иногда устраиваютъ сигналы такимъ образомъ, что токъ къ электрическимъ звонкамъ проводятъ по проволокамъ, скрученнымъ на подобіе каната; этотъ канатъ подвѣшенъ къ подвижнымъ изоляторамъ. Кондукторъ можетъ дернуть въ произвольномъ пунктѣ пути за сигнальный канатъ, идущій къ звонку, и этимъ дать сигналъ, напр. остановить машину и пр.

5. Откатка локомотивами.

[375.] **Примѣненіе локомотивовъ для рудничной откатки** въ Европѣ представляетъ вопросъ, который не получилъ еще полнаго практическаго разрѣшенія; хотя въ Англіи, а также и на континентѣ, неоднократно производились опыты примѣненія локомотивовъ къ рудничной откаткѣ. Всѣ эти опыты привели къ болѣе или менѣе отрицательнымъ результатамъ относительно откатки по штрекамъ. Въ Англіи нѣтъ, кажется, ни одного вполнѣ рудничнаго локомотива. Затрудненія въ примѣненіи локомотивовъ являются со стороны надлежащаго провѣтриванія выработокъ и пр. Системы разработокъ, какія приняты въ Англіи, а также въ Бельгіи едва ли когда либо и позволятъ примѣнить локомотивы въ рудникѣ. Въ тѣхъ мѣстахъ гдѣ имѣются штольны, какъ напр. въ Саарбрюкенскомъ округѣ, а также Рурскомъ, тамъ примѣненіе локомотивовъ болѣе возможно [1]).

[376.] **Примѣненіе доставки локомотивами въ С. Америкѣ.** Примѣненіе локомотивовъ для откатки внутри рудника на копяхъ Пенсильваніи осуществилось съ большой экономіей. Говоря о локомотивахъ американскихъ копей, необходимо сказать нѣсколько словъ вообще о доставкѣ на этихъ копяхъ по главнымъ штрекамъ, о вмѣстимости вагоновъ и пр.

Откатка производится въ вагонахъ, нагрузка которыхъ $= 2^1/_2 — 3$ т., вѣсъ пустаго вагона около 100 пуд. Весь вагонъ деревянный, длина $=8$ фут., глубина ящика $=3$ ф., ширина $=5$ фут., высота надъ рельсами $=5$ фут., разстояніе между осями $=3$ фут., діаметръ колесъ около $=16''$. Вагонъ съ однимъ откиднымъ бокомъ.

Стоимость такого вагона слѣдующая:

1) Стоимость вагона по матеріаламъ и работѣ, полная..	137 р. — к.
2) Стоимость вагона, считая на 1 куб. фут. вмѣстимости.	1 „ 15 „
3) Плата за кузнечную и плотничную работу для одного вагона	30 „ — „
4) Вмѣстимость вагона	120 куб. ф.
5) Вѣсъ желѣза, идущаго на оковку вагона.....	53 пуд.
6) „ чугуна	18 „
7) „ болтовъ	$5^1/_2$ „

Ширина рельсоваго пути $=31{,}5'' — 47{,}2''$, вѣсъ 1 пог. саж. рельсовъ 1,3 — 1,6 пуд. Уклонъ пути въ сторону движенія нагруженныхъ вагоновъ

---

[1]) Въ Рурскомъ округѣ въ 1875 году было 20 локомотивовъ силою въ 317 пар. лош., также было 2 локомотива по 16 силъ, дѣйствовавшихъ сжатымъ воздухомъ.

около 2°. Вагоны до главныхъ путей, а иногда и до шахты, откатываются мулами. Одинъ мулъ тащитъ 4 нагруженныхъ вагона. По основному штреку откатка часто производится локомотивами.

Заводъ фирмы Porter, Bell a. C° въ Питсбургѣ строитъ рудничные локомотивы шестиколесные, діаметръ колесъ = 26″, діаметръ парового цилиндра 9″, длина хода поршня = 14″, наибольшая высота локомотива = $5\frac{1}{4}$ фут., ширина = 5,6 фут., длина между осями = 5,7 ф. Локомотивъ можетъ проходить по путямъ кривымъ, радіусъ которыхъ 30—50 ф. Вѣсъ 1 пог. саж. рельсовъ для такого локомотива = 1—1,6 пуд. Вѣсъ полный локомотива = 540 пуд. Локомотивъ безъ тендера, на подобіе станціонныхъ локомотивовъ обыкновенныхъ дорогъ. Топливо — антрацитъ.

Сила тяги локомотива по горизонтальному пути = 29000 пуд. (включая сюда и вѣсъ вагоновъ), при подъемѣ въ $\frac{1}{132}$ — только 9500 пуд. при подъемѣ $\frac{1}{53}$ — 4700 пуд.

Эта же фирма приготовляетъ еще два другихъ типа рудничныхъ локомотивовъ съ 4 колесами; діаметръ колесъ = 24″—28″, діаметръ парового цилиндра = 7—8″, ходъ поршня = 12″—14″, длина машины = 12,6—14,4 ф., разстояніе между осями колесъ = 4,7—5 ф., наибольшая вышина = 5—$6\frac{1}{2}$ ф. (безъ трубы) ширина пути = 3′, наибольшая ширина локомотива = 5,35—5,47 ф., вѣсъ = 354—435 пуд., сила тяги = 18300—23400 пуд.

[377.] Чтобы видѣть всю выгоду, которую извлекаютъ въ Америкѣ изъ примѣненія локомотивовъ къ откаткѣ въ рудникѣ по основнымъ штрекамъ, приведемъ для сравненія расходы на содержаніе трехъ муловъ и потомъ на содержаніе локомотива.

	Въ день на 1 мула.	Въ годъ на 3 муловъ.
Средняя стоимость содержанія трехъ муловъ въ годъ (365 дней)	— „ 81 к.	887 р.
Погонщики (считая 360 рабочихъ дней)	2 р. — „	1800 „
8% на погашеніе	—	49
Итого	2 р. 81 к.	2736 р.

Содержаніе локомотива среднее:

	Въ день.	Въ годъ.
Масло и ремонтъ	—	135 р.
Уголь для котла (отъ $3\frac{1}{2}$—9 т. въ день)	1 р. 35 к.	405 „
Машинисту	3 „ 37 „	1011 „
Подростку	1 „ 70 „	510 „
8% погашенія	—	432 „
Итого	6 р. 42 к.	2493 р.

Слѣдовательно, содержаніе локомотива обходится дешевле содержанія

трехъ муловъ на 243 р.; но эта экономія пойдетъ на покрытіе увеличенія расходовъ на ремонтъ пути, вентиляцію и пр., которые явятся при примѣненіи локомотивовъ. Тѣмъ неменѣе можно заключить, что уже при производительности рудника, доставляющей работу болѣе нежели тремъ муламъ, выгодно будетъ примѣнить локомотивъ; эта выгода или экономія будетъ возрастать съ увеличеніемъ производительности, ибо при приведенныхъ выше расходахъ локомотивъ можетъ замѣнить не трехъ муловъ, а несравненно больше, до 30.

[378.] Фабрика „Гумболдтъ“ въ Кельнѣ предлагаетъ рудничные локомотивы, работающіе сжатымъ воздухомъ. Локомотивъ представляетъ желѣзную раму на колесахъ; къ этой рамѣ прикрѣплены движущіе цилиндры. На рамѣ положенъ цилиндръ большаго объема изъ котельнаго желѣза, служащій резервуаромъ для сжатаго воздуха. Въ опредѣленномъ пунктѣ (напр. въ рудничномъ дворѣ) резервуаръ соединяютъ съ трубой, приводящей сжатый воздухъ въ рудникъ (напр. для перфораторовъ), и наполняютъ его. Такое питаніе локомотива сжатымъ воздухомъ производится каждый разъ, когда онъ доставитъ поѣздъ.

Локомотивъ въ 10 ч. смѣну можетъ доставлять отъ 6—7 тысячъ пудъ груза на разстояніе 150 с. Ширина пути = 21″, при размѣрахъ штрека 2,2 m. × 2,5 m. два локомотива могутъ разойтись, ибо ширина локомотива 1,10 m., высота = 2 m., длина = 4 m. Діаметръ цилиндровъ = 0,16 m., ходъ поршней = 0,32 m., объемъ резервуара для сжатаго воздуха = $2\frac{1}{2}$ куб. м. Локомотивъ можетъ проходить по колѣнамъ пути съ радіусомъ въ 8 m. При начальномъ давленіи воздуха въ резервуарѣ въ 6 атмос. подобный локомотивъ тянулъ грузъ въ 200 cent. brutto со скоростью 6,6 фут., на 500 m.; въ концѣ этого пути давленіе воздуха въ резервуарѣ доходило до 1 атмос., такъ что въ болѣе длинныхъ штрекахъ необходимъ тендеръ съ резервуаромъ для сжатаго воздуха. На соляныхъ копяхъ въ Leopoldshall производили опыты съ локомотивомъ, дѣйствующимъ сжатымъ воздухомъ по штреку длиною 240 м.; опыты были вполнѣ удачны.

Дальнѣйшіе опыты покажутъ на сколько выгодно примѣнять сжатый воздухъ для локомотивовъ [1]); но если локомотивамъ предстоитъ будущность въ рудникѣ, то неиначе, какъ при примѣненіи сжатаго воздуха; покрайней мѣрѣ это справедливо для рудниковъ Европы.

[379.] **Общее заключеніе о системахъ механической откатки.** Сравнивая всѣ разсмотрѣнныя системы механической откатки, стоимость ихъ устрой-

---

[1]) Въ прошломъ 1878 году, на заводѣ M. de Quilloc (Anzin) по проекту Мекарскаго строился рудничный локомотивъ также для сжатаго воздуха; но съ нѣкоторыми оригинальными приспособленіями. Вѣсъ локомотива 138 пудъ, высота 5 футъ, ширина 3,6 футъ. Опыты надъ этимъ локомотивомъ не были опубликованы.

ства и стоимость откатки, можемъ построить слѣдующую сравнительную таблицу, въ круглыхъ цифрахъ [1]).

Стоимость первоначальнаго устройства на 500 саж. откаточнаго пути, въ рубляхъ.	Откатка локомотивомъ.	Откатка системой № 1.	Откатка системой № 2.	Откатка системой № 4.
Путь, т. е. рельсы, шпалы, укладка рельсовъ, балластъ и пр.	13500	3500	4500	4500
Движитель	7500	7000	2000	6000
Канаты или цѣпи, шкивы, ролики и пр. приспособленія	3000	3000	6000	4000
Итого	24000	13500	12500	14500

Принявъ въ соображеніе курсъ, перевозку и пр., установка механической откатки на нашихъ рудникахъ обойдется на 50% дороже.

Расходы на откатку 1 тон. на 500 саж. пути въ коп.	Откатка локомотивомъ.	Откатка системой № 1.	Откатка системой № 2.	Откатка системой № 4.
Число задолжаемыхъ рабочихъ	6	11	6	14
Полный расходъ въ коп.	3,25	3,12	2,29	4,97

Е. Доставка съ высшаго горизонта на низшій.

[380.] Нагруженные вагоны спускаются съ высшихъ горизонтовъ на низшіе по возстающимъ или по діагональнымъ штрекамъ. Иногда этотъ спускъ производится безъ всякихъ особыхъ приспособленій, и только при крутыхъ уклонахъ тормазятъ колеса вагоновъ. На спускахъ, гдѣ приходится тормазить нагруженные вагоны, обратное движеніе пустыхъ вагоновъ на подъемъ дѣлается затруднительнымъ. Слѣдовательно, такой спускъ возможно допустить для малыхъ уклоновъ, при пологопадающихъ пластахъ.

При крутопадающихъ пластахъ спускъ добытаго матеріала съ высшаго горизонта на низшій можетъ производиться по *скатамъ*, напр. какъ это дѣлается при потолкоуступной системѣ очистныхъ работъ, о чемъ было гово-

[1]) Приведенныя здѣсь таблицы составлены на основаніи новѣйшихъ примѣровъ практики.

рено выше. Если уголъ паденія пласта менѣе 35°, то устраиваютъ наклонныя плоскости на почвѣ выработокъ съ уклономъ больше 35° и по этимъ помостамъ спускаютъ добываемый матеріалъ къ главному откаточному штреку (Пенсильванія).

[381.] **Наиболѣе совершенное устройство для спуска представляетъ бремсбергъ.** Нагруженный вагонъ подъ вліяніемъ собственнаго вѣса спускается по наклонной плоскости, поднимая въ тоже время пустой вагонъ съ низшаго горизонта на высшій. Наименьшій уголъ, при которомъ еще возможно устройство бремсберга равенъ $2^1/_2{}^\circ$; съ такимъ уклономъ существуютъ бремсберги въ Англіи. Обыкновенно-же этотъ уголъ — около 10°.

На фиг. 104 (табл. 57) представленъ бремсбергъ: *ab* барабанъ, на который навиты въ разныя стороны канаты *c* и *d*. Въ то время, когда нагруженный вагонъ *W* спускается, пустой вагонъ W_1 поднимается на высшій горизонтъ. Для регулированія движенія, остановокъ и пр. имѣется тормазной шкивъ *e* съ рычажнымъ тормазомъ *k*.

Итакъ, здѣсь *одновременно* спускаются нагруженные вагоны и поднимаются пустые. Такой бремсбергъ можно назвать *двудѣйствующимъ*. Если же вмѣсто пустого вагона будетъ подниматься противовѣсъ, который въ слѣдующій періодъ при своемъ спускѣ будетъ поднимать пустой вагонъ на высшій горизонтъ, слѣдовательно по бремсбергу будутъ двигаться пустые вагоны или нагруженные *неодновременно*, то такой бремсбергъ назовемъ *однодѣйствующимъ*.

При двудѣйствующемъ бремсбергѣ путь представляетъ двѣ пары рельсовъ, положенныхъ по всей длинѣ наклонной плоскости. Такое расположеніе требуетъ широкихъ ходовъ. При ширинѣ пути около 2 футовъ, поперечное сѣченіе штрека $= 5' \times 9'$. Однако нѣтъ безусловной необходимости въ 2 парахъ рельсовъ; чтобы уменьшить ширину штрека, въ верхней только части бремсберга укладываютъ 2 пары рельсовъ, а внизу одну пару, какъ на фиг. 105, соразмѣряя такимъ образомъ, чтобы встрѣча вагоновъ происходила на верхней части бремсберга. Иногда укладываютъ на верхней части бремсберга три рельса, въ пунктѣ встрѣчи вагоновъ двѣ пары и ниже только одну пару, какъ на фиг. 106. Когда нагруженный вагонъ пройдетъ стрѣлку, то она приметъ положеніе *a* и *b*, т. е. станетъ въ положеніе, допускающее проходъ пустыхъ вагоновъ при слѣдующемъ спускѣ.

При однодѣйствующемъ бремсбергѣ для движенія вагоновъ предназначается одна пара рельсовъ, для движенія противовѣса—другая пара. Рельсы для противовѣса могутъ быть помѣщены въ выработкѣ параллельной бремсбергу или между рельсами, по которымъ двигаются вагоны. Противовѣсъ представляетъ чугунную платформу на колесахъ. Платформа составляется изъ чугунныхъ плитъ, скрѣпленныхъ между собою болтами (фиг. 113). При такомъ расположеніи, чтобы противовѣсъ могъ проходить подъ вагонами,

необходимо или сдѣлать колеса противовѣса очень малыми, или увеличить колеса вагоновъ; то и другое неудобно также, какъ и помѣщеніе противовѣса въ выработкѣ подъ шпалами бремсберга. Проще всего возвысить путь, служащій для передвиженія вагоновъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ вагонъ и противовѣсъ встрѣчаются; для этого достаточно положить на шпалы для рельсовъ продольные лежни; но при этомъ надо принять въ соображеніе при расчетѣ бремсберга, что уголъ его паденія въ этомъ мѣстѣ измѣнится (см. Томъ I). Расположеніе пути для противовѣса между рельсами главнаго пути доводитъ ширину бремсберга до minimum; но имѣетъ и свои недостатки, заключающіеся въ истираніи каната, идущаго отъ вагона, о противовѣсъ. Во всѣхъ случаяхъ, гдѣ только возможно, слѣдуетъ помѣщать противовѣсъ въ параллельной выработкѣ.

[382.] **Механизмъ бремсберга**—состоитъ изъ барабана или шкива и тормаза. Первое устройство представлено на фиг. 104, второе—на фиг. 107. Послѣдній механизмъ весьма удобенъ для переноски. При барабанахъ канаты могутъ быть для каждой части барабана навиты независимо другъ отъ друга, такъ что если бремсбергъ однодѣйствующій, то часть барабана, на которую навивается канатъ противовѣса, можетъ имѣть меньшій діаметръ и слѣдовательно противовѣсъ будетъ совершать путь меньшій, нежели вагоны. Какое бы ни было устройство барабановъ или шкивовъ, они должны имѣть тормазъ; расчеты, относящіеся до этого механизма см. Томъ I справочной книги. Здѣсь замѣтимъ только, что тормазъ долженъ быть такъ устроенъ, чтобы онъ въ нормальномъ положеніи постоянно былъ нажатъ и только во время движенія машинистъ его нѣсколько отпускаетъ. Впрочемъ часто находимъ обратное устройство: во время покоя тормазъ остается ослабленнымъ. Первое устройство считается лучшимъ. Чтобы во время затормаженія не случилось скольженія каната, необходимы нѣкоторыя приспособленія. Если два отдѣльныхъ каната независимо другъ отъ друга навиваются на соотвѣтствующія части барабана, то, натурально, скольженія быть не можетъ. При одномъ канатѣ, если онъ навитъ на барабанъ три—четыре раза, то этого совершенно достаточно для устраненія скольженія. Въ шкивахъ, гдѣ при нѣсколькихъ оборотахъ каната на одномъ и томъ же ручье, канатъ скоро-бы истирался, дѣлаютъ ободъ шкива съ клиновидными ручьями и присоединяютъ къ нему второй шкивъ r, какъ на фиг. 105; здѣсь главный шкивъ R имѣетъ два ручья, а малый шкивъ r — одинъ ручей.

[383.] **На фиг. 105, представленъ двусторонній бремсбергъ Пенсильванскихъ антрацитовыхъ копей**; расположеніе путей таково, что вагоны, прибывающіе по штреку a, могутъ идти только по пути c бремсберга, точно также, какъ и вагоны, прибывающіе по штреку b, могутъ спускаться только по пути d. Такое расположеніе имѣетъ нѣкоторыя неудобства: вагонъ, прибывшій по штреку a, долженъ дожидать, пока путь c будетъ свободенъ для него,

и потому устраиваютъ иногда такимъ образомъ, что вагоны со штрековъ *a* и *b* могутъ спускаться по *c* или *d* безразлично, для чего стоитъ только сдѣлать стрѣлки для перевода вагоновъ съ пути *c* на *d* и обратно, подобно расположенію, представленному на фиг. 108. Болѣе простое устройство, отвѣчающее той же цѣли, представлено на фиг. 109. Натурально, что подобныя устройства должны быть расположены въ головѣ бремсберга, на путяхъ почти горизонтальныхъ.

Для безопасности на случай разрыва каната и пр., бремсбергъ соединяется съ основнымъ штрекомъ при помощи діагональной выработки, или при основаніи бремсберга проводятъ обводную выработку, или устраиваютъ предохранительныя полки (фиг. 105 и 110).

[384.] **Спускъ вагоновъ можетъ производиться по одному и тому же бремсбергу съ одного только горизонта или съ нѣсколькихъ.** Первый случай самый обыкновенный и простѣйшій. При скорости спуска около $6\frac{1}{2}$ фут. можно достигнуть значительной производительности; но если длина бремсберга большая, напр. 75 — 100 саж. и болѣе, то для большей производительности бремсберга спускаютъ и поднимаютъ по нѣсколько вагоновъ разомъ.

Если бремсбергъ служитъ для нѣсколькихъ горизонтовъ, то при очень пологомъ паденіи бремсберга соединеніе путей промежуточныхъ штрековъ съ бремсбергами можетъ быть произведено подобно тому, какъ на фиг. 108 и 109; при болѣе крутомъ паденіи, необходимо въ пунктѣ пересѣченія штрека съ бремсбергомъ устроить горизонтальную площадку *a* (фиг. 112); здѣсь рельсы *s* убираются въ то время, когда производится спускъ съ горизонта *a*. При паденіи болѣе 25°, слѣдовательно при платформахъ, не требуется никакихъ особыхъ приспособленій для спуска съ разныхъ горизонтовъ.

Производство спуска съ нѣсколькихъ горизонтовъ однимъ бремсбергомъ можетъ быть достигнуто двоякимъ образомъ: *періодически* съ каждаго горизонта, т. е. кончивъ спускъ съ горизонта № 1, приступаютъ къ спуску съ горизонта № 2 и т. д. Когда переходятъ отъ одного горизонта къ другому, то приходится измѣнить длину каната; для этого тормазный механизмъ получаетъ такое устройство: одинъ изъ барабановъ долженъ быть закрѣпленъ постоянно на оси, другой же можетъ быть по желанію разцѣпленъ. Коль скоро пустой вагонъ находится у основнаго штрека, то наружный вагонъ устанавливаютъ на горизонтѣ, съ котораго намѣрены производить спускъ; далѣе, закрѣпивъ на оси свободный барабанъ, начинаютъ маневрированіе вагоновъ обыкновеннымъ порядкомъ.

Если же спускъ съ разныхъ горизонтовъ долженъ производиться *одновременно*, то чтобы не дать скопляться добытому матеріалу, а спускать его по мѣрѣ добычи, прибѣгаютъ или къ помощи однодѣйствующаго бремсберга, или къ помощи бремсберга съ безконечнымъ канатомъ или цѣпью. При одно-

дѣйствующемъ бремсбергѣ соразмѣряютъ канатъ такимъ образомъ, что когда пустой вагонъ поднятъ до самаго верхняго горизонта, тогда противовѣсъ долженъ находиться у самаго начала бремсберга, т. е. у основнаго штрека. Затѣмъ спускъ можно производить съ какого угодно горизонта, стоитъ только дать сигналъ тормазщику, чтобы онъ остановилъ пустой вагонъ на требуемомъ мѣстѣ, гдѣ его и замѣнятъ нагруженнымъ.

При безконечномъ канатѣ или цѣпи движеніе ихъ совершается въ одну и туже сторону, слѣдовательно нагруженные вагоны и пустые идутъ постоянно по однимъ и тѣмъ же рельсамъ. Коль скоро подведенъ вагонъ къ бремсбергу, даютъ сигналъ тормазщику остановить движеніе, прицѣпляютъ вагонъ и затѣмъ движеніе можетъ быть продолжаемо.

Во избѣжаніе истиранія каната о почву бремсберга и уменьшенія сопротивленія отъ тренія, устанавливаютъ направляющіе ролики, подобно тому какъ при механической откаткѣ № 1.

[385.] **При уклонѣ бремсберга болѣе 25 — 30° необходимы уже платформы** (фиг. 111). Такъ какъ уклонъ бремсберга между различными горизонтами можетъ быть различный, то платформа устраивается такимъ образомъ, что площадка *a* можетъ быть всегда установлена горизонтально, такъ какъ она вращается около оси *c*, а въ другомъ концѣ можетъ быть закрѣплена чекой въ стойкѣ *r*. Платформа состоитъ изъ основной деревянной рамы *c*, скрѣпленной полосовымъ желѣзомъ. Вагонъ удерживается на платформѣ крюкомъ *k*, какъ и при клѣтяхъ. Оси платформы, если противовѣсъ проходитъ подъ платформой, должны быть выгнуты въ серединѣ. Стоимость платформы около 40 руб.

Замѣчено, что при углѣ паденія 25° и болѣе необходимы уже *платформы*, при углѣ же близкомъ къ 90° бремсбергъ можетъ быть устроенъ, какъ и при меньшихъ углахъ, но вагоны ставятся не на платформу, а уже въ клѣть, какъ при подъемѣ по шахтамъ. При этомъ такой спускъ можетъ быть однодѣйствующій и двудѣйствующій.

Платформы примѣняются и при малыхъ углахъ паденія, напр. въ Königs-Grube (Верхняя Силезія) при паденіи въ 8°, ибо при платформахъ постановка вагона совершается легко и быстро; а при бремсбергахъ съ противовѣсомъ платформы позволяютъ противовѣсу легко проходить подъ ними. Съ другой стороны — платформы обыкновеннаго устройства возможно примѣнить для угловъ паденія не болѣе 70°, при этомъ углѣ вертикальная линія, проходящая черезъ центръ тяжести платформы съ нагруженнымъ вагономъ, проходитъ еще между заднею и переднею осью, слѣдовательно платформа будетъ находиться въ устойчивомъ положеніи. При углѣ же болѣе 70°, эта вертикальная линія проходитъ сзади платформы, внѣ осей, а слѣдовательно платформа будетъ стремиться опрокинуться. Здѣсь, слѣдовательно нѣкоторыя приспособленія уже необходимы. На фиг. 114 представлено такое уст-

ройство: колеса удерживаются между двумя рельсами a и b, слѣдовательно платформа опрокинуться уже не можетъ.

Ширина пути для платформъ, если противовѣсъ ходитъ подъ ними, равна обыкновенно $3^1/_4$ фут.; а ширина пути для противовѣса = 1,6 фут. и менѣе, ширина бремсберга = не болѣе 5,6 фут. Высота противовѣса = 11″, полная высота платформы = 4,25 ф. Діаметръ колесъ = 14″, оси изогнуты. Если противовѣсъ ходитъ на пути, уложенномъ параллельно главному, то выработка должна имѣть ширину $7^1/_4$ ф., а ширина главнаго пути = около 3′. Діаметръ колесъ платформы можетъ быть меньше, нежели въ первомъ случаѣ.

Вѣсъ противовѣса опредѣляется по формуламъ, выводъ которыхъ см. Томъ I Справочной книги. Опредѣлить этотъ вѣсъ можно весьма просто: если q — вѣсъ противовѣса, W — вѣсъ пустаго вагона, w — вѣсъ платформы и p — вѣсъ нагрузки вагона, то для бремсберга съ платформами:

$$q = W + w + \frac{p}{2}$$

а если бремсбергъ безъ платформы, то

$$q = w + \frac{p}{2}$$

Платформа, изображенная на фиг. 111, вѣситъ 12 пудъ, вѣсъ вагона деревяннаго = $7^3/_4$ пуд., вѣсъ нагрузки = 21 пуд., слѣдовательно $q = 12 + 7^3/_4 + 10^1/_2$ п. = $30^1/_4$ пуд. На самомъ дѣлѣ всегда приходится нѣсколько уменьшать вѣсъ противовѣса противъ полученнаго по приведеннымъ формуламъ, помноживъ на коэффиціентъ 0,95.

[386.] Примѣры. Приводимъ числовыя данныя четырехъ существующихъ бремсберговъ.

	Безъ платформъ.		Съ платформами.	
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
Длина бремсберга	70	117	42	7—42
Число горизонтовъ, съ которыхъ производится спускъ	1	3	3	1—11
Уголъ паденія бремсберга	20—25°	$6^1/_4$°	8°	12—70°
Вѣсъ угля, спускаемаго по бремсбергу въ день, въ тоннахъ	200	50—100	»	»

	Безъ платформъ.		Съ платформами.	
	№ 1.	№ 2.	№ 3.	№ 4.
Число рабочихъ часовъ въ день	10	10	»	10
Вѣсъ нагрузки вагона въ пудахъ	21	22,5	32	30
Вѣсъ пустаго вагона въ пудахъ	9	9	15	13
Число вагоновъ, прошедшихъ по бремсбергу въ 1 день	до 600	до 300	»	»
Поперечное сѣченіе бремсберга	6,5 X 11,5′	5′ X 9,8′	6,5′ X 9,8′	6′ X 6,5′
Ширина пути бремсберга	22″	24″	$3^1/_4$′	3′
Число рельсовыхъ путей	2	2	2	2
Вѣсъ 1 п. с. рельсовъ въ пудахъ	0,9	0,7	»	0,8
Діаметръ каната	$1^1/_8$″	»	»	$1^1/_4$″
Полная длина каната въ сажен	140	234	80	14—84
Число вагоновъ, спускаемыхъ за одинъ разъ	10	2—3	1	1
Вѣсъ спускаемыхъ вагоновъ (безъ груза) въ пудахъ	90	27	15	13
Вѣсъ нагрузки	210	68	32	30
Вѣсъ поднимаемыхъ вагоновъ (пустыхъ)	90	27	»	45
Число вагоновъ на платформѣ	»	»	1	1
Вѣсъ платформы	»	»	»	18
Вѣсъ противовѣса	»	»	»	45
Ширина пути, по которому движется противовѣсъ	»	»	1,65	0,8

F. Подъемъ съ низшаго горизонта на высшій.

[387.] **Ручной воротъ.** Подъемъ добытаго матеріала съ низшаго горизонта на высшій внутри рудника встрѣчается относительно рѣдко. Самый простой механизмъ для подъема представляетъ *ручной воротъ*, служащій для подъема добытаго матеріала по гезенкамъ въ бадьяхъ или въ вагонахъ малой вмѣстимости, по наклоннымъ штрекамъ, идущимъ внизъ по паденію пласта отъ главнаго откаточнаго штрека. Размѣры ворота: длина рукоятки ворота $=11-21''$, скорость на окружности описываемой рукояткой $=1'$ и болѣе. Радіусъ барабана при пеньковомъ канатѣ $=4''-5''$, при проволочномъ $=5-7''$. Діаметръ цапфъ барабана $=\frac{7}{8}-1\frac{1}{4}''$. Подъемъ внутри рудника коннымъ приводомъ встрѣчается крайне рѣдко, какъ требующій обширныхъ помѣщеній. Большею частію встрѣчаемъ ручные приводы и если поднимаемый грузъ значителенъ, то прибѣгаютъ къ подъемамъ машинами, дѣйствующими паромъ или сжатымъ воздухомъ, а также къ водостолбовымъ машинамъ. Расчеты и различныя практическія данныя о подъемныхъ устройствахъ см. Томъ I Справочной книги.

[388.] **Безконечная цѣпь.** Если паденіе выработки не болѣе 0,333, то съ успѣхомъ для подъема можетъ быть примѣнена *система механической откатки свободною цѣпью* (система № 2). При большихъ уклонахъ примѣняютъ безконечную цѣпь, идущую подъ вагонами. Вагоны прицѣпляются къ цѣпи при помощи короткихъ и тонкихъ цѣпей. Здѣсь вообще могутъ быть сдѣланы всѣ тѣ замѣчанія, которыя были приведены при описаніи механической откатки системой № 2, 3 и 4, такъ какъ вмѣсто цѣпи можетъ быть взятъ проволочный канатъ. Подъемъ по наклонной плоскости системой № 2 представляетъ примѣръ 2-й, приведенный при описаніи этой системы. Подобный же подъемъ устроенъ въ Anzin (Fosse Reussitte), гдѣ длина штрека по паденію $=422$ саж., уклонъ $=0{,}120$. Скорость движенія вагоновъ около 1 фут., въ часъ поднимаютъ 87 вагоновъ, въ 10 ч. смѣну поднимаютъ 200 т. угля.

На фиг. 115 представленъ примѣръ подъема внутри рудника при помощи безконечной цѣпи, идущей подъ вагонами. Длина наклонной плоскости $=258$ саж., уклонъ $=0{,}500$. Звенья цѣпи приготовлены изъ желѣза, толщ. $1\frac{1}{4}''$. На пути цѣпь поддерживается роликами въ разстояніи одинъ отъ другаго $10\frac{3}{4}$ саж. Вагонъ прикрѣпляется къ главной цѣпи короткой цѣпью a, длина $=2{,}5$ фут., толщина желѣза малой цѣпи $=\frac{3}{4}''$. По пути устроено 8 станцій (8 горизонтовъ) съ подъемными платформами подобно b, для пріема вагоновъ. Скорость движенія цѣпи $=3$ фута. При такой скорости вагоны еще могутъ прицѣпляться и отцѣпливаться на ходу, не останавливая движенія цѣпи. Ниже приводимъ нѣкоторыя числовыя данныя:

Діаметръ цилиндра паровой машины	25″
Длина хода поршня	$52\frac{1}{2}$″
Діаметръ ведущаго шкива	122″
Расходъ угля въ день для машины	4 тон.
Діаметръ желѣза, изъ котораго приготовлена цѣпь	$1\frac{1}{4}$″
Вѣсъ цѣпи	1342 пуд.
Ширина рельсоваго пути	$2\frac{1}{2}$ фут.
Вѣсъ пустаго вагона	$30\frac{1}{2}$ пуд.
Вѣсъ нагрузки вагона	46 пуд.
Поднимается въ 10 ч.	508 тон.
Расходы: По одному рабочему на каждой станціи, всего 8 человѣкъ, имъ плата	7,50 руб.
1 подростокъ въ вершинѣ наклонной плоскости	0,50 „
1 машинистъ	1,00 „
2 кочегара	1,70 „
Итого	10,70 руб.

Не смотря на значительную производительность подъемныхъ устройствъ, подобно описанному, т. е. съ двумя рельсовыми путями, служащими для одновременнаго подъема нагруженныхъ вагоновъ и спуска пустыхъ, мы встрѣчаемъ ихъ не вездѣ. Желая наклонный штрекъ, по которому производится подъемъ, сдѣлать по возможности узкимъ и вообще удешевить устройство, укладываютъ только одинъ рельсовый путь. При этомъ пустые вагоны спускаются по наклонной плоскости подъ вліяніемъ только собственнаго вѣса, затѣмъ замѣняются нагруженными вагонами, которые поднимаются уже машиной. (См. Томъ I).

Подъемъ по шахтамъ.

Такъ какъ всѣ данныя, относящіяся до подъемныхъ машинъ, канатовъ, шкивовъ и пр., должны быть помѣщены въ Томѣ I Справочной книги, то мы ограничимся здѣсь сообщеніемъ свѣдѣній, относящихся только къ подъемнымъ сосудамъ, движущимся по шахтамъ, къ нагрузкѣ и разгрузкѣ клѣтей и т. п.

Добытый въ рудникѣ матеріалъ доставляется на поверхность или въ тѣхъ же сосудахъ, въ которыхъ перемѣщается по штрекамъ, или перегружается у шахты въ спеціальные сосуды, которые служатъ только для подъема. Къ послѣднимъ относятся вообще бадьи и ящики, а къ первымъ — вагоны, поднимаемые по шахтамъ непосредственно или при помощи клѣтей.

[389.] **Бадьи.** При углубленіи шахтъ, при малыхъ подъемахъ, т. е.

когда примѣняютъ ручные ворота, тогда бадьи строятся деревянныя. Хотя и придаютъ форму бадьямъ цилиндрическую или усѣченно-коническую, но бадьи съ продольнымъ эллиптическимъ сѣченіемъ будутъ наиболѣе раціональны. Нагрузка бадьи = отъ 3,5 — 9 пуд., вѣсъ бадьи = отъ $^3/_4$ до $1^1/_2$ пуд.

Подъемъ въ бадьяхъ ручными воротами удобенъ до извѣстной степени только при вертикальныхъ шахтахъ, при наклонныхъ же вопросъ усложняется: приходится поднимать бадью по рельсу *s* (фиг. 116, табл. 58). Иногда же поднимаютъ бадью по наклонной выработкѣ на полозьяхъ. Бадьи большой вмѣстимости имѣютъ нагрузку = 30 — 48 пуд., вѣсъ бадьи 9 — 18 пуд. Соединеніе бадьи съ короткой цѣпью, идущей отъ каната, можетъ быть произведено простымъ крючкомъ (фиг. 117) или болѣе сложнымъ, но очень практичнымъ приборомъ, какъ на фиг. 118. Иногда бадьи приготовляютъ изъ кубоваго желѣза для нагрузки въ 20 — 45 пуд., вѣсъ бадьи составляетъ 0,4 — 0,3 нагрузки.

Поврежденія, *являющіяся отъ раскачиванія бадьи и отъ столкновенія* при встрѣчѣ, если подъемъ производится въ одномъ и томъ же отдѣленіи шахты, могутъ быть совершенно устранены только устройствомъ направляющихъ. Иногда же ограничиваются возведеніемъ переборки въ шахтѣ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ бадьи встрѣчаются. При подъемѣ воротками въ бадьяхъ, устье шахты закрываютъ западнями.

Подъемъ по направляющимъ представленъ на фиг. 119. При углубленіи шахтъ, когда направляющія *aa* не доходятъ до забоя шахты, тогда крестовину *b* надо измѣнить, какъ на фиг. 120. Здѣсь канатъ свободно проходитъ сквозь раму *ab*. При опусканіи бадьи рама *ab* останавливается на упорахъ *gg*, не доходя до забоя, а бадья продолжаетъ опускаться къ забою для нагрузки. Скорость подъема бадей при направляющихъ можетъ достигать 10 футъ.

Бадьи иногда примѣняются и при значительной производительности при подъемахъ паровыми машинами. Главное ихъ преимущество — это незначительный мертвый грузъ. Такъ въ Монскомъ округѣ встрѣчаемъ бадьи деревянныя или желѣзныя съ нагрузкой въ 120 и болѣе пудовъ. Бадьи изъ кубоваго желѣза системы бельгійскаго инженера Кампа вѣсятъ около 30 пуд., вѣсъ нагрузки = 190 пуд.

[390.] **Ящики.** Только для подъема по шахтѣ примѣняютъ иногда деревянные ящики съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ; подъемъ можетъ производиться съ направляющими или безъ нихъ. При наклонныхъ шахтахъ эти ящики переходятъ уже въ вагоны, которые могутъ служить и для горизонтальной доставки. На фиг. 121 представленъ подъемъ въ ящикахъ (вагоны) ручнымъ воротомъ, на этомъ же рисункѣ показана и разгрузка ящика на поверхности.

[391.] **Подъемъ вагоновъ въ клѣтяхъ.** Подъемъ вагоновъ по шахтамъ производится обыкновенно въ клѣтяхъ и всегда по направляющимъ. Впрочемъ, въ рѣдкихъ случаяхъ вагонъ можетъ быть поднимаемъ и безъ клѣти, тогда его подвѣшиваютъ къ крестовинѣ, скользящей по направляющимъ.

Клѣти. Наиболѣе простое устройство клѣти, или, вѣрнѣе, *подъемной рамы*, встрѣчаемъ на рудникахъ въ St. Etienne (шахта Treuil). Рама составлена изъ двухъ желѣзныхъ полосъ, соединенныхъ вверху крестовиной. Къ каждой вертикальной сторонѣ рамы прикрѣплены по три муфты, обхватывающія направляющія, которыя тутъ представляютъ проволочныя канаты діаметромъ въ $1\frac{3}{8}''$. Рама имѣетъ четыре пары подушекъ, на которыя подвѣшиваются на цапфахъ 4 эллиптическихъ деревянныхъ вагона. Вѣсъ подъемной рамы = 42 пуда, вѣсъ 4 вагоновъ = 50 пуд. и вѣсъ нагрузки 106 пуд. Эта рама удовлетворяетъ условію малаго мертваго груза; но вагоны только тогда находятся въ нормальномъ и устойчивомъ положеніи, когда нагрузка въ нихъ произведена равномѣрно по всему вагону. Пріемъ и постановка вагоновъ въ раму требуетъ времени 2′45″. Постановъ и пріемъ вагоновъ производится при помощи платформы съ рельсами на поверхности. Платформа входитъ между вертикальными полосами рамы и вагонъ, при пріемѣ его изъ рамы, устанавливается на рельсы, затѣмъ откатывается.

Клѣти строятся одноэтажными и многоэтажными, для подъема за одинъ разъ одного или нѣсколькихъ вагоновъ. Наибольшее число этажей 4 съ 4 вагонами. Какъ исключеніе имѣются клѣти въ 6 этажей. Часто видимъ клѣти въ два этажа, рѣдко въ три. На фиг. 122 представленъ самый простой видъ одноэтажной клѣти безъ парашюта, вѣсъ клѣти = 10,8 пуд., вѣсъ вагона деревяннаго = 7,2 пуд. и вѣсъ нагрузки = 21,6 пуд. На фиг. 123 представлена 2-хъ этажная клѣть, также безъ парашюта, очень солидной постройки, для помѣщенія 4 вагоновъ.

Размѣры горизонтальнаго поперечнаго сѣченія клѣтей зависятъ отъ горизонтальныхъ размѣровъ вагоновъ, для которыхъ предназначена клѣть. Если мы размѣры ширины и длины вагона увеличимъ на $3'' - 4''$, то получимъ внутренній размѣръ горизонтальнаго сѣченія клѣти. Высота каждаго этажа клѣти равна высотѣ вагона, увеличенной на $8''$ и болѣе. Такъ напр., клѣть въ 2 этажа для вагоновъ, высота которыхъ надъ рельсами $= 36\frac{1}{2}''$, длина $= 43''$, ширина $= 28\frac{3}{4}''$, если въ каждомъ этажѣ, положимъ, помѣщается два вагона одинъ за другимъ, будетъ имѣть слѣдующія размѣры (существующій примѣръ): длина $= 112''$, ширина $= 32\frac{1}{2}''$, высота 2-го этажа $= 51\frac{1}{2}''$, 1-го этажа $= 49\frac{1}{2}''$. Впрочемъ, высота этажей клѣти (между рельсами каждаго этажа) зависитъ и отъ способа пріема вагоновъ на поверхности: если клѣть въ два этажа и пріемъ вагоновъ производится разомъ съ

2-хъ этажей, то разстояніе между рельсами клѣти (высота 1-го этажа) равна высотѣ этажа зданія, т. е. не менѣе 1 саж. Чтобы не дѣлать въ этомъ случаѣ очень высокую клѣть, со втораго этажа ея откатываютъ иногда вагонъ по особой платформѣ, высота которой надъ поломъ нижняго этажа равна высотѣ этажа клѣти, т. е. около 55″.

Закрѣпленіе вагона въ клѣти производится различнымъ образомъ. На фиг. 122 вагонъ удерживается въ клѣти крючкомъ h, на фиг. 123 — скобой a. Иногда-же устраиваютъ крючки на рельсахъ, какъ на фиг. 111, что очень практично.

Размѣры желѣза, идущаго на постройку клѣти, хотя отчасти и могутъ быть расчитаны по общимъ правиламъ на разрывъ; но полученные такими расчетами размѣры могутъ быть недостаточны и поэтому при проектированіи слѣдуетъ руководствоваться примѣрами хорошихъ устройствъ подобнаго рода. Можно, примѣрно, положить на 10 пуд. поднимаемаго груза около 0,5 кв. дюймовъ и болѣе поперечнаго сѣченія вертикальныхъ полосъ клѣти [1]). Діагональныя скрѣпленія, какъ на фиг. 123, въ клѣтяхъ новѣйшихъ построекъ часто не дѣлаются.

[**392.**] **Вѣсъ клѣтей.** Было замѣчено выше, что вѣсъ клѣтей долженъ быть возможно малый сравнительно съ полезнымъ грузомъ. Обратившись къ практикѣ, мы находимъ слѣдующіе примѣры:

	Anzin	
1) Вѣсъ клѣти	94,80 пуд.	54%
Вѣсъ 2 пустыхъ вагоновъ	25,20 „	15 „
Нагрузка	54,00 „	31 „
	174 пуд.	100%

	Anzin	
2) Вѣсъ клѣти	110,70 пуд.	41%
Вѣсъ 4 вагоновъ	50,40 „	19 „
Нагрузка	108,00 „	40 „
	269,10 пуд.	100%

	Blanzy	
3) Вѣсъ клѣти	90 пуд.	49%
Вѣсъ 2 вагоновъ	36 „	19 „
Нагрузка	60 „	32 „
	186 пуд.	100%

[1]) Прочные размѣры клѣти могутъ быть расчитаны, принявъ въ соображеніе изъ существующихъ примѣровъ вѣсъ клѣти для даннаго вѣса вагоновъ и полезнаго груза.

Charleroi

4) Вѣсъ клѣти	88,80 пуд.	43%
Вѣсъ 4 вагоновъ	34,80 „	17 „
Нагрузка	84,00 „	40 „
	207,60 пуд.	100%

Pribram

5) Вѣсъ клѣти	25,20 пуд.	27%
Вѣсъ 1 вагона	16,20 „	18 „
Нагрузка	50,40 „	55 „
	91,80 пуд.	100%

6) Вѣсъ клѣти	81 пуд.	47%
Вѣсъ 3 вагоновъ	27 „	16 „
Нагрузка	63 „	37 „
	171 пуд.	100%

St. Barbre

7) Вѣсъ клѣти	138 пуд.	50%
Вѣсъ 4 вагоновъ	43,2 „	15 „
Нагрузка	96 „	35 „
	277,2 пуд.	100%

Mines de Bethune

8) Вѣсъ клѣти (2-хъ этажной)	102 пуд.	37%
Вѣсъ 4 вагоновъ	35,7 „	12 „
Нагрузка	140,4 „	51 „
	278,1 пуд.	100%

Mines de Lens

9) Вѣсъ клѣти (изъ стали и желѣза)	144 пуд.	34%
Вѣсъ 8 вагоновъ (деревянныхъ)	79 „	18 „
Нагрузка	209 „	48 „
	432 пуд.	100%

	Clifton-Holl (Англія)	
10) Вѣсъ клѣти	76 пуд.	36%
Вѣсъ 4 вагоновъ	37,7 „	18 „
Нагрузка	97,5 „	46 „
	211,2 пуд.	100%
	Rose-Bridge (Англія)	
11) Вѣсъ клѣти стальной (въ 2 этажа)	48,7 пуд.	27%
Вѣсъ 4 вагоновъ	36,5 „	20 „
Нагрузка	97,5 „	53 „
	182,7 пуд.	100%
	California (Англія)	
12) Вѣсъ клѣти стальной (въ 2 этажа)	39,6 пуд.	24%
Вѣсъ 4 вагоновъ	36 „	22 „
Нагрузка	91,2 „	54 „
	166,8 пуд.	100%
13) Вѣсъ клѣти стальной (въ 2 этажа)	60,4 пуд.	39%
Вѣсъ 6 вагоновъ	36 „	17 „
Нагрузка	109,8 „	54 „
	206,2 пуд.	100%
	Льежскій округъ	
14) Вѣсъ клѣти желѣзной	54— 51 пуд.	29%— 29%
Вѣсъ 4 вагоновъ	36— 39 „	19 „— 20 „
Нагрузка	96— 96 „	52 „— 51 „
	186—186 пуд.	100%—100%

Среднимъ числомъ можно положить вѣсъ желѣзной клѣти [1]):

Для 1-го вагона	20 пуд.
„ 2-хъ „	40 „
„ 4-хъ „	54 „
„ 6-ти „	73 „

Дѣлая сводъ вышеприведенныхъ данныхъ, а также принявъ въ расчетъ примѣры и другихъ рудниковъ, можно составить слѣдующую таблицу въ круглыхъ цифрахъ, выражающихъ соотношенія между вѣсами клѣти, вагоновъ и нагрузки.

[1]) По даннымъ бельгійскихъ копей.

	1 вагонъ.	2 вагона.	3 вагона.	4 вагона.
Желѣзныя клѣти:	%	%	%	%
Вѣсъ клѣти	28	49	47	39
Вѣсъ вагоновъ	18	19	16	16
Вѣсъ нагрузки	55	32	37	45
Стальныя клѣти:				
Вѣсъ клѣти	»	»	»	25
Вѣсъ вагоновъ	»	»	»	21
Вѣсъ нагрузки	»	»	»	54

Цифры этой таблицы приводятъ насъ къ слѣдующимъ заключеніямъ. Клѣть съ однимъ вагономъ наиболѣе удовлетворяетъ условію наивыгоднѣйшаго отношенія грузовъ, ибо здѣсь полезный грузъ составляетъ 0,55 всего поднимаемаго груза; но это понятно, ибо при одномъ вагонѣ устройство клѣти получаетъ простѣйшую форму. Далѣе съ увеличеніемъ числа вагоновъ въ клѣти, начиная съ 2, процентъ полезнаго груза увеличивается съ 32% до 45%, а относительный вѣсъ клѣти уменьшается. При стальныхъ клѣтяхъ полезный грузъ составляетъ уже 54% всего поднимаемаго груза, а вѣсъ клѣти только 25%; между тѣмъ какъ при желѣзныхъ онъ равенъ 39% всего груза. Слѣдовательно стальныя клѣти представляютъ значительныя выгоды сравнительно съ желѣзными. Для желѣзныхъ клѣтей среднимъ числомъ можно положить, что вѣсъ клѣти почти равенъ вѣсу полезнаго груза и даже болѣе, а при стальныхъ онъ равенъ половинѣ полезнаго груза.

Не смотря на легкость стальныхъ клѣтей, прочность ихъ вполнѣ удовлетворительна; извѣстны примѣры англійскихъ рудниковъ, гдѣ стальная клѣть въ продолженіе $4\frac{1}{2}$ лѣтъ служила для ежедневнаго подъема и спуска груза въ 410 тон. на глубину около 250 саж., со скоростію 25 футъ и еще находилась въ хорошемъ состояніи. На рудникѣ Rose-Bridge стальная клѣть при ежедневной добычѣ въ 637 тон. въ концѣ 4-хъ лѣтней работы найдена была въ хорошемъ состояніи.

Будутъ ли клѣти приготовлены изъ стали или изъ желѣза, тѣмъ не менѣе онѣ представляютъ собою мертвый грузъ довольно значительнаго вѣса. Въ этомъ отношеніи бадьи большой вмѣстимости выгоднѣе клѣтей. Такъ напр., при бадьяхъ системы Кампа имѣемъ:

Вѣсъ бадьи.....	30 пуд.	19%
Нагрузка.....	129,6 „	81 „
	159,6 пуд.	100%

Что касается до числа этажей въ клѣтяхъ, то есть основаніе, какъ увидимъ ниже, предпочитать клѣти въ 2 этажа съ 2 вагонами въ каждомъ этажѣ, если только размѣры шахты допускаютъ такое расположеніе.

[393.] Парашюты. Приборы, служащіе для задержанія клѣти въ случаѣ разрыва каната, называются *парашютами* или *захватами*. Системъ парашютовъ сравнительно много и на послѣдней гигіенической выставкѣ въ Брюсселѣ всѣ парашюты представляли только видоизмѣненіе или усовершенствованіе системъ, уже извѣстныхъ ранѣе. Исключеніе составляетъ парашютъ Cousin'a, основаніе котораго—принципъ Атвудовой машины. Нѣтъ свѣдѣній, чтобы этотъ парашютъ былъ примѣненъ на рудникахъ.

Парашютъ Фонтена-сына представленъ на фиг. 124. Въ случаѣ разрыва каната спиральная пружина *b* выдвинетъ стержень *l*, опуститъ крестовину *c* и тогда упоры *k* вонзятся въ направляющіе бруски *p*. Устройство *n* служитъ для уменьшенія вреднаго вліянія отъ быстраго измѣненія скорости подъема, а также устраняетъ вліяніе толчка при началѣ подъема клѣти. Если поднимается клѣть съ пустыми вагонами, то сжимается только спиральная пружина *m*; если же поднимается клѣть съ нагруженными вагонами, то въ первый моментъ сжимается пружина *m*, а затѣмъ болѣе упругая пружина *n*. Если вѣсъ клѣти съ пустыми вагонами = 156 пуд., то сила упругости пружины *m* также около 156 пуд.; при вѣсѣ клѣти съ нагруженными вагонами въ 270 пуд., сила упругости пружины *n* равна 200 пуд. Сила упругости пружины *b* около 27 пуд. Парашюты Фонтена-сына съ предохранительными буферами употребляются на рудникахъ въ Anzin, а также на многихъ рудникахъ округа Pas-de-Calais (Lens, Bethun и др.). Вѣсъ парашюта около 10 — 15 пуд.

Къ типу парашютовъ Фонтена надо отнести и *приборъ Casa-Villain* (фиг. 125); здѣсь упоры *t* приводятся въ движеніе не непосредственно муфтой *a*, а рычагами *c*. Этотъ парашютъ болѣе чувствителенъ, если можно такъ выразиться, ибо малыя движенія стержня *l* производятъ болѣе значительныя отклоненія упора *t*; *f* — пружина.

Къ типу эксцентриковыхъ парашютовъ принадлежитъ *приборъ Либотта* (фиг. 126, табл. 59); въ моментъ разрыва каната, вслѣдствіе дѣйствія пружины *p* и системы рычаговъ, эксцентрики — захваты *cc* зазубренными краями вонзаются въ направляющіе бруски. Этотъ парашютъ очень распространенъ на рудникахъ Бельгіи и Рурскаго бассейна. Парашютъ представленъ въ моментъ подъема клѣти.

Недостатокъ парашютовъ вышеприведенныхъ типовъ заключается въ томъ, что остановка клѣти происходитъ не постепенно, уменьшая скорость ее паденія, а моментально, вслѣдствіе чего происходитъ ударъ, поломки направляющихъ и пр. Эти недостатки старались устранить клинчатыми парашютами.

Клинчатый парашютъ Либотта представленъ на фиг. 127. Въ нормальномъ положеніи, когда цѣпи *aa* натянуты, рычаги *rr* будутъ въ положеніи, представленномъ на чертежѣ; при разрывѣ каната пружины *pp* отклоняютъ рычаги внизъ, вслѣдствіе чего и клинья *kk* поднимутся кверху, а паденіе клѣти постепенно будетъ остановлено.

При канатныхъ направляющихъ клинчатые парашюты единственно возможны. На фиг. 128 представленъ *парашютъ Zollern'a*. Устройство легко понять изъ чертежа.

При парашютѣ Фонтена-сына былъ приведенъ примѣръ *предохранительнаго буфера*. Извѣстно очень много системъ этихъ буферовъ; ихъ дѣлаютъ изъ спиральныхъ пружинъ, а иногда и каучуковыхъ; впрочемъ они вообще довольно рѣдко примѣняются.

На многихъ рудникахъ (напр. въ Англіи) часто совершенно не примѣняютъ парашютовъ, особенно при канатныхъ направляющихъ. Однако парашютъ во всякомъ случаѣ имѣетъ обширное примѣненіе и можетъ оказать большія услуги, хотя и были случаи обрыва каната и парашютъ не могъ предупредить несчастія. Во всякомъ случаѣ примѣненіе наиболѣе совершенныхъ и хорошо содержимыхъ захватовъ не должно ослаблять внимательнаго надзора за подъемными канатами; надо не забывать, что *хорошій, прочный канатъ представляетъ наиболѣе надежный, наиболѣе совершенный парашютъ.*

[394.] На случай, если бы машинистъ пропустилъ моментъ, когда слѣдовало-бы остановить машину, то клѣть могла бы удариться о шкивы. Для предупрежденія подобныхъ случаевъ предложено нѣсколько предохранительныхъ приборовъ. Между прочимъ можно устроить приспособленіе, изображенное на чертежѣ 129. Коль скоро приборъ подойдетъ къ упорамъ *a*, то при дальнѣйшемъ движеніи каната, рычаги *rp* должны отклониться въ сторону, показанную стрѣлками, тогда чеки *ii* освободятъ стержень *l*, который будетъ подниматься далѣе вмѣстѣ съ канатомъ безъ клѣти. Въ этомъ приборѣ для разцѣпленія необходимо, чтобы оба рычага *r* и *r* были отклонены, ибо они независимы другъ отъ друга; отклоненіе одного изъ нихъ, вслѣдствіе случайнаго паденія въ шахту крѣпи, камня и т. п., не произведетъ еще разцѣпленія; между прочимъ, какъ напр. въ приборѣ Walker'a, пониженіе *одной только* муфты производитъ уже разцѣпленіе.

[395.] Направляющія. Для направленія клѣти въ шахтѣ примѣняютъ направляющія *деревянныя* или *желѣзныя*, а также *канатныя*. Наиболѣе

употребительны деревянныя направляющія, а также нерѣдко встрѣчаемъ и изъ проволочныхъ канатовъ.

Расположеніе направляющихъ относительно поперѣчнаго сѣченія шахты и клѣтей бываетъ двухъ родовъ:

1) Всѣ направляющіе бруски находятся въ одной вертикальной плоскости (фиг. 130); будемъ называть ихъ — *направляющими 1-го рода.*

2) Направляющія располагаются въ двухъ вертикальныхъ плоскостяхъ (фиг. 131 и 132); будемъ ихъ называть *направляющими 2-го рода.*

Существенное различіе между направляющими 1-го и 2-го рода заключается въ томъ, что первыя расположены по длиннымъ сторонамъ клѣти, а вторыя — по короткимъ сторонамъ, т. е. по тѣмъ сторонамъ, съ которыхъ вкатываются вагоны.

Скрѣпленіе отдѣльныхъ частей направляющихъ 1-го и 2-го рода между собою и съ перекладами шахты производится слѣдующимъ образомъ. Переклады ставятся въ шахтахъ въ разстояніи отъ $^1/_2$ — 1 саж, смотря по размѣрамъ шахты, вѣсу поднимаемаго груза, скорости движенія клѣти, а также системы направляющихъ. Для направляющихъ 1-го рода переклады должны быть расположены нѣсколько чаще, нежели для направляющихъ 2 рода. Поперечное сѣченіе перекладовъ около стѣнъ шахты обыкновенно $7'' \times 6''$ и болѣе; для перекладовъ, расположенныхъ на срединѣ, размѣры придаются нѣсколько большіе — $8'' \times 8''$. Поперечное сѣченіе брусковъ для направляющихъ $= 5'' \times 5''$ до $6^1/_4'' \times 6^1/_4''$ и до $8'' \times 8''$. Длина отдѣльныхъ брусковъ зависитъ отъ разстоянія между перекладами. Если положимъ, что разстояніе между прекладами (отъ оси до оси) $7'$, то длина бруска въ футахъ $= 14' + 2 \times 0{,}3$ и до $14' + 2 \times 0{,}65$, смотря по соединенію брусковъ между собою, въ притыкъ или въ лапу.

Бруски направляющихъ соединяются въ стыкъ (фиг. 133) или болѣе прочно въ лапу (фиг. 134). Если между перекладомъ и бокомъ шахты остается весьма узкое свободное пространство, такъ что завести туда гайку невозможно, то прикрѣпляютъ бруски къ перекладамъ желѣзными костылями (фиг. 133) діаметромъ около $^1/_2''$. Брусокъ предварительно навертывается, перекладъ же нѣтъ. Загоняютъ по два костыля по концамъ бруска и по одному на срединѣ, на промежуточныхъ перекладахъ. Костыли вообще въ данномъ случаѣ не практичны, ибо ремонтировка направляющихъ при нихъ затруднительна. Въ мокрыхъ шахтахъ, особенно если воды даютъ кислую реакцію, предпочитаютъ дубовые нагели желѣзнымъ. Иногда соединяютъ направляющія съ перекладами при помощи клиньевъ (фиг. 135). Эти клинья въ мокрыхъ шахтахъ прекрасно служатъ, въ сухихъ же отъ времени до времени ихъ необходимо нажимать; при клиньяхъ толщина брусковъ и перекладовъ должна быть нѣсколько увеличена на вырѣзъ, глубина котораго около 2 — $3''$. Соединеніе болтами во всякомъ случаѣ считается наилуч-

шимъ. На фиг. 134 представлено такое соединеніе: діаметръ болтовъ = около $^3/_4$—$1^1/_8''$, глубина гнѣздъ для головки болта = $^1/_2$—$1''$. Иногда ставятъ бруски такимъ образомъ, что стыкъ приходится между перекладинами; съ задней стороны кладутъ деревянную планку и скрѣпляютъ ее съ направляющимъ брускомъ 4 болтами.

Направляющіе бруски *aa* у средняго переклада (фиг. 136) прикрѣпляются къ перекладу одинъ противъ другаго. Находятъ такое расположеніе опаснымъ и совѣтуетъ ставить бруски не въ одной вертикальной плоскости.

[396.] **Сравненіе двухъ системъ направляющихъ.** Расположеніе направляющихъ въ короткихъ сторонахъ клѣти придаетъ ей болѣе устойчивости при подъемѣ, нежели расположеніе въ длинныхъ бокахъ. Слѣдовательно, въ этомъ отношеніи направляющія 2-го рода раціональнѣе направляющихъ 1-го рода. При направляющихъ 2-го рода бруски прикрѣпляются къ перекладамъ, положеннымъ у боковъ шахты, а потому болѣе устойчивы, нежели направляющія 1-го рода, гдѣ средній перекладъ слабѣе другихъ. При направляющихъ 1-го рода разстояніе между клѣтями, т. е. пространство для средняго переклада, больше (въ 2 раза), нежели при направляющихъ 2-го рода, а потому, при послѣдней системѣ горизонтальное поперечное сѣченіе клѣти можетъ быть больше, нежели при направляющихъ 1-го рода.

[397.] Всѣ вышеизложенныя разсужденія говорятъ въ пользу направляющихъ 2-го рода; но эти послѣднія имѣютъ и весьма существенный *недостатокъ:* онѣ располагаются въ тѣхъ, сторонахъ шахты, съ которыхъ вкатываются вагоны въ клѣть и принимаются изъ нея, а потому въ этихъ пунктахъ (въ рудничномъ дворѣ и надъ устьемъ шахты) направляющія 2-го рода должны прерываться и замѣняться направляющими 1-го рода или другимъ какимъ либо приспособленіемъ (*контръ-направляющими*), что иногда сопряжено съ большими неудобствами, особенно, если подъемъ долженъ производиться съ нѣсколькихъ этажей. Самое практичное устройство *контръ-направляющихъ* представлено на фиг. 132; близъ рудничнаго двора направляющія *a a* (2-го рода) прерываются и клѣть движется между контръ-направляющими *b b*. Если рудничный дворъ расположенъ только съ одной стороны шахты, то контръ-направляющія у рудничнаго двора располагаются, какъ показано на фиг. 131, бруски *a a* не прерываются, а направляющія *b b* прерываются и замѣняются контръ-направляющими *i i*. Иногда поступаютъ такимъ образомъ, что одно звено направляющихъ 2 рода противъ рудничнаго двора прикрѣплено на шарнирѣ; при вкатываніи вагона въ клѣть это звено откидывается въ сторону и даетъ проходъ вагону. Такое устройство удовлетворительно, но должно быть очень тщательно пригнано.

Если же въ клѣти стоятъ вагоны по два рядомъ, то направляющій брусокъ приходится между двумя вагонами, если направляющія 2-го рода, и слѣдовательно — онъ не можетъ значительно мѣшать вкатыванію вагоновъ.

[398.] **Стоимость сооруженія деревянныхъ направляющихъ и ремонтъ ихъ.** Среднимъ числомъ можно положить, что стоимость направляющихъ для двухъ клѣтей на 1 пог. саж. шахты обходится не болѣе 20 руб. Различные расходы входятъ въ эту сумму слѣдующими частями:

Матеріаловъ	9 руб.
Работа	6 „
Болты и проч.	3 „
Со счета машины	2 „
	20 руб.

Содержаніе направляющихъ въ годъ обходится на 1 пог. саж. не болѣе 3 руб. и понижается до 75 коп. Иначе: на 100,000 т., поднятыхъ на 50 с., расходуется на содержаніе направляющихъ — по матеріаламъ около 35 руб., по работѣ около 70 руб. Эти данныя могутъ широко измѣняться, смотря по обстоятельствамъ.

[399.] **Продолжительность службы направляющихъ** зависитъ отъ многихъ причинъ: отъ качества лѣса, употребленнаго для приготовленія направляющихъ (наилучшій лѣсъ дубъ), чистоты рудничнаго воздуха, отъ качества рудничныхъ водъ и пр. Прочно установленныя направляющія служатъ весьма долго; есть примѣры, что направляющія послѣ 17 лѣтней службы находились совершенно въ исправномъ видѣ. На одномъ рудникѣ во Франціи при постановкѣ направляющіе бруски имѣли размѣры —0,12 m. × 0,12 m.; по прошествіи 15 лѣтъ, размѣры ихъ почти остались безъ перемѣны, именно — 0,12 m. × 0,118 m. Кромѣ частныхъ случаевъ паденія клѣтей, самое вредное дѣйствіе на направляющія оказываетъ нѣкоторое искривленіе крѣпи шахты, которое иногда имѣетъ мѣсто, особенно при разработкѣ мощныхъ пластовъ. Если только направляющія выйдутъ изъ прямолинейно-вертикальнаго положенія, то онѣ весьма скоро истираются и ихъ приходится часто ремонтировать.

[400.] **Направляющія изъ проволочныхъ канатовъ.** Для направленія клѣти при помощи гибкихъ направляющихъ, напр. проволочныхъ канатовъ, натягиваютъ эти послѣднія въ шахтѣ по угламъ отдѣленія, слѣдовательно на каждую клѣть по 4 каната, иногда же довольствуются 3 или даже 2 канатами. Чѣмъ глубже шахта, тѣмъ больше должно быть число канатныхъ направляющихъ. Канатамъ придаютъ достаточное натяженіе при помощи натяжныхъ винтовъ или воротковъ. При канатныхъ направляющихъ для даннаго сѣченія шахты поперечное сѣченіе клѣти должно быть меньше, нежели при деревянныхъ направляющихъ. Канатныя направляющія обходятся дешево и могутъ быть примѣнены даже въ тѣхъ случаяхъ, когда шахта не имѣетъ крѣпи. Съ другой стороны — канатныя направляющія не устраняютъ вполнѣ

раскачиванія клѣти; въ пунктахъ встрѣчи клѣтей, а также около рудничнаго двора и на поверхности, для правильнаго постанова клѣти на подхваты необходимо устроить еще добавочныя приспособленія, подобныя обыкновеннымъ направляющимъ.

Діаметръ проволочныхъ канатовъ, идущихъ для направляющихъ, равенъ отъ 1″ до 1½″ (25 mm. — 40 mm.), чаще 1¼″ (32 mm.). Канаты должны быть спеціально приготовлены, т. е. менѣе круто свиты, и проволока должна быть болѣе толстая. Среднимъ числомъ стоимость установа канатныхъ направляющихъ на 1 пог. саж. шахты обходится около 10 руб., а содержаніе въ годъ — около 3 руб.

[401.] **Сравненіе направляющихъ деревянныхъ и канатныхъ.** Стоимость постанова деревянныхъ направляющихъ въ 2 — 3 раза дороже направляющихъ проволочныхъ. Однако это замѣчаніе выведено изъ стоимости устройства направляющихъ тѣхъ и другихъ на Англійскихъ и Французскихъ рудникахъ; для нашихъ цѣнъ это отношеніе будетъ отклоняться въ сторону болѣе выгодную для деревянныхъ направляющихъ.

Стоимость ремонтировки деревянныхъ и канатныхъ направляющихъ почти одинакова.

Скорость постанова канатныхъ направляющихъ превосходитъ приблизительно въ десять разъ скорость постанова деревянныхъ, а ремонтировка требуетъ значительно меньше времени.

Съ возрастаніемъ глубины шахты и съ увеличеніемъ скорости подъема, преимущество деревянныхъ направляющихъ становится рѣзкимъ. Однако можно положить, что канаты еще съ выгодой могутъ примѣняться: при глубинѣ до 250 саж., при маломъ вѣсѣ поднимаемаго груза и малой скорости подъема; хотя впрочемъ въ Англіи и при канатахъ иногда находимъ значительную скорость подъема въ 33 фут., какъ напр. на рудникѣ Rose-Bridge.

Деревянныя направляющія допускаютъ примѣненіе парашютовъ наиболѣе совершенныхъ системъ, болѣе безопасны для спуска рабочихъ, нежели канатныя направляющія, для которыхъ могутъ быть примѣнены только клиновые захваты, и степень вѣроятности предупрежденія несчастій съ людьми — меньшая. Въ Англіи при канатныхъ направляющихъ почти никогда не примѣняютъ парашютовъ; но здѣсь все вниманіе обращено на хорошее состояніе подъемныхъ канатовъ, которые инспектируютъ ежедневно, предъ спускомъ рабочихъ.

Незначительное искривленіе шахты при канатныхъ направляющихъ нечувствительно и не можетъ остановить подъема; совершенно обратное замѣчаемъ при деревянныхъ направляющихъ. Во всякомъ случаѣ ремонтъ въ первомъ случаѣ будетъ произведенъ скорѣе и дешевле, нежели во второмъ.

Если рудничныя воды даютъ кислую реакцію, то примѣненіе капат-

ныхъ направляющихъ невозможно. Направляющіе изъ проволочныхъ канатовъ должны покрываться тѣми же предохранительными составами, какъ и подъемные (см. Томъ I).

Примѣчаніе. Примѣненіе металлическихъ направляющихъ, напр. изъ рельсоваго желѣза, хотя и имѣетъ за собою преимущество прочности и требуетъ меньше мѣста, однако встрѣчается на рудникахъ относительно рѣдко, ибо при металлическихъ направляющихъ парашюты мало дѣйствительны; кромѣ этого, установъ и ремонтъ ихъ требуетъ больше времени и расходовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ напр. въ шахтахъ, по которымъ выходитъ рудничный воздухъ вмѣстѣ съ продуктами горѣнія изъ вентиляціонныхъ печей, установленныхъ внутри рудника, — желѣзныя направляющія должны по необходимости замѣнять деревянныя; въ этомъ случаѣ и направляющія изъ проволочныхъ канатовъ вполнѣ будутъ соотвѣтствовать цѣли. Направляющія изъ рельсоваго желѣза располагаютъ по угламъ отдѣленія шахты. Въ Англіи есть случаи, когда желѣзныя направляющія (одна пара) расположены только по одной сторонѣ клѣти, этимъ достигаютъ экономіи мѣста и избѣгаютъ установа промежуточныхъ перекладовъ. Въ Саарбрюкенскомъ округѣ одно время часто примѣняли желѣзныя направляющія; но теперь ихъ замѣняютъ деревянными.

[402.] Постановъ клѣти у рудничнаго двора и на поверхности. При нагрузкѣ и разгрузкѣ клѣтей, какъ на поверхности, такъ и у рудничнаго двора, онѣ устанавливаются на *подхватахъ* (ляды) различнаго устройства, такимъ образомъ, чтобы горизонтъ рельсовъ какого либо этажа клѣти сталъ бы въ уровень съ рельсовымъ путемъ, по которому вкатываются вагоны въ клѣть. На фиг. 136 представлено подобное простѣйшее устройство этого рода. Клѣть стоитъ на доскахъ *nn*, прикрѣпленныхъ къ рычагамъ *ii*, вращающимся на осяхъ *o*. Рычагомъ *p* можно привести доски *n* подхвата въ вертикальное положеніе и дать свободный проходъ клѣти. Планки *q* служатъ для упора подхватовъ въ то время, когда стоитъ на нихъ клѣть. На фиг. 137 представлено иное, очень употребительное устройство подхватовъ.

Вообще, можно различить два типа подхватовъ: подхваты остающіеся закрытыми подъ вліяніемъ грузовъ и открывающіеся клѣтью, когда она выходитъ на поверхность; или — подхваты подъ дѣйствіемъ груза остаются постоянно открытыми и закрываются дѣйствіемъ рукоятки, при этомъ вѣсъ клѣти способствуетъ закрываться подхватамъ. Послѣдній типъ нѣкоторыми предпочитается первому. При останавливаніи клѣти на подхватахъ во всякомъ случаѣ происходитъ ударъ, особенно при быстрой работѣ. Для уменьшенія силы этого удара, предполагали опору подхватовъ устанавливать на пружинныхъ или гуттаперчевыхъ буферахъ, эти послѣднія помѣщались между вѣнцами *a* и *b* (фиг. 136); но сложность подобныхъ устройствъ и скорая

порча гуттаперчевыхъ буферовъ не дали этимъ приспособленіямъ надлежащаго распространенія.

[403.] **Нагрузка и разгрузка клѣтей.** Постановъ вагоновъ въ клѣти и пріемъ изъ нихъ, если клѣть одноэтажная, не представляетъ никакихъ затрудненій и производится весьма быстро. Рельсовый путь по главному откаточному ходу, ведущему къ шахтѣ, прекращается у рудничнаго двора и далѣе по рудничному двору прокладываютъ чугунныя плиты съ небольшимъ уклономъ къ шахтѣ (около 0,012). Чтобы направить вагонъ на рельсы клѣти, ставятъ направляющіе рельсы у входа въ клѣть. При многоэтажныхъ клѣтяхъ вопросъ усложняется требованіемъ возможнаго сокращенія времени на постановъ и пріемъ вагоновъ, избѣгая частыхъ маневрированій подъемною машиной.

Если представимъ себѣ подъемную шахту *A* фиг. 138, (табл. 60), то положеніе клѣтей, изображенное на чертежѣ, будетъ соотвѣтствовать выгрузкѣ вагоновъ изъ 3-го этажа и нагрузкѣ въ 1-й этажъ (въ рудничномъ дворѣ). Далѣе поднимаютъ верхнюю клѣть и, слѣдовательно, опускаютъ нижнюю до положенія, позволяющаго производить нагрузку и выгрузку изъ этажей 2-го и 3-го. Слѣдовательно, при такомъ расположеніи нагрузка и выгрузка производится въ три пріема изъ 3-хъ этажной клѣти; подобнымъ же образомъ можно было бы вести работу и при большемъ числѣ этажей. Для уменьшенія потери времени, необходимо, чтобы маневръ, произведенный машиной для поднятія верхней клѣти *a*, служилъ для соотвѣтственнаго опусканія клѣти *b*, короче — чтобы не пришлось маневрировать машиной отдѣльно для каждой клѣти, — обыкновенно этого не легко достигнуть.

Для сокращенія времени нагрузка и разгрузка 2-хъ, 3-хъ и 4-хъ этажной клѣти на поверхности (а также и въ рудничномъ дворѣ) можетъ производиться и за одинъ разъ. Фиг. 139 представляетъ такое расположеніе. Горизонтъ 1-го этажа клѣти соотвѣтствуетъ горизонту почвы откаточнаго пути. На этотъ горизонтъ нагруженные вагоны спускаются съ горизонтовъ 2 и 3 этажей клѣти при помощи вертикальнаго бремсберга *a*, однодѣйствующаго (съ противовѣсомъ) или двудѣйствующаго. Болѣе простое устройство будетъ состоять въ томъ, что нагрузка и разгрузка у рудничнаго двора будетъ производиться разомъ въ два этажа, въ это время клѣть на поверхности можетъ маневрировать для нагрузки и разгрузки разновременно съ двухъ этажей; для этого подъемный канатъ долженъ быть сдѣланъ длиннѣе на величину равную, примѣрно, полуторной высотѣ клѣти.

При расположеніи, представленномъ на фиг. 139, высота *h* должна быть равна высотѣ этажа клѣти, слѣдовательно эта послѣдняя должна быть нѣсколько увеличена, чтобы предоставить болѣе удобства для откатчиковъ; эту высоту мы находимъ равною $7\frac{1}{2}$ фут. Съ другой стороны, есть случаи, гдѣ эта высота — только $4\frac{1}{4}$ фут. Вертикальные бремсберги у рудничнаго

двора представляютъ извѣстныя неудобства, а потому ихъ можно избѣжать расположеніемъ, какъ на фиг. 140; здѣсь вагоны съ горизонта *a* главнаго откаточнаго хода спускаются на горизонтъ *b* по обходной боковой выработкѣ; часто при этомъ устраиваютъ наклонные бремсберги.

При клѣтяхъ съ 4 этажами можно достигнуть быстрой нагрузки и разгрузки различнымъ образомъ. Фиг. 141, 142 и 143 представляютъ три типа расположенія рудничныхъ дворовъ. Подобныя же расположенія находимъ и на поверхности. При первомъ и второмъ расположеніи нагрузка производится въ два пріема, при третьемъ — въ одинъ пріемъ во всѣ 4 этажа; но при этомъ высота рудничнаго двора выходитъ очень значительной. На поверхности чаще всего встрѣчаемъ 2-е расположеніе, при этомъ въ рудничномъ дворѣ можетъ быть установлено расположеніе 3-е.

[404.] Относительное расположеніе вагоновъ въ клѣтяхъ и этихъ послѣднихъ въ шахтѣ. Говорено было выше, что клѣти строятся въ 1, 2 и 4 этажа, рѣже въ 3 этажа. Въ каждомъ этажѣ помѣщаютъ 1 вагонъ или 2. Изъ предъидущаго легко было замѣтить тѣ усложненія, которыя являются при разгрузкѣ и нагрузкѣ клѣтей многоэтажныхъ. Во избѣжаніе этихъ неудобствъ, въ новѣйшихъ сооруженіяхъ замѣчается стремленіе къ проводу широкихъ шахтъ съ назначеніемъ подъемнаго отдѣленія для клѣтей только въ 1 или 2 этажа и по два вагона въ каждомъ этажѣ; при очень значительной производительности рудника помѣщаютъ по четыре вагона въ каждомъ этажѣ, что уже требуетъ значительныхъ размѣровъ клѣтей. Такъ напр., для помѣщенія 4-хъ вагоновъ въ каждомъ этажѣ (при среднихъ размѣрахъ вагона: вѣсъ его — 10 пуд., нагрузка — 26 пуд.), размѣры двухъ-этажной клѣти будутъ: длина = 8,35 фут., ширина = 5,25 фут., высота = 10,5 фут., вѣсъ клѣти = 144 пуда, а діаметръ шахты — не менѣе 15 фут.

Различаемъ два случая размѣщенія двухъ вагоновъ въ одномъ этажѣ клѣти: они стоятъ другъ за другомъ, соприкасаясь короткими сторонами или бокъ-о-бокъ. Въ первомъ случаѣ (фиг. 144) клѣть *abcd* получаетъ продолговатую форму, а во второмъ (фиг. 145) почти квадратную; въ первомъ случаѣ нагрузка и разгрузка можетъ производиться съ двухъ сторонъ, а во второмъ — съ одной стороны клѣти. При второмъ случаѣ лучше размѣстить клѣти въ шахтѣ, какъ показано на фиг. 146, причемъ необходимо примѣнить узкіе и длинные вагоны, иначе поперечное сѣченіе шахты выходитъ нерацiональнымъ.

Если въ каждомъ этажѣ клѣти помѣщается одинъ вагонъ, то клѣти въ шахтѣ можно размѣстить, какъ на фиг. 147 и 148. Первое расположеніе выгоднѣе по отношенію выгрузки и нагрузки; а второе, придающее поперечному сѣченію шахты форму, приближающуюся къ квадратной, рацiональнѣе по отношенію къ крѣпленію.

Если поперечное сѣченіе шахты круглое, то размѣщеніе клѣтей можетъ

быть весьма разнообразно, напр. какъ на фиг. 149 и 150. Въ первомъ случаѣ нагрузка и выгрузка можетъ производиться съ двухъ сторонъ шахты, а во второмъ съ одной, но остается свободнымъ обширное отдѣленіе *A*. При помѣщеніи въ каждомъ этажѣ по два вагона, клѣти можно размѣстить въ шахтѣ, какъ на фиг. 151; здѣсь отдѣленія *a* и *b* малы, такъ что даже не всегда можно помѣстить лѣстницы; но для помѣщенія напр. воздухопроводовъ (при работѣ въ рудникѣ сжатымъ воздухомъ) они будутъ достаточны. Расположеніе фиг. 152 оставляетъ обширное отдѣленіе *a*, напр., для насосовъ и лѣстницъ, *b* и *c* — для воздухопроводовъ.

При шахтахъ съ сводообразными боками размѣщеніе клѣтей приближается къ случаю прямоугольныхъ шахтъ.

Въ заключеніе замѣтимъ, что между многочисленными варіянтами расположенія вагоновъ въ клѣтяхъ и клѣтей въ шахтѣ, а также относительно выгрузки и нагрузки клѣтей, слѣдуетъ при средней производительности остановиться на одноэтажныхъ клѣтяхъ съ 2 вагонами, а при большей производительности — на 2-хъ этажныхъ клѣтяхъ съ двумя вагонами въ каждомъ этажѣ, поставленными другъ за другомъ, съ выгрузкой въ обѣ стороны, какъ на фиг. 151, 152. Если положимъ, что вагоны средней вмѣстимости, деревянные, съ стальными осями и колесами, то получимъ слѣдующія цифры для размѣровъ вагоновъ и клѣтей:

Длина клѣти	109″
Ширина „	33″
Высота „	120″, высота перваго этажа 52″
Ширина полосоваго желѣза для клѣтей	4″
По угламъ клѣти **T** желѣзо	4″ × 2½″
Вѣсъ клѣти	102 пуд. съ парашютомъ.
Длина вагона	52½″
Ширина „	27¾″
Высота „	35″
Діаметръ колесъ	10″
Вѣсъ колесъ	1½ пуд.
Нагрузка	около 25—30 пуд. камен. угля.
Вѣсъ пустаго вагона	9 пуд.
Ширина хода вагона	22″
Разстояніе между осями	19″
Число вагоновъ въ этажѣ клѣти	2
Размѣры направляющихъ въ шахтѣ	5½ × 7″
Разстояніе между основными перекладами	3½ фут.
Размѣры перекладовъ	5″ × 6″
Размѣры перекладовъ на стыкахъ направляющихъ	5″ × 10″
Направляющія прикрѣпляются болтами, діаметръ ихъ	⅞″

При размѣрахъ клѣти, показанныхъ выше, выгрузка и нагрузка не можетъ производиться одновременно на поверхности: придется маневрировать машиной; для одновременной выгрузки надо увеличить высоту этажа до $6\frac{1}{2}$ фут.

[405.] **О скорости подъема клѣтей.** Въ отдѣлѣ рудничныхъ подъемныхъ машинъ, Томъ I, этотъ предметъ разобранъ подробно съ механической точки зрѣнія, и намъ остается сказать здѣсь весьма мало. По отношенію къ скорости можно различать подъемы съ большою скоростью и съ малой нагрузкой, или обратно — подъемы съ малой скоростью и большой нагрузкой. Не касаясь вліянія того или другаго способа на механику подъема, замѣтимъ, что во второмъ случаѣ число подъемовъ въ единицу времени будетъ меньше, слѣдовательно, меньше будетъ потеряно времени на нагрузку и разгрузку клѣтей. Вліяніе скорости подъема на сохраненіе направляющихъ незамѣтно. При малой скорости, а слѣдовательно при рѣдкихъ подъемахъ, встрѣчается неудобство въ скопленіи вагоновъ въ рудничномъ дворѣ, что можетъ повлечь остановки; здѣсь, слѣдовательно, необходима организація откатки, которая была бы въ строгомъ и опредѣленномъ соотношеніи съ подъемомъ. Можно принять, что средняя скорость подъема въ предѣлахъ 15 — 20 фут. будетъ удовлетворять наилучшимъ образомъ организаціи рудничныхъ работъ; для шахтъ не глубокихъ скорость можетъ быть гораздо меньшая — 10′.

[406.] **Сигналы.** При подъемахъ по шахтамъ необходимо передавать сигналы, относящіеся до маневрированія клѣтей изъ рудничнаго двора къ машинисту. Сигнальные приборы устраиваются различнымъ образомъ: при помощи проволоки или тонкаго проволочнаго каната, протянутаго по шахтѣ, и звонка. Болѣе практично вмѣсто звонка установить молотокъ, число ударовъ котораго представитъ условленный сигналъ. Иногда устраиваютъ сигналы при помощи желѣзнаго тонкаго стержня, подвѣшеннаго въ шахтѣ; ударяя по стержню опредѣленное число разъ, передаютъ извѣстный сигналъ. Сигналы передаются также пневматическимъ или электрическимъ телеграфомъ. Послѣдніе устройства сложны для рудника и требуютъ весьма осторожнаго съ ними обращенія; сложность ихъ и неудобство особенно чувствительны, если требуется передавать сигналы съ произвольныхъ пунктовъ въ шахтѣ.

Передача сигналовъ проволочнымъ канатомъ съ колокольчикомъ или молоткомъ весьма проста и вполнѣ удовлетворяетъ цѣли. Въ Англіи были испробованы телефоны для передачи сигналовъ по шахтѣ, но опыты не увѣнчались успѣхомъ.

Приспособленія, служащія для разгрузки и сортировки.

[407.] **Разгрузка бадей** болѣе или менѣе значительной вмѣстимости требуетъ нѣкоторыхъ приспособленій. Весьма простое устройство представлено на фиг. 153, табл. 61. При подъемѣ крючекъ цѣпи *a* закидываютъ за петлю *b* бадьи и, давъ задній ходъ машинѣ, опускаютъ бадью, которая и приметъ положеніе, представленное пунктиромъ на чертежѣ. Иногда устраиваютъ такимъ образомъ, что устье шахты закрываютъ платформой съ противовѣсомъ, двигающеюся по рельсамъ. Поднявъ бадью, платформу надвигаютъ на устье шахты, вкатываютъ на нее вагонъ подъ бадью и разгружаютъ послѣднюю; здѣсь бадья съ откиднымъ дномъ будетъ весьма удобна. Или поступаютъ иначе: платформа *ab* вращается около оси *o* (фиг. 154); коль скоро бадья поднята, то ставятъ платформу въ положеніе, представленное на чертежѣ, и открываютъ дно бадьи, затѣмъ, разгрузивъ бадью, снова платформа откидывается такъ, чтобы для бадьи образовался свободный проходъ въ шахту. Въ послѣднихъ случаяхъ матеріалъ, перегруженный въ вагонъ, откатывается къ складамъ, гдѣ уже снова производится выгрузка изъ вагона. Чтобы избѣжать лишней перегрузки, что очень важно, напр. при разработкѣ каменнаго угля, поступаютъ такимъ образомъ, что бадью ставятъ на опрокидыватель (фиг. 155) и откатываютъ до мѣста разгрузки. Опрокидыватель *cc* устроенъ такъ, что цапфы *oo* проходятъ только незначительно выше центра его тяжести съ нагруженной бадьей. Вмѣсто того, чтобы ставить бадью въ сосудъ *cc*, снабжаютъ бадью цапфами, и тогда непосредственно устанавливаютъ ее въ подушки стоекъ *a* и *b*.

[408.] **Ящики разгружаются** на поверхности при подъемѣ по вертикальнымъ шахтамъ, какъ показано на фиг. 156, табл. 62. Ящикъ *w* въ шахтѣ ходитъ по направляющимъ *ll*, удерживаясь цапфами *a*, *c* и *b*. На поверхности цапфы *b* и *a* направляются между двумя рейками *l* и *m*. Въ опредѣленномъ пунктѣ подъ цапфу *a* подставляютъ кулакъ *i*, тогда ящикъ около цапфы *a*, какъ около оси, можетъ повернуться и прійти въ положеніе *v*.

[409.] **Разгрузка вагоновъ.** Самый простой, но въ тоже время и самый несовершенный способъ разгрузки вагоновъ — это опрокидываніе ихъ на сторону, для чего одна изъ сторонъ (короткая) дѣлается наклонной и ниже другихъ. Далѣе, болѣе совершенный способъ разгрузки вагоновъ состоитъ въ томъ, что вагонъ имѣетъ откидную стѣнку и ящикъ вращающійся около передней своей оси. Наклоненіе вагоновъ для разгрузки можетъ производиться при помощи платформы *a* (фиг. 157) и рычага *p*; платформа вращается около оси *o*.

Наиболѣе совершенный приборъ для опрокидыванія вагоновъ представ-

ляетъ *виппер*ъ или *опрокидыватель*. При этомъ приборѣ разгрузка производится быстро и совершенно, а также и безъ толчковъ, способствующихъ разрушенію вагона. На фиг. 158 представленъ опрокидыватель для разгрузки вагоновъ на сторону короткаго бока. Рама *abdc* вращается на цапфахъ *o* и *o*. Вагонъ удерживается въ приборѣ полосою *e*, прикрывающей колеса. Брусъ *f* не позволяетъ прибору опрокинуться далѣе извѣстнаго предѣла. Цапфы *oo* должны быть расположены между вертикальными линіями, проходящими черезъ центры тяжести прибора съ нагруженнымъ и пустымъ вагономъ. При опрокидываніи центръ тяжести прибора съ пустымъ вагономъ не долженъ переходить за линію *cp*, иначе трудно будетъ приводить приборъ въ нормальное положеніе, т. е. въ положеніе, представленное на чертежѣ. Если требуется опрокидывать вагонъ на сторону длиннаго бока, то виппер устраивается, какъ на фиг. 159. Приборъ представляетъ барабанъ *aa*; въ концѣ, противоположномъ вкатыванію вагоновъ, барабанъ лежитъ цапфой въ подушкѣ постоянной стойки, съ другаго же конца поддерживается роликами *rr*.

Для медленнаго опрокидыванія виппера, на цапфу его насаживаютъ зубчатое колесо, приводимое въ движеніе безконечнымъ винтомъ или шкивъ съ тормазомъ. На фиг. 158 bis представленъ виппер нѣсколько иного устройства. Ось вращенія виппера *abc* расположена въ *i*. Вагонъ удерживается въ приборѣ только своими колесами, придерживаемыми сверху рельсомъ *c*. Къ рамѣ *ab* прикрѣплена желѣзная полоса *p*. При вращеніи виппера нажимаютъ подушку *q* тормаза къ полосѣ *p* и этимъ умѣряютъ скорость опрокидыванія.

Всѣ приборы, на которые указано выше, — *постоянные*, т. е. при помощи ихъ разгрузка производится только въ одномъ опредѣленномъ пунктѣ. Если же разгрузка должна производиться въ различныхъ пунктахъ при помощи одного и того же прибора, тогда опрокидыватель дѣлаютъ *подвижнымъ*, т. е. установленнымъ на платформѣ, передвигающейся по рельсамъ. На фиг. 160 представленъ передвижной виппер: *p* рычагъ къ ленточному тормазу, охватывающему шкивъ *a*.

[410.] На каменноугольныхъ копяхъ С. Америки, гдѣ всѣ вообще устройства отличаются характеромъ, сокращающимъ расходъ времени и рукъ, разгрузка вагоновъ очень часто производится такимъ образомъ, что *вагонъ не выдвигается изъ клѣти, а разгружается на мѣстѣ*. Приборъ выходитъ довольно сложный, но сокращеніе времени должно быть значительно. Идея прибора заключается въ слѣдующемъ: въ клѣти, или, вѣрнѣе, въ рамѣ, замѣняющей клѣть, помѣщена другая рама *abc* (фиг. 161, табл. 63) съ платформой *bc* для вагона. Эта рама можетъ вращаться на цапфахъ *o* въ подушкахъ клѣти, къ которой и прикрѣпляется подъемный канатъ и которая снабжается парашютомъ. Рама *abc* снабжена роликами *rr*; этими ро-

ликами охватываются направляющія *ll* шахты; слѣдовательно, нѣтъ надобности въ укрѣпленіи рамы *abc* въ клѣти: она удерживается въ вертикальномъ положеніи этими роликами и направляющими. Коль скоро клѣть поднята на поверхность до извѣстнаго пункта, то направляющія *ll* дѣлаются на столько тонкими, что ролики и вообще вся рама можетъ между ними свободно проходить; но въ этомъ мѣстѣ направляющія *ll* замѣняются особеннымъ образомъ изогнутыми желѣзными направляющими *pp*. Продолжая поднимать клѣть ролики подъ дѣйствіемъ направляющихъ *pp* приведутъ платформу *bc* въ наклонное положеніе *b'c'*, передній бокъ вагона откидывается, и уголь выгружается изъ вагона. При опусканіи клѣти рама *a'b'c'* опять придетъ въ нормальное положеніе *abc*.

При подъемахъ по наклоннымъ шахтамъ выгрузка вагоновъ можетъ производиться очень просто, какъ показано на фиг. 162. Подпявъ вагонъ до опредѣленнаго горизонта, опускаютъ щитъ *b*, откидываютъ дверку *a* вагона, уголь сваливается на наклонную плоскость *c*, которая можетъ представлять сортировочный грохотъ.

[411.] **Ручная разборка каменнаго угля при разгрузкѣ.** Вагоны съ каменнымъ углемъ, поднятые на поверхность, разгружаются при помощи опрокидывателей въ вагоны поверхностныхъ желѣзныхъ дорогъ или въ склады (депо). Первый случай всегда желателенъ, такъ какъ при немъ уменьшается измельченіе каменнаго угля и сокращаются расходы; но не всегда имъ можно воспользоваться и обыкновенно рудники принуждены имѣть склады. Уголь иногда безъ всякой сортировки нагружаютъ въ вагоны для отправки, напр., на коксованіе и т. п.; но чаще приходится сортировать, ибо извѣстные только сорта наиболѣе раціонально примѣнять для извѣстныхъ назначеній; уголь не сортированный не удовлетворяетъ требованіямъ раціональнаго коксованія, сжиганія на колосникахъ котловъ и т. п. Число сортовъ и крупность ихъ не могутъ быть здѣсь назначены, такъ какъ это зависитъ отъ свойствъ и крупности добываемаго угля, а также и отъ требованій, предъявляемыхъ рынкомъ.

Кромѣ сортировки по крупности, каменный уголь при нагрузкѣ нѣсколько *обогащаютъ* или очищаютъ отъ кусковъ пустой породы при помощи *ручной разборки*. На фиг. 163 (табл. 63) представлено устройство, служащее для выгрузки угля въ вагоны 1, 2, 3; *u* — наклонныя плоскости, на которыя опрокидываютъ вагоны при помощи винтовъ. Уголь скатывается медленно по наклоннымъ плоскостямъ *u*; рабочіе, поставленные тутъ же, по 4 на каждую наклонную плоскость, отбираютъ пустую породу. Длина наклонныхъ плоскостей = около 11′, ширина = 5′, паденіе = 30°. У подошвы плоскостей *u* лежитъ сплошная горизонтальная площадка *c* длиною 27″, дальше подъ вагонами помѣщенъ люкъ, закрытый рѣшеткой съ опредѣленными отверстіями, площадь люка = 17,5″ × 58,5″. Уголь, про-

валившійся черезъ отверстія рѣшетки, падаетъ въ вагоны 1, 2, 3, а оставшійся на рѣшеткѣ крупный сортъ сгребается и откатывается въ складъ *D* для крупнаго кусковаго угля. Горизонтъ *hg* соотвѣтствуетъ горизонту пріема вагоновъ изъ клѣтей, высота его надъ почвой — $16\frac{1}{2}$ фут. Далѣе идетъ помостъ *hx* надъ складомъ угля; вагоны откатываются по этому помосту и выгружаются на опрокидывателяхъ. Уголь изъ склада поднимается по мостику *i* для нагрузки вагона 4. — 6 подобныхъ наклонныхъ столовъ *u* достаточно для производительности въ 400 — 430 т. въ день.

[412.] На предыдущихъ примѣрахъ мы видѣли, что если ручная разборка имѣетъ мѣсто, то она производится на *неподвижныхъ наклонныхъ столахъ* (фиг. 163). Простота устройства этихъ столовъ единственное ихъ достоинство и они весьма распространены на рудникахъ. Недостатки этихъ столовъ существенны: если столу придать малый уклонъ (менѣе 25°), такъ что уголь будетъ едва скатываться по наклонной плоскости, то работа будетъ идти весьма медленно, не регулярно, потребуется большое число этихъ столовъ, уголь будетъ измельчаться, ибо его придется лопатой сталкивать внизъ; съ другой стороны, если уклонъ сдѣлать болѣе значительнымъ на столько, что уголь самъ собою будетъ скатываться по столу (при 35° и болѣе), то разборщики не будутъ успѣвать выбирать куски пустой породы, слѣдовательно разборка будетъ несовершенна.

Для устраненія вышеприведенныхъ недостатковъ неподвижныхъ столовъ строятъ ихъ *подвижными*. Устройство такого разборочнаго стола показано на фиг. 165. Вагонъ съ углемъ поступаетъ на опрокидыватель *a*. Уголь выгружается въ ящикъ *b* съ западней *v*. Ящикъ долженъ имѣть достаточный размѣръ, такъ какъ его питаютъ два опрокидывателя, а также въ виду регулярнаго поступленія угля въ дальнѣйшую ручную разборку въ промежутки времени между поступленіемъ вагоновъ на опрокидыватель. Дно ящика имѣетъ уклонъ въ 30° — 35°. Изъ ящика уголь идетъ на движущійся столъ *c* (безконечное полотно), количество поступающаго угля регулируется щитомъ *v*. Столъ *c* имѣетъ очень незначительный уклонъ и скорость движенія только 0,165 фут. въ секунду, длина его = $3\frac{1}{4}$ фут. Уголь передвигается по этому столу слоемъ въ 12″. Со стола *c* уголь поступаетъ на грохотъ *e*, уклонъ котораго = 20°, длина = $3\frac{1}{4}$ фут. Не смотря на малую длину, уголь долженъ здѣсь хорошо сортироваться, ибо онъ поступаетъ сюда равномѣрнымъ слоемъ. Отверстія грохота назначаются, смотря по углю и сортамъ, которые требуется получить. Съ грохота *e* уголь переходитъ далѣе на второй движущійся столъ *g*, или безконечное полотно, расположенное горизонтально, длина полотна = $16\frac{1}{2}$ фут., скорость движенія стола *g* въ — 5 — 6 разъ большая, нежели стола *c*. Движущійся слой угля на немъ имѣетъ толщину = $2\frac{1}{2}$ — 2″. По сторонамъ этого разборочнаго стола помѣщаются подростки (12 — 14 лѣтъ), которые и отбираютъ пустую поро-

ду, получая плату отъ объема отобранной породы. (На французскихъ рудникахъ за 1 hectol. — 0,30 frs). Наконецъ, за столомъ g идетъ наклонная плоскость k (около 24°), по которой уголь скатывается въ вагоны.

Ширина столовъ e и g равна $3^1/_4''$, они сдѣланы изъ пластинокъ кубоваго желѣза, ширина $= 2^5/_8''$, толщина $= {}^3/_8''$, прикрѣпленныхъ заклепками къ тремъ каучуковымъ безконечнымъ ремнямъ, ширина которыхъ $= 3^1/_4''$, толщина $= {}^1/_2''$. Шкивы перваго безконечнаго полотна имѣютъ діаметръ $= 27^1/_2''$, втораго $= 39''$. Второе полотно поддерживается еще роликами r, діаметръ которыхъ $= 12''$. Каждый подобный приборъ въ 8 час. смѣну можетъ переработывать отъ 250 — 300 тон.

[413.] Во избѣжаніе измельченія угля при его паденіи изъ рудничнаго вагона на наклонную плоскость и далѣе въ вагонъ поверхностныхъ желѣзныхъ дорогъ, можно прибѣгнуть къ опускнымъ устройствамъ, подобнымъ изображенному на фиг. 164. Помостъ для откатки рудничныхъ вагоновъ расположенъ на горизонтѣ 20′ надъ полотномъ желѣзной дороги. Вагонъ входитъ въ опрокидыватель, установленный на опускной платформѣ b; платформа уравновѣшивается грузомъ p. При опусканіи платформы, задерживаютъ ее (уменьшаютъ скорость движенія) тормазомъ на шкивѣ r. Коль скоро платформа достигнетъ нижняго своего положенія, вагонъ опрокидывается, выгружается и поднимается уже съ платформой дѣйствіемъ противовѣса.

[414.] **Сортировка и нагрузка угля въ вагоны** представляютъ весьма важный предметъ въ рудничномъ хозяйствѣ. Устройства сортировочныя, нагрузочныя и склады должны быть такъ устроены и расположены, чтобы нагрузка угля обходилась возможно дешево и уголь по возможности не подвергался перегрузкамъ. Вагоны поверхностныхъ желѣзныхъ дорогъ не всегда правильно подаются къ руднику; слѣдовательно, кромѣ складовъ для большаго количества угля на случай застоя въ сбытѣ, весьма полезно устраивать относительно меньшихъ размѣровъ хранилища для угля, въ которыхъ онъ собирается въ ожиданіи подачи вагоновъ, не прерывая выгрузки рудничныхъ телѣжекъ, и изъ которыхъ уголь прямо будетъ поступать въ вагоны поверхностной желѣзной дороги, по мѣрѣ ихъ подачи. Подобное устройство можно расположить, какъ на фиг. 166, табл. 64. Резервуары aa' имѣютъ вмѣстимость, смотря по обстоятельствамъ, напр. на нагрузку въ 100000 пудъ (около 20000 hec.).

При добычѣ уголь можетъ уже быть раздѣленъ на два сорта: *крупный* и *болѣе мелкій*; эти сорта могутъ поступать отдѣльно въ резервуары a или a', изъ которыхъ по грохотамъ нагружаются въ вагоны 1, 2, 3, 4, раздѣляя такимъ образомъ уголь на 4 сорта. Понятно, что съ незначительными измѣненіями расположенія грохотовъ можно достигнуть большаго или меньшаго раздѣленія на сорта. Тутъ же можетъ быть расположенъ и крытый

складъ для угля *P*, изъ котораго нагрузка также будетъ производиться удобно, если почва его расположена на надлежащемъ горизонтѣ надъ полотномъ желѣзной дороги.

На фиг. 167 представлено весьма обыкновенное сортировочное устройство *для раздѣленія на 4 сорта*. Здѣсь три грохота: *a*, *b* и *c*; самый крупный сортъ будетъ падать въ вагонъ № 1, самый мелкій — въ вагонъ № 4.

[415.] На обыкновенныхъ плоскихъ грохотахъ, представляющихъ собою рѣшетки, составленныя изъ полосоваго желѣза, поставленнаго на ребро,—сортировка угля строго говоря не происходитъ точно, ибо уголь толстымъ слоемъ соскальзываетъ внизъ, крупные сорта увлекаютъ съ собою мелкіе.

Для болѣе точной сортировки необходимо перемѣшиваніе угля на грохотѣ, что можно достигнуть, напр., грохотомъ системы Briart'a (фиг. 168). Хотя этотъ грохотъ и имѣетъ очевидныя преимущества надъ обыкновенными плоскими грохотами, но нѣсколько сложенъ. Примѣненіе его на практикѣ ограничиваются только еще немногими примѣрами. Здѣсь грохота расположены по-парно: *a* и *b*, *c* и *d*. Грохота *b* и *d* неподвижны, грохота же *a* и *c* приводятся въ качательное движеніе эксцентриками *r* и *r*, такъ что они то поднимаются, то опускаются; ихъ колосники имѣютъ такіе размѣры, что могутъ проходить въ промежутки между колосниками грохотовъ *b* и *d*. Слѣдовательно, грохота *a* и *c* при движеніи будутъ подниматься выше грохотовъ *b* и *d* и опускаться ниже ихъ. Такимъ образомъ получается перемѣшиваніе угля. Грохота *a* и *c* дѣлаютъ въ минуту около 35 качаній. Необходимая работа = около $1\frac{3}{4}$ п. лош. Въ 11 час. смѣну можно переработать около 50000 пуд. угля.

Сравнительные опыты, произведенные надъ приборами Briart'a и постоянными сортировочными грохотами, дали слѣдующіе результаты:

Получено:	Грохота Briart'a.		обыкн. грохота.	
Крупнаго сорта угля.	16,35%	48,98%	13,15%	44,23%
Средняго.....	32,63 „		31,08 „	
Мелкаго.....	51,02 „		55,77 „	

[416.] **Коническіе и цилиндрическіе грохота.** Всѣ разсмотрѣнныя устройства представляютъ *плоскіе грохота*, они могутъ примѣняться равнымъ образомъ какъ для слабыхъ, такъ и для крѣпкихъ углей. Кромѣ плоскихъ грохотовъ, употребляютъ очень часто *коническіе* и *цилиндрическіе*. Одно изъ такихъ устройствъ помѣщено въ главѣ обогащенія каменнаго угля, гдѣ также приведены нѣкоторыя данныя и о сортировкѣ угля вообще.

На фиг. 169 представлено расположеніе сортировки на коническомъ грохотѣ. Уголь изъ опрокидывателя падаетъ на плоскій грохотъ *a* съ про-

межутками въ 15 сантим. (6″). Куски, не провалившіеся сквозь грохотъ, поступаютъ въ вагонъ № 1 — самый крупный сортъ. Часть угля, провалившагося сквозь рѣшетку, падаетъ въ желобъ *c*, и архимедовымъ винтомъ приводится въ коническій барабанъ *A* съ тремя поясами отверстій: 5 мм. ($^3/_{16}$″), 23 mm. ($^{15}/_{16}$″) и 30 mm ($1^3/_{16}$″); такимъ образомъ мы получимъ здѣсь три сорта угля — № 5, № 4, и № 3. На вращающійся разборочный круглый столъ *k* поступаетъ часть угля съ размѣрами зеренъ болѣе 30 mm. ($1^3/_{16}$″) и составляетъ сортъ № 2. На столѣ разбираютъ уголь, т. е. выбираютъ пустую породу и отбрасываютъ ее въ вагонъ № 0, а чистый уголь гребкомъ сталкивается въ вагонъ № 2. Для привода въ движеніе всего устройства потребно 2 п. лош. Длина барабана = 9 фут., діаметръ широкой части = 8 фут., узкой = 6 фут., число оборотовъ = 12. Вращающемуся столу можно придать діаметръ до 8 фут., при числѣ оборотовъ — $1^1/_2$ въ минуту.

При раздѣленіи угля на болѣе значительное число сортовъ, барабанъ получаетъ значительную длину, а потому его примѣнять въ такомъ видѣ, какъ изображено на чертежѣ, слѣдуетъ только съ однимъ или двумя поясами отверстій; при большемъ же числѣ поясовъ лучше взять *концентрическій барабанъ*, какъ на фиг. 170. Внутренній барабанъ можетъ имѣть отверстія діаметра вообще большаго, нежели наружный барабанъ, напр. 50 mm. (2″); наружный барабанъ имѣетъ два пояса отверстій: въ 12 mm. ($^1/_2$″) и 33 mm. ($1^5/_{16}$″).

[417.] **Сортировка антрацита,** соединенная съ обогащеніемъ, развита въ самыхъ широкихъ размѣрахъ въ Пенсильваніи[1]). Здѣсь сорта антрацита, идущіе въ торговлю, должны не только заключать въ себѣ куски равной величины (для болѣе экономичнаго сожиганія на колосникахъ, приноровленныхъ къ опредѣленному сорту), но и быть очищенными отъ пустой породы (обмывка). Сортировка, дробленіе и обмывка производятся на плоскихъ грохотахъ, дробильныхъ валкахъ и цилиндрическихъ грохотахъ, въ которые впускаютъ струи воды. Всѣ эти процессы производятся непосредственно въ надшахтномъ зданіи, получающемъ оригинальное очертаніе (фиг. 171). Вагонъ съ антрацитомъ поднимается на верхъ, подъ шкивы и опрокидывается на грохотъ, расположенный по наклонной плоскости *a*; куски не провалившіеся, крупные, скатываются далѣе, а провалившіеся поступаютъ въ дробленіе, сортировку и обмывку; для послѣднихъ устройства помѣщены внутри зданія, высота котораго достигаетъ иногда до 20 с. (44 т.). Такая значительная высота позволяетъ избѣгать употребленія норій для подъема антрацита съ одного горизонта на другой при дробленіи и сортировкѣ. Не смотря на простоту устройствъ (напр. въ цилиндрическихъ

[1]) Фиг. 167 представляетъ сортировку антрацита на одномъ изъ рудниковъ Ю. Россіи.

грохотахъ нерѣдко валы деревянные) стоимость сооруженій доходитъ до 75000 — 120000 дол., что должно указывать на чрезвычайные размѣры всего устройства.

Въ Пенсильваніи раздѣляютъ антрацитъ на слѣдующіе 9 сортовъ:

1) *Lump coal*, болѣе 102 mm.
2) *Steamboat coal*, 72 — 102 mm.
3) *Broken coal*, 63 — 72 mm.
4) *Egg coal*, 51 — 63 mm.
5) *Large stove coal*, 45 — 51 mm.
6) *Small stove coal*, 25 — 45 mm.
7) *Chesnut coal*, 16 — 25 mm.
8) *Pea coal*, 13 — 16 mm.
9) *Buckwheat coal*, 9 — 13 mm.

Послѣдній сортъ не идетъ въ продажу, а поступаетъ подъ котлы на рудникѣ.

Мы не можемъ здѣсь войти въ подробное описаніе сортировочныхъ устройствъ Пенсильванскихъ копей, это заняло бы очень много мѣста. Устройство грохотовъ и дробильныхъ валковъ не представляетъ, впрочемъ какихъ-либо существенныхъ особенностей. Зная вообще устройство грохотовъ и валковъ (см. обогащеніе), не трудно будетъ по заданному числу сортовъ скомбинировать ихъ въ систему; тѣмъ болѣе, что здѣсь подъемныхъ устройствъ никакихъ нѣтъ и антрацитъ съ одного прибора на другой переходитъ по наклоннымъ плоскостямъ. По нашему мнѣнію, характеръ сортировочныхъ устройствъ Европы болѣе заслуживаетъ подражанія.

ГЛАВА VII.

(Табл. 65 и 66.)

1. Способы сообщенія по выработкамъ.

[418.] **Сообщеніе по горизонтальнымъ и наклоннымъ выработкамъ.** Перемѣщеніе рабочихъ въ рудникѣ можетъ происходить по выработкамъ, имѣющимъ горизонтальное положеніе, наклонное или вертикальное. По горизонтальнымъ выработкамъ рабочіе передвигаются пѣшкомъ, и только въ рѣдкихъ случаяхъ доставляютъ ихъ въ вагонахъ лошадьми къ удаленнымъ пунктамъ въ рудникѣ.

Если выработка наклонная, но уклонъ не превосходитъ 30°, то рабочій по такой выработкѣ проходитъ безъ особыхъ затрудненій, и здѣсь не требуется никакихъ спеціальныхъ приспособленій. При уклонѣ болѣе 30°, необходимо почву наклоннаго хода выработать въ видѣ лѣсницы (если эта почва представляетъ достаточно крѣпкую породу), или положить въ видѣ ступенекъ деревянные лежни, или каменные плиты, или, наконецъ, устроить настоящія лѣсницы, какъ на фиг. 1 (табл. 65). Продольные брусы *a b* имѣютъ поперечное сѣченіе $4'' \times 12''$, разстояніе между ступеньками *c* равно 8″. Черезъ каждыя 5 — 10 саженъ должны быть устроены площадки *e*. Для большаго удобства передвиженія прикрѣплены съ одной стороны лѣсницы перила *d*. Ширина лѣсницы = 2 — 3 фута.

[419.] Сообщеніе по шахтамъ, лѣсницы. При вертикальныхъ выработкахъ (шахтахъ, гезенкахъ) для спуска и подъема рабочихъ устраиваютъ лѣсницы, называемыя *стремянками*. На фиг. 2 представлено обыкновенное расположеніе лѣсницъ въ шахтѣ. Шахта раздѣляется полками *b*, *b'*, *b''* и т. д. на отдѣленія, въ которыхъ и помѣщаются звенья лѣсницы. Разстояніе между полками дѣлаются въ 2, 3 и 4 сажени. Наиболѣе удобный размѣръ при вертикальныхъ шахтахъ будетъ 3 сажени. Вмѣсто вертикальныхъ придаточныхъ частей лѣсницы *a*, облегчающихъ рабочему переходъ съ полки на лѣсницу и обратно, дѣлаютъ одну сплошную лѣсницу, верхній конецъ которой проходитъ выше полки, или вбиваютъ въ крѣпь шахты желѣзныя скобы, за которыя рабочій удерживается при переходѣ съ лѣсницы на полку и обратно. Если приходится вбивать скобы въ породу боковъ шахты, то первоначально выбуриваютъ шпуръ, забиваютъ его клиномъ и потомъ уже въ клинъ загоняютъ скобу. Поперечное сѣченіе продольныхъ брусковъ лѣсницы равно $2'' \times 5''$, разстояніе между ними = 12″. Разстояніе между ступеньками = 10″ — 12″. Поперечное сѣченіе ступенекъ прямоугольное съ притупленными углами; онѣ нѣсколько шире въ срединѣ. Размѣры ступенекъ въ срединѣ = $1'' \times 3''$; а въ концахъ = $1'' \times 2''$. Не слѣдуетъ дѣлать ступенекъ круглыми. Для предохраненія ступенекъ отъ скораго изнашиванія, иногда верхній край ихъ покрываютъ желѣзомъ.

Случается, что лѣсницы дѣлаютъ желѣзными, тогда продольные бруски получаютъ размѣръ въ поперечномъ сѣченіи = $2\frac{3}{4}'' \times \frac{3}{8}''$, ступеньки же дѣлаются круглыми, діаметръ ихъ = 1″; но такія ступеньки не удобны во многихъ отношеніяхъ. Гораздо будетъ практичнѣе, если продольные бруски будутъ желѣзные, а ступеньки деревянныя, дубовыя.

При углубленіи шахтъ послѣднее звено лѣсницы временно дѣлаютъ желѣзнымъ, оно подвѣшивается къ послѣдней полкѣ. Въ данномъ случаѣ желѣзную лѣсницу устраиваютъ складную, на подобіе цѣпи Галя. Здѣсь съ выгодой также можно примѣнить для лѣсницы старые проволочные канаты.

Полки въ шахтѣ могутъ быть сплошныя или рѣшетчатыя, чтобы не стѣснять движенія воздуха, если подъемное отдѣленіе шахты служитъ и для вентиляціи. Рѣшетчатыя полки иногда приготовляются изъ желѣза. На фиг. 3 представлена желѣзная полка. Полосы d имѣютъ размѣръ $1\frac{1}{2}'' \times \frac{3}{4}''$. Отверстія между полосами не должны быть болѣе $2''$. Часть шахты, предназначенная для лѣсницъ, отдѣляется переборкой — сплошной, если это отдѣленіе назначено для входа свѣжаго воздуха въ рудникъ; въ противномъ случаѣ переборка можетъ быть сдѣлана и въ разбѣжку.

[420.] **Уклонъ лѣсницъ** и расположеніе ихъ по отношенію къ полкамъ должно быть совершенно однообразное по всей шахтѣ. Это весьма важное условіе. Кромѣ этого, лѣсницы должны быть прочно укрѣплены желѣзными скобами, срединой должны опираться на расколоты r (фиг. 2); однимъ словомъ—лѣсницы не должныя дрожать; въ противномъ случаѣ подъемъ по нимъ становится весьма утомительнымъ.

Наивыгоднѣйшій уклонъ для лѣсницъ долженъ быть такъ избранъ, чтобы положеніе рабочаго на лѣсницѣ было вертикальное; при такомъ только условіи, напряженіе на руки рабочаго будетъ наименьшее. Нижеслѣдующая таблица показываетъ напряженіе на руки рабочаго при различныхъ углахъ, составляемыхъ лѣсницей съ горизонтомъ.

Уголъ, составляемый лѣсницей съ горизонтомъ.	Напряженіе рукъ рабочаго въ фунтахъ.
90°	122
85°	112
80°	69
75°	36,60
70°	12,20

Слѣдовательно, наивыгоднѣйшій уголъ уклона для лѣсницъ будетъ — 70°. Разстояніе между основаніемъ лѣсницы на полкѣ и стѣнкою шахты не должно быть менѣе $1\frac{3}{4}$ фута.

[421.] **Время, расходуемое рабочимъ на спускъ и подъемъ по лѣсницамъ,** можетъ быть опредѣлено слѣдующимъ образомъ. Положимъ, что разстояніе между полками — 3 сажени, самый обыкновенный и наивыгоднѣйшій случай. При этомъ размѣрѣ одновременно по звену лѣсницы могутъ спускаться или подниматься три человѣка. Положимъ, что время, потребное для *спуска* рабочаго по лѣсницѣ на 3 сажени, будетъ $= x$. Обозначимъ глубину шахты черезъ H саж., число звеньевъ или лѣсницъ будетъ $n = \frac{H}{3}$. Положимъ, что полное число рабочихъ въ смѣнѣ равно N. Для спуска первыхъ 3-хъ рабочихъ въ рудникъ потребуется времени:

$$t = \frac{H}{3} \cdot x \text{ минутъ}$$

Слѣдующая партія рабочихъ въ 3 человѣка начнетъ спускаться послѣ первой партіи черезъ промежутокъ времени равный x минутъ, т. е., когда первый рабочій пройдетъ первое звено лѣсницы. Третья партія рабочихъ начнетъ спускаться черезъ $2x$ послѣ первой и т. д. Вообще для спуска N рабочихъ потребуется время:

$$T_1 = \frac{H}{3}x + \left(\frac{N}{3} - 1\right)x \text{ минутъ.}$$

Полагаютъ, что x равно отъ 0,5 — 0,9 минутъ.

Если теперь обозначимъ черезъ x' время, потребное для *поднятія* рабочаго на одно звено лѣсницы, то полный промежутокъ времени для поднятія изъ рудника N рабочихъ будетъ:

$$T_2 = \frac{H}{3}x' + \left(\frac{N}{3} - 1\right)x' \text{ минутъ.}$$

x' = отъ 0,75 — 1,5 минутъ, смотря по глубинѣ шахты, устройству лѣсницъ и пр.

[422.] **Потеря работы человѣка.** Кромѣ потери во времени, спускъ и подъемъ по лѣсницамъ требуетъ отъ человѣка и значительной работы. Въ самомъ дѣлѣ, при ближайшемъ расчетѣ оказывается, что для спуска и подъема рабочаго по шахтѣ, глубиною напр. въ 400 саженъ, потребно около 30% всей работы, развиваемой человѣкомъ въ смѣну. Слѣдующая таблица представляетъ расходъ работы человѣка на спускъ и подъемъ въ процентахъ полной работы, которую онъ можетъ произвести въ 8-ми часовую смѣну.

Глубина шахты въ саженяхъ.	45	60	75	90	105	120	135	150	201	240	300
Потеря работы человѣка въ процентахъ.	3,5 %	4,7	5,9	7,1	8,3	9,5	10,8	11,9	15,5	19,1	23,4

Основываясь на вышеприведенныхъ соображеніяхъ, можно вывести такое заключеніе о сообщеніи по лѣсницамъ: *При глубинѣ шахты въ 100 саженъ, сообщеніе по обыкновеннымъ лѣсницамъ еще можно допустить. При глубинѣ шахты около 250 саженъ, лѣсницы становятся уже невыгодными для сообщенія. При глубинѣ превосходящей 300 — 400 саженъ, лѣсницы, какъ средство для спуска и подъема рабочихъ, должны быть оставлены.*

[423.] **Сообщеніе по шахтамъ въ бадьяхъ и клѣтяхъ.** Тѣ сосуды, кото-

рые предназначены для подъема изъ рудника добываемаго вещества, могутъ служить также для спуска и подъема рабочихъ.

Подъемъ въ обыкновенныхъ бадьяхъ, въ которыхъ помѣщается небольшое число рабочихъ, можетъ производиться съ очень малой скоростью, не болѣе 3-хъ футъ, и представляетъ много неудобствъ. Въ большихъ бадьяхъ иногда помѣщается 6 — 8 и болѣе человѣкъ. При направляющихъ, скорость подъема въ такихъ сосудахъ можетъ быть значительно большая, нежели въ случаѣ отсутствія направляющихъ, напр. 10 фут. и болѣе. Посадка и высадка рабочихъ изъ бадей требуетъ много времени и представляется вообще неудобной.

Гдѣ подъемъ добываемыхъ веществъ производится въ вагонахъ и клѣтяхъ, тамъ спускъ и подъемъ рабочихъ въ тѣхъ же клѣтяхъ можетъ быть производимъ съ большимъ удобствомъ, быстро и безопасно. Въ каждомъ этажѣ клѣти помѣщается опредѣленное число рабочихъ, посадка и высадка которыхъ очень легка, удобна и требуетъ очень мало времени; движеніе же клѣти съ рабочими по шахтѣ можетъ имѣть почти туже скорость (обыкновенно нѣсколько менѣе), какъ и при подъемѣ ископаемыхъ. При совершенномъ устройствѣ парашютовъ, *хорошемъ состояніи канатовъ*, исправности сигналовъ, — спускъ и подъемъ рабочихъ въ клѣтяхъ представляется *вполнѣ безопаснымъ*. Кромѣ этого, рабочіе прибываютъ въ рудникъ не утомленными, слѣдовательно, съ большимъ запасомъ работы, нежели въ томъ случаѣ, когда спускъ производится по лѣстницамъ. Но здѣсь при извѣстныхъ условіяхъ, является нѣкоторое неудобство, заключающееся въ томъ, что углеподъемную или рудоподъемную машину приходится отрывать отъ ея прямого назначенія и задолжать для спуска или подъема рабочихъ. При весьма дѣятельной работѣ рудника, большой его производительности, при значительной глубинѣ шахты и пр., когда невозможно задолжать подъемную машину для передвиженія рабочихъ,—устанавливаютъ спеціальную машину, предназначаемую собственно для спуска и подъема ихъ. Эта машина, исполнивъ свое прямое назначеніе, можетъ служить затѣмъ для спуска въ выработки различныхъ матеріаловъ, напр. крѣпи и т. п.

[424.] **Время, потребное для спуска и подъема въ клѣтяхъ.** Предположимъ, что глубина шахты равна 300 с. и число рабочихъ, которое требуется спустить или поднять изъ рудника въ смѣну, равно 400. Въ клѣть помѣщается партія рабочихъ въ 16 человѣкъ; слѣдовательно для спуска всей смѣны рабочихъ потребуется 25 разъ опустить клѣть; 16 человѣкъ, приблизительно, составляютъ нагрузку около 62 пуд.; такая нагрузка будетъ необременительна для каната, потому что при подъемѣ нагруженныхъ вагоновъ нагрузка доходитъ до 120 пуд. (добыча предполагается около 500 тон. въ день).

Время, потребное для спуска клѣти, предполагая скорость = 21 фут., будетъ.....	1′40″
Потеря времени на посадку и высадку рабочихъ.....	1′
Итого....	2′40″

Или положимъ круглымъ числомъ 3 минуты; а для 25 спусковъ — 1 часъ 15 минутъ. Для спуска же и подъема потребуется задолжить машину на время равное 2 час. 30 мин.

Если вообще назовемъ черезъ H глубину шахты въ футахъ, черезъ v — скорость движенія клѣти въ футахъ, черезъ t — въ секундахъ — время на посадку и высадку, черезъ z число рабочихъ, за одинъ разъ помѣщаемыхъ въ клѣть, то время, потребное для спуска и подъема N рабочихъ, опредѣлится изъ формулы:

$$T = \frac{1}{60}\left(\frac{H}{v} + t\right)\frac{N}{z} \text{ минутъ.}$$

Среднимъ числомъ можно положить, что $t = 60$ секундамъ, а $v =$ отъ 10 — 23 фут.; хотя нѣкоторые держатся того правила, что v не должно быть болѣе 16,5 футъ.

[425.] **Правила для спуска и подъема рабочихъ въ клѣтяхъ.** При хорошемъ содержаніи подъемныхъ устройствъ, спускъ и подъемъ рабочихъ не будутъ представлять никакой опасности, если только будутъ выполнены слѣдующія правила:

1) Клѣть должна быть снабжена парашютомъ наиболѣе совершеннаго устройства.

2) Необходимо снабдить клѣть механизмомъ, который не позволялъ-бы ей удариться о шкивы, еслибы машинистъ зазѣвался.

3) Устье шахты должно быть ограждено рѣшеткой, которая поднимается вмѣстѣ съ клѣтью въ то время, когда послѣдняя начнетъ выходить изъ шахты.

4) Клѣть должна быть такъ устроена, чтобы рабочіе, находящіеся въ ней, были въ безопасности на случай паденія сверху, напр. камня, какого-либо инструмента и пр.

5) Число рабочихъ, которое за одинъ разъ можетъ помѣститься въ клѣти, должно быть точно опредѣлено инженеромъ въ томъ расчетѣ, чтобы не отягощать каната.

6) Подъемная машина должна имѣть тормазъ на валу барабановъ.

7) При машинѣ, передъ машинистомъ на виду, долженъ быть помѣщенъ индикаторъ, указывающій положеніе клѣти въ шахтѣ.

8) Наибольшая скорость подъема или спуска рабочихъ должна быть опредѣлена инженеромъ въ каждомъ частномъ случаѣ самымъ осторожнымъ

расчетомъ, принявъ въ соображеніе вообще степень совершенства подъемныхъ устройствъ, сигналовъ и пр.

Скорость опусканія должна быть вообще менѣе, нежели скорость подъема клѣти. Замѣчено, что изъ 10 случаевъ обрыва каната, 9 происходятъ при опусканіи клѣти и только одинъ при поднятіи.

9) Должны быть назначены лица, на обязанность которыхъ возлагается ежедневный внимательный осмотръ каната, клѣтей, парашютовъ, направляющихъ и пр. частей, обусловливающихъ безопасность подъема [1]).

10) Долженъ быть заведенъ журналъ, въ которомъ показывается продолжительность службы каната, число рабочихъ; вѣсъ угля или пустой породы, поднятыхъ на данномъ канатѣ въ день; число поднятыхъ и опущенныхъ клѣтей и пр., а также въ журналъ должны вноситься всякія замѣчанія и наблюденія, относящіяся до подъема, канатовъ и т. п.

11) Не смотря на то, что подъемъ совершается въ клѣтяхъ, рудникъ долженъ имѣть въ шахтѣ и лѣсницы, на всякій случай. Состояніе лѣсницъ свидѣтельствуется ежедневно.

[426.] Подвижныя лѣсницы, или фаркунсты (Fahrkunst, Man-Engines, echelles-mobiles, echelles-mecaniques). Время потребное для спуска и подъема рабочихъ въ клѣтяхъ, какъ напр. въ вышеприведенномъ случаѣ, равное $2^1/_2$ часамъ, при извѣстныхъ условіяхъ можетъ быть относительно большимъ, и задолжать на это время подъемную машину можетъ представиться неудобнымъ. Въ приведенномъ примѣрѣ надо располагать значительной силой машины, чтобы производить спускъ и подъемъ рабочихъ такъ, какъ показано выше; но при рудникахъ на жильныхъ мѣсторожденіяхъ, гдѣ часто работы ведутся на разныхъ горизонтахъ и добыча относительно мала, тамъ нѣтъ надобности въ сильныхъ подъемныхъ машинахъ. Кромѣ этого на жильныхъ мѣсторожденіяхъ шахты иногда имѣютъ ломанный видъ. Во всѣхъ этихъ случаяхъ подъемъ рабочихъ въ клѣтяхъ или совершенно невозможенъ, или сопряженъ съ задолженіемъ рудоподъемной машины на значительный промежутокъ времени. Вотъ почему, между прочимъ, на металлическихъ рудникахъ большой глубины, очень рѣдко пользуются рудоподъемными устройствами для передвиженія рабочихъ по шахтамъ. Для разсматриваемыхъ случаевъ и были изобрѣтены на Гарцѣ въ 1833 году *подвижныя лѣсницы*.

Если сравнить время, потребное для спуска 400 человѣкъ на глубину 300 саженъ въ клѣтяхъ и на подвижныхъ лѣсницахъ (фаркунстахъ), то найдемъ, что въ томъ и другомъ случаѣ промежутокъ времени потребуется

---

[1]) *Неисправность въ этихъ деталяхъ можетъ причинить* страшныя несчастія, какъ напр. былъ случай въ Шарлеруа: оборвалась цѣпь, на которой была подвѣшена клѣть, парашютъ не дѣйствовалъ, клѣть съ 24 рабочими упала въ зумпфъ, всѣ рабочіе погибли.

почти равный. Начиная съ 300 саженъ и больше, время потребное для спуска и подъема рабочихъ по фаркупстамъ будетъ уже нѣсколько меньшее, нежели въ клѣтяхъ. Эта разница дѣлается тѣмъ болѣе рѣзкой въ пользу фаркупстовъ, чѣмъ больше глубина шахтъ. Надо однако замѣтить, что фаркупсты на каменноугольныхъ копяхъ встрѣчаются относительно рѣдко и въ настоящее время находимъ все меньше и меньше приверженцевъ этихъ механическихъ устройствъ для передвиженія рабочихъ по шахтамъ. Статистическія данныя нѣкоторыхъ горныхъ округовъ показываютъ, что безопасность подъема по фаркупстамъ нисколько не болѣе, чѣмъ при клѣтяхъ; нѣкоторые считаютъ ее даже менѣе, если взять въ соображеніе современное состояніе подъемовъ на канатахъ; но *при спускѣ и подъемѣ въ клѣтяхъ человѣкъ совершенно не утомляется, что чрезвычайно важно.*

Основываясь на вышеприведенныхъ соображеніяхъ, и принявъ во вниманіе, что глубина шахтъ въ Россіи не скоро еще достигнетъ той величины, при которой фаркупсты могутъ уже имѣть извѣстное значеніе, — мы разбирать ихъ детально здѣсь не будемъ; для полноты же сочиненія укажемъ только на сущность устройства [1]).

[427.] **Фаркунсты** могутъ быть подраздѣлены на двѣ группы: 1) одно-дѣйствующіе и 2) дву-дѣйствующіе.

1. Одно-дѣйствующій фаркунстъ. (Фиг. 4, табл. 65). Штанга q деревянная или металлическая имѣетъ перемѣнно-возвратное, вертикальное движеніе въ шахтѣ. Ходъ штанги равенъ разстоянію между полками ab, bc и т. д. Полки ABC и т. д. прикрѣплены неподвижно къ одному изъ боковъ шахты. Рабочій при подъемѣ изъ шахты становится на полку a. Когда штанга q придетъ въ крайнее верхнее свое положеніе, т. е. когда полка a станетъ на одномъ горизонтѣ съ полкой A, то рабочій переходитъ съ полки a на A; далѣе, при нижнемъ крайнемъ положеніи штанги — съ A на b, потомъ съ b на B и т. д., слѣдовательно рабочій переходитъ чрезъ всѣ полки. Здѣсь одновременный подъемъ и спускъ рабочихъ въ шахту вообще неудобенъ.

Время, потребное для спуска или подъема опредѣленнаго числа рабочихъ по шахтѣ, выражается формулой:

$$T = \frac{1}{n}\left(\frac{H}{h} + \frac{Z}{z} - 1\right) \text{ минутъ.}$$

n — число двойныхъ ходовъ штанги въ минуту.
H — глубина шахты.
h — разстояніе между полками, или длина хода штанги.

---

[1]) Нѣкоторыя свѣдѣнія о фаркунстахъ можно найти также въ Томѣ I Справочной книги.

Z — полное число рабочихъ въ смѣнѣ.

$\frac{H}{h}$ — число полокъ на штангѣ.

z — число рабочихъ, одновременно помѣщающихся на полкѣ. При одно-дѣйствующемъ фаркустѣ обыкновенно $z = 1$.

2. Дву-дѣйствующій фаркунстъ (Фиг. 5) представляетъ какъ-бы соединеніе двухъ одно-дѣйствующихъ фаркунстовъ. Здѣсь двѣ штанги или двѣ подвижныхъ лѣсницы p и q. Ходъ штангъ равенъ разстоянію между полками [1]). Рабочій, поднимаясь, переходитъ съ a на B, съ B на c, съ c на D и т. д., слѣдовательно пропускаетъ полки A, b, C и т. д., по которымъ одновременно можетъ спускаться другой рабочій, не встрѣчаясь съ поднимающимся на однихъ и тѣхъ же полкахъ.

Оставляя прежнія обозначенія, будемъ имѣть слѣдующую формулу для опредѣленія времени, потребнаго для спуска или подъема Z рабочихъ, если на полкѣ можетъ помѣститься одновременно z человѣкъ:

$$T = \frac{1}{n}\left(\frac{H}{2h} + \frac{Z}{z} - 1\right) \text{ минутъ.}$$

[428.] Сравнивая одно-дѣйствующую систему фаркунстовъ съ дву-дѣйствующею, находимъ:

1) Время, потребное для спуска *перваго* рабочаго (или партіи z) изъ смѣны, будетъ *сдвое* больше при одно-дѣйствующемъ фаркустѣ, нежели при дву-дѣйствующемъ.

2) Время для спуска цѣлой смѣны рабочихъ (Z) при одно-дѣйствующемъ фаркустѣ больше, нежели при дву-дѣйствующемъ (только не вдвое).

3) При дву-дѣйствующемъ фаркустѣ число рабочихъ, находящихся въ данный моментъ на штангѣ, вдвое больше, нежели при одно-дѣйствующемъ.

4) Вслѣдствіе 3-го замѣчанія, толщина штангъ при одно-дѣйствующихъ фаркунстахъ вообще большая, нежели при дву-дѣйствующемъ.

Примѣчаніе. Такъ какъ на обыкновенныхъ фаркунстахъ спускаются или поднимаются по одному человѣку, то, чтобы увеличить производительность, инженеръ Warocqué въ 1845 году предложилъ увеличить ходъ штангъ (до 2 с.), скорость ихъ движенія (до 2 фут.) и размѣры полокъ для помѣщенія нѣсколькихъ человѣкъ (для 4), примѣнивъ для приведенія въ движеніе штангъ машины прямого дѣйствія, подобно машинамъ рудничныхъ насосовъ. Такіе фаркунсты получили названіе *варокеровъ* и были установлены на нѣкоторыхъ бельгійскихъ каменноугольныхъ копяхъ.

[429.] Сравнительная безопасность лѣсницъ, клѣтей и фаркунстовъ. Об-

---

[1]) Иногда ходъ штангъ равенъ $\frac{1}{2}$ разстоянію между полками — второе видоизмѣненіе двудѣйствующаго фаркунста.

ращаясь къ практикѣ, находимъ, что въ различныхъ странахъ и горныхъ округахъ подъемъ и спускъ рабочихъ большею частію производится въ клѣтяхъ, вообще на канатахъ или по лѣсницамъ и относительно рѣдко по фаркунстамъ. Такъ, въ Бельгіи въ настоящее время всего только 13 фаркунстовъ, прежде ихъ было больше. Во Франціи, кажется, нѣтъ ни одного фаркуниста. Въ Германіи на каменноугольныхъ копяхъ фаркунстовъ очень мало. На Гарцѣ, а также въ Пршибрамѣ, имѣется нѣсколько случаевъ примѣненія фаркунстовъ. Въ Англіи еще осталось нѣсколько фаркунстовъ въ Корнвалисѣ на металлическихъ рудникахъ. Въ округѣ Dortmund на 152 шахты съ подъемомъ въ клѣтяхъ, причитается только 6 шахтъ съ подъемомъ по фаркунстамъ.

Что касается относительной безопасности подъема по фаркунстамъ и въ клѣтяхъ, то по этому вопросу можно представить слѣдующія данныя.

На рудникахъ Клаусталя, въ періодъ съ 1870 по 1874 г., на фаркунстахъ не было ни одного несчастнаго случая. Въ шахтѣ Henri-Guillaum въ Seraing, гдѣ установлены варокеры, въ періодъ съ 1871—1875 г. на 123,253 случаевъ спуска и подъема былъ только одинъ смертельный случай и два рабочихъ ранены.

Слѣдующая таблица дастъ сравнительныя числовыя данныя относительно несчастныхъ случаевъ, происшедшихъ при подъемѣ и спускѣ рабочихъ въ горныхъ округахъ Breslau, Halle, Dortmund, Bonn и Clausthal.

Годъ.	Лѣсницы.			Фаркунстъ.			Подъемъ на канатахъ (клѣти).		
	Число рабочихъ спустившихся и поднявшихся.	Число рабочихъ убитыхъ и изувѣченныхъ.	Число случаевъ на 1000 рабоч.	Число рабочихъ спустившихся и поднявшихся.	Число рабочихъ убитыхъ и изувѣченныхъ.	Число случаевъ на 1000 рабоч.	Число рабочихъ спустившихся и поднявшихся.	Число рабочихъ убитыхъ и изувѣченныхъ.	Число случаевъ на 1000 рабоч.
1874	81140	7	0,086	7565	6	0,793	61216	5	0,082
1873	91910	10	0,109	7042	2	0,284	57154	7	0,122
1872	87583	16	0,183	6989	2	0,286	47155	15	0,318
1871	84772	15	0,177	6565	2	0,305	38462	17	0,442
1870	78465	12	0,153	6408	3	0,486	31156	7	0,225
съ1870—1874	423870	60	0,142	34569	15	0,434	235143	51	0,217

Вышеприведенная таблица показываетъ, что среднее число случаевъ на 1000 рабочихъ при подъемѣ и спускѣ на канатахъ въ два раза менѣе, нежели число несчастныхъ случаевъ при подъемѣ и спускѣ по фаркунстамъ.

Съ другой стороны, статистическія данныя показываютъ въ частномъ случаѣ, что на Гарцѣ въ періодъ съ 1870—1874 г. не было ни одного случая смерти или изувѣченія при фаркунстахъ.

На Бельгійскихъ рудникахъ среднимъ числомъ, выведеннымъ изъ 25 лѣтняго періода времени, (съ 1850 по 1875 г.), при подъемѣ и спускѣ на канатѣ имѣемъ слѣдующія данныя относительно несчастныхъ случаевъ, въ годъ:

Число рабочихъ, спустившихся въ рудникъ	65514
Число несчастныхъ случаевъ	27
Число раненыхъ	6
Число убитыхъ	31
Число убитыхъ на 1000 рабочихъ	0,5

Сравнивая данныя двухъ предъидущихъ таблицъ, находимъ, что число убитыхъ и раненыхъ на 1000 при спускахъ на Бельгійскихъ рудникахъ вдвое болѣе, нежели въ пяти горныхъ округахъ, поименованныхъ выше.

На казенныхъ рудникахъ Саарбрюкена ежедневно спускается въ рудникъ 3000 рабочихъ на канатахъ (въ клѣтяхъ) и съ 1869 года былъ только одинъ несчастный случай, причемъ пострадалъ только одинъ человѣкъ.

Въ округѣ Worms (Aix-de-Chapelle) спускъ и подъемъ рабочихъ производится въ клѣтяхъ безъ парашютовъ и уже много лѣтъ, какъ тамъ не было ни одного несчастнаго случая.

Въ Рурскомъ округѣ въ періодъ 1869 — 1873 г. на 1000 рабочихъ причиталось несчастныхъ случаевъ:

При спускѣ по лѣсницамъ	1,39
При спускѣ по фаркунстамъ	3.51
При спускѣ въ клѣтяхъ	2,83

2. Освѣщеніе выработокъ.

[430.] **Освѣщеніе должно быть достаточно сильное, экономичное и безъ копоти.** Хорошее освѣщеніе увеличиваетъ производительность рабочаго. Экономія въ расходахъ по освѣщенію выработокъ не должна быть игнорируема въ рудничномъ хозяйствѣ: напр. на французскихъ рудникахъ среднимъ числомъ полагаютъ, что расходъ на освѣщеніе падаетъ на каждаго рабочаго въ рудникѣ $3^1/_4$ — 5 коп., или около 5% на рабочую плату. Саарбрюкенскіе рудники расходуютъ въ годъ на масло, вообще на освѣщеніе, около 487,500 руб. сер.!

Лучшимъ образомъ достигается экономія въ освѣщеніи въ томъ случаѣ, когда рабочіе договариваются на ихъ лампахъ и освѣтительныхъ матеріа-

лахъ. Впрочемъ, часто лампы выдаются рабочимъ отъ рудника, а масло они сами пріобрѣтаютъ за свой счетъ изъ магазиновъ рудника.

[431.] **Свѣчами** выработки освѣщаются въ настоящее время очень рѣдко. Свѣчи вставляются въ глиняные комья или въ подсвѣчники такого вида, какъ на фиг. 6, (табл. 65), которые втыкаются остріемъ въ крѣпь. Лучше будетъ, если свѣчу помѣстить въ *блендy* (фиг. 7, табл. 66), сдѣланную изъ дерева съ открытымъ переднимъ бокомъ. Внутри блендa выложена латунью. Свѣчи вообще уступаютъ лампамъ; стоимость освѣщенія лампами обходится на $^1/_5$ дешевле свѣчей.

Свѣчей на фунтъ полагается иногда до 15 штукъ, длина ихъ около 6″. Въ 8 ч. смѣну сгораетъ свѣчей въ блендѣ 0,27 — 0,32 фунта.

[432.] **Лампы.** Форма рудничныхъ лампъ бываетъ очень разнообразна. На фиг. 8 представлена лампа, примѣняемая на нѣкоторыхъ каменноугольныхъ копяхъ Ю. Россіи, а также на Уралѣ. Почти такой же формы лампочка употребляется на металлическихъ рудникахъ Венгріи и Богеміи (Kahanec), но вмѣсто масла тамъ иногда берутъ сало. Случается, что такую низкую, плоскую лампочку ставятъ въ фонарь или блендy для предохраненія отъ капель воды или сильной струи воздуха. Очень хвалятъ лампу вида фиг. 9, употребляемую на каменноугольныхъ копяхъ нѣкоторыхъ округовъ Франціи. Эта лампа весьма прочна и устойчива; при случайномъ опрокидываніи теряется мало масла. На фиг. 10 представленъ лучшій типъ рудничной лампы (Силезская). Цилиндрикъ жестяной l, или собственно лампочка съ носикомъ m, вставляется въ футляръ f. Этотъ футляръ служитъ для собиранія избытка масла, вытягиваемаго свѣтильней изъ лампочки. Подъ крышкой r дѣлаютъ еще иногда и вторую крышку. Въ мокрыхъ мѣстахъ пламя лампы защищается щиткомъ p.

[433.] **Матеріаломъ для освѣщенія** можетъ служить сало или различныя растительныя масла. Примѣняютъ деревянное масло, сурѣпное, льняное; у насъ обыкновенно конопляное (около 7 руб. за пудъ въ Ю. Россіи). Конопляное масло слѣдуетъ предварительно очищать, такъ какъ оно продается нечистымъ и при горѣніи даетъ много копоти. Очистка можетъ производиться слѣдующимъ образомъ. Бочку масла оставляютъ въ покоѣ, примѣрно на мѣсяцъ, затѣмъ отстоявшееся масло спускается изъ бочки, въ которой остаются различныя примѣси въ видѣ осадка. Масло спускаютъ въ деревянные ящики вмѣстимостью на 3 пуда, выложенные внутри свинцовыми листами. Въ сосудъ приливаютъ постепенно при помѣшиваніи сѣрной кислоты около $1^1/_4$ фунта ($1^0/_0$ — $1^1/_2{}^0/_0$), крѣпость кислоты 66° по Боме. Далѣе, приливаютъ 1 ведро теплой воды въ 40°, мѣшаютъ около $^1/_4$ часа и оставляютъ масло стоять около 3 дней, послѣ чего въ сосудѣ получается два слоя жидкости: верхній — чистое масло и нижній — вода и муть. Окончательно масло процѣживается черезъ войлокъ. Сурѣпное масло даетъ меньше копоти,

нежели конопляное. Примѣненіе минеральныхъ маселъ для открытыхъ лампъ въ рудникѣ не рекомендуется.

[434.] **Расходъ масла въ лампочкахъ въ смѣну** различный, смотря по величинѣ свѣтильни и продолжительности смѣны. По нѣкоторымъ даннымъ расходъ измѣняется отъ 0,3 — 0,5 фунт. На буроугольныхъ копяхъ Кіевской губерніи въ лампочкѣ, подобной фиг. 10, но съ болѣе значительными размѣрами (около 4″ въ діаметрѣ), въ 12 часовую смѣну сгораетъ конопляна-го масла 0,75 фунт. и бумажной свѣтильни 2 золотника. По другимъ даннымъ хорошо устроенная лампа въ 8 ч. смѣну должна сожигать только 0,2 фунт. масла.

На Фрейбергскихъ рудникахъ въ 8 ч. смѣну забойщикъ расходуетъ въ маленькой лампочкѣ 0,12 фунт. масла.

На Мансфельдскихъ рудникахъ расходъ масла въ лампѣ въ 8 ч. смѣну 8 — 9 лотъ.

На каменноугольныхъ копяхъ въ Силезіи разсчитываютъ въ 8 ч. смѣну масла $7^1/_2$ лотовъ.

На копяхъ въ St. Etienne забойщикъ расходуетъ въ 12 ч. смѣну 0,24 — 0,29 фунт. масла.

Въ Rive-de-Gier рабочій, углубляя шахту, расходуетъ въ 9 — 10 ч. смѣну 0,48 фунт. масла.

Въ Рурскомъ округѣ въ 8 ч. смѣну рабочій у забоя расходуетъ сурѣпнаго масла около 8 кубическихъ дюймовъ (0,01 ведра).

Примѣчаніе. Нѣкоторыя спеціальныя горныя выработки, какъ напр. рудничные дворы, машинныя камеры и т. п., должны быть освѣщаемы постоянными лампами, напр. керосиновыми. Такія спеціальныя выработки могутъ быть освѣщаемы и газомъ. Стѣнки этихъ выработокъ полезно выбѣлить. Освѣщеніе же постоянными лампами у забоевъ при очистныхъ работахъ не можетъ быть съ выгодой примѣнено, такъ какъ здѣсь каждый рабочій долженъ имѣть въ полномъ своемъ распоряженіи лампу, которою онъ и освѣщаетъ требуемый пунктъ забоя.

[435.] **Предохранительныя лампы.** Въ рудникахъ съ рудничнымъ газомъ примѣняются предохранительныя лампы, впервые предложенныя Деви. Въ настоящее время извѣстно много системъ предохранительныхъ лампъ, которыя представляютъ только видоизмѣненіе первоначальнаго типа лампы Деви. Укажемъ на очень распространенную въ Бельгіи лампу Мюзелера (фиг. 11). Чистый воздухъ для горѣнія въ этой лампѣ проходитъ черезъ *двѣ сѣтки*: черезъ L — наружную и черезъ k — внутреннюю [1]), горизонтальную. Коническій колпакъ i металлическій, цилиндръ h — хрустальный. На фиг. 11 обозначены размѣры лампы, обязательные по Бельгійскимъ зако-

[1]) На чертежѣ буква k поставлена не на мѣстѣ. Вертикальная стрѣлка пересѣкаетъ горизонтальную сѣтку.

намъ. Сѣтка для лампы дѣлается изъ желѣзной проволоки діаметръ = 0,5—0,6 миллиметра. Число отверстій въ сѣткѣ отъ 121—144 на одномъ квадратномъ сантиметрѣ. При первомъ числѣ отверстій площадь ихъ равна $^{1}/_{3}$ всей площади сѣтки. Въ 8-ми час. смѣну лампа потребляетъ около 60 граммовъ масла.

При употребленіи предохранительной лампы слѣдуетъ принять во вниманіе слѣдующія правила:

1) Во время движенія съ лампой по выработкамъ, слѣдуетъ держать лампу внизу.

2) Не слѣдуетъ лампу бросать или приводить въ быстрыя колебанія, движенія.

3) Если сѣтка лампы раскалится, то не слѣдуетъ задувать огня, а тушить крючкомъ *г* или закрывать лампу.

При освѣщеніи предохранительными лампами, онѣ всегда выдаются рабочему, при спускѣ его въ рудникъ, — осмотрѣнными, заправленными и отбираются при выходѣ. Осмотръ, заправка лампъ, ремонтъ и пр. поручается особенно надежнымъ лицамъ. Каждая лампа имѣетъ номеръ, который отмѣчается въ журналѣ противъ фамиліи рабочаго, которому выдана лампа.

3. Рудничные пожары.

[436.] **Рудничные пожары могутъ проявляться въ двухъ видахъ:** горѣніе крѣпи и горѣніе ископаемаго, какъ напр. каменнаго угля. Послѣдній случай и называется собственно рудничнымъ пожаромъ. Пожаръ крѣпей чаще всего происходитъ отъ неосторожнаго обращенія въ рудникѣ съ огнемъ. Собственно рудничные пожары въ каменноугольныхъ и буроугольныхъ копяхъ могутъ происходить также отъ неосторожности или, какъ послѣдствіе взрыва рудничнаго газа; но чаще — отъ самовозгоранія угля. Свойствомъ самовозгоранія обладаютъ нѣкоторые виды углей (особенно жирныхъ), заключающихъ въ себѣ сѣрный колчеданъ; самовозгараніе объясняютъ также и свойствомъ угля къ поглощенію кислорода. Самовозгоранію особенно подвержена каменноугольная молочь.

[437.] **Тушеніе пожара крѣпей** производится заливкой водою или *заглушеніемъ* пожара, т. е. прекращеніемъ доступа къ пожару чистаго воздуха. Заливка можетъ быть примѣнена съ успѣхомъ только въ началѣ пожара, когда онъ не получилъ еще значительнаго развитія; въ противномъ случаѣ, когда огонь распространяется по направленію теченія воздушной струи, то необходимо прибѣгнуть къ сооруженію перемычки (глиняной, кирпичной) и затѣмъ уже приступить къ заливкѣ или соорудить рядъ перемычекъ для прекращенія доступа воздуха къ пожару и такимъ образомъ совершенно за-

глушить его. Если же перемычки не помогаютъ, въ томъ случаѣ, когда существуетъ доступъ воздуха къ пожару по трещинамъ и пр., и если пожаръ уже развился въ значительной степени и дѣйствуетъ съ особенной силой и быстротой,—то рѣшаются иногда пожертвовать какою либо частью рудника, направляя огонь только по опредѣленнымъ выработкамъ при помощи перемычекъ. Затѣмъ, *какъ крайнее средство*, прибѣгаютъ къ затопленію рудника.

[438.] **Тушеніе собственно рудничныхъ пожаровъ** производится водою при началѣ пожара и уединеніемъ перемычками и стѣнками, когда пожаръ получилъ уже извѣстное развитіе.

Необходимо помнить, что *легче предупредить начало пожара или его развитіе, нежели потушить*. Чтобы предупредить начало пожара, требуется внимательный надзоръ за рудникомъ. Необходимо осматривать выработки, какъ можно чаще; въ воздушныхъ штрекахъ наблюдать температуру, значительное повышеніе которой и явленіе запаха дыма укажетъ на возникновеніе пожара. Въ этомъ случаѣ немедленно должно приступить къ отысканію пункта, гдѣ начался пожаръ и приступить къ заливкѣ водою, добывая начисто уголь и заполняя очистное пространство землей и т. п. Подходить къ пункту, гдѣ пожаръ начался, слѣдуетъ штреками съ малымъ поперечнымъ сѣченіемъ.

Если пожаръ начался въ старыхъ работахъ, оставшихся не заложенными пустой породой и имѣющихъ какъ бы видъ камеръ, то можно воспользоваться способомъ тушенія, практикуемымъ съ успѣхомъ на рудникѣ Decazeville. Достигаютъ пункта пожара буровыми скважинами діаметромъ до 8″, опускаютъ въ скважину трубу и по ней пускаютъ воду съ глиною.

[439.] **При значительномъ развитіи пожара уединеніе его перемычками и стѣнками** составляетъ единственное средство тушенія. Перемычки должны быть непроницаемы для газовъ и возводимы возможно быстро. Перемычки возводятся сначала со стороны притока чистаго воздуха къ пожару, а затѣмъ — на пути движенія продуктовъ горѣнія.

Перемычки могутъ быть *деревянныя* и *каменныя*. Первый родъ перемычекъ возводится въ томъ случаѣ, когда пожаръ еще въ маломъ развитіи, когда послѣ его заглушенія перемычки убираются. Каменныя же перемычки и стѣнки возводятся на продолжительное время.

При возведеніи *деревянной перемычки*, для прекращенія притока воздуха къ пожару, выбираютъ мѣсто въ выработкѣ возможно близкое къ пожару, гдѣ уголь не трещиноватъ, и образуютъ въ кровлѣ, почвѣ и бокахъ врубы, куда помѣщаютъ дверной окладъ, или для спѣшности останавливаются на одномъ изъ имѣющихся уже въ ходѣ дверныхъ окладовъ и забираютъ его досками, начиная съ потолка, прибивая ихъ къ стойкамъ. Далѣе замазываютъ всѣ щели глиной и покрываютъ известковымъ молокомъ. Воз-

вести подобную перемычку, если матеріалы были заготовлены на всякій случай ранѣе, можно въ продолженіе $^1/_4$ часа.

Перемычка на пути движенія дыма и вообще продуктовъ горѣнія сооружается слѣдующимъ образомъ. Сначало необходимо на время задержать дымъ, чтобы можно было работать у перемычки. Для этого рабочіе быстро наваливаютъ поперекъ выработки (впереди имѣющей быть перемычки) и возможно близко къ пожару снопы сѣна, предварительно погруженные въ известковое молоко. Такимъ образомъ эта временная преграда позволяетъ возвести уже настоящую перемычку, примѣрно въ разстояніи 7—8 саженъ отъ пожара. Дверной окладъ забираютъ досками и прибиваютъ къ нимъ два вертикальныхъ бруска, въ разстояніи одинъ отъ другаго на 4 фута, высота брусковъ — 5 фут. По этимъ брускамъ вырубаютъ отверстіе въ перемычкѣ. Вообще размѣры отверстія должны быть таковы, чтобы въ него могъ проходить вагонъ. Отверстіе закрывается дощатымъ щитомъ, прикрѣпляемымъ двумя гвоздями къ вертикальнымъ брускамъ. Далѣе всѣ щели замазываются глиной и покрываются известковымъ молокомъ. Можно посовѣтывать возводить вторую перемычку въ тотъ моментъ, когда первая замыкается.

Перемычки часто осматриваютъ и коль скоро замѣтятъ щели, по которымъ отдѣляется дымъ, то замазываютъ ихъ. Черезъ нѣсколько дней (8 — 15) перемычки можно открыть. Рабочій подъ присмотромъ штейгера отрываетъ нижнюю доску первой перемычки (поставленной на пути движенія струи чистаго воздуха). Если замѣтятъ отдѣленія дыма, то снова закрываютъ отверстіе и замазываютъ щели глиной. Если же не будетъ замѣчено дыма, то отрываютъ слѣдующія доски перемычки и затѣмъ, (при помощи парусиновыхъ воздушныхъ переборокъ), заставляютъ струю чистаго воздуха протекать къ перемычкѣ. Далѣе, открываютъ щитъ второй перемычки (расположенной на пути движенія продуктовъ горѣнія) и такимъ образомъ даютъ возможность струѣ чистаго воздуха направиться къ пункту возникновенія пожара. Если пожаръ былъ затушенъ несовершенно, то онъ сейчасъ же проявится отдѣленіемъ дыма и тогда немедленно закрываютъ снова перемычки. Если же пожаръ заглохъ, то струя чистаго воздуха освѣжитъ мѣсто пожара, такъ что рабочимъ возможно будетъ проникать туда, осмотрѣть и немедленно приступить къ выемкѣ угля, заливая водой изъ пожарныхъ трубъ. Образовавшееся послѣ вынутія угля пространство быстро заполняютъ землей, утрамбовывая по слоямъ толщиною въ 8 — 12″. Иногда только по бокамъ заполняютъ глиною и утрамбовываютъ, а въ срединѣ заполняютъ обыкновенно пустой породой, употребляемой для закладки очистныхъ выработокъ.

Въ случаѣ, если замѣтятъ, что пожаръ за перемычками усиливается, тогда устраиваютъ двойныя или тройныя перемычки.

[440.] **При возведеніи каменныхъ перемычекъ**, напр. въ штрекахъ или

квершлагахъ (см. разработку мощныхъ каменноугольныхъ пластовъ), дѣлаютъ врубы, глубиною — 8 — 12″, въ потолкѣ, почвѣ и бокахъ хода и возводятъ перемычку изъ кирпича, толщиною въ 15 вершковъ и болѣе. Наружная поверхность перемычки покрывается толстымъ слоемъ глины.

При перемычкахъ можно воспользоваться слѣдующимъ приспособленіемъ, могущимъ принести большую пользу. Черезъ верхнюю часть перемычки B (фиг. 12, табл. 66) пропускаютъ изогнутую трубу c; трубка погружается въ бакъ съ водой D; горизонтъ воды въ бакѣ поддерживается на постоянномъ уровнѣ притокомъ воды по трубкѣ r. Продукты горѣнія въ началѣ проходятъ изъ A по трубкѣ c черезъ воду бака; но коль скоро впослѣдствіи пожаръ начнетъ заглушаться и продукты горѣнія въ пространствѣ A охладятся, то за перемычкой образуется разрѣженное пространство и тогда по трубкѣ c вода пойдетъ изъ бака въ A. Слѣдовательно это приспособленіе, между прочимъ, дастъ возможность судить и о ходѣ пожара.

[441.] **Въ бокахъ или даже потолкѣ различныхъ ходовъ рудника пожары могутъ также имѣть мѣсто.** Если пожаръ еще не пріобрѣлъ значительной силы, то его заливаютъ водой и вынимаютъ горѣвшій уголь, оставшееся же пространство заполняютъ глиной. Если пожаръ усиливается, то на соотвѣтствующую длину штрекъ заполняется землей, а около этого пункта ведутъ обводную выработку, закрѣпляемую камнемъ. Или поступаютъ иначе, какъ представлено на фиг. 13, гдѣ A — откаточный штрекъ, B — пунктъ пожара. Обходятъ мѣсто пожара выработкой $a\ b\ c$; отъ хода b проводятъ орты 1, 2, 3 . . ., закладывая ихъ тщательно землей, утрамбовывая ее; штрекъ A — крѣпятъ каменною крѣпью со сводомъ.

[442.] **При распространеніи пожара на значительное поле,** его изолируютъ стѣнками, возводимыми изъ кирпича, глины или т. п. матеріаловъ. Стѣнки должны входить въ почву и кровлю пласта. Напр., въ коняхъ Прусской Саксоніи (буроугольныхъ), штреками, шириною въ $1\frac{1}{2}$ сажени, окружаютъ поле, охваченное пожаромъ, и возводятъ въ нихъ двойныя кирпичныя стѣнки на глинѣ, съ проходомъ между ними, изъ котораго и наблюдаютъ за пожаромъ.

Иногда возводятъ и одинарныя стѣнки по обводнымъ выработкамъ, ширина которыхъ достигаетъ только 36″. Черезъ стѣнки проводятъ водопроводныя трубы, по которымъ впускаютъ воду въ поле, занятое пожаромъ.

Во время возведенія стѣнокъ, чтобы продукты горѣнія не мѣшали рабочимъ, въ Силезіи иногда опускаютъ на поле, занятое пожаромъ, буровыя скважины, служащія для выхода продуктовъ горѣнія; устье скважины снабжается дворками или клапаномъ, который назначается для регулированія тяги, не позволяя сильно развиваться пожару.

[443.] **Устройство водопровода въ рудникѣ,** гдѣ возникаютъ частые пожары, будетъ вполнѣ раціонально. Прокладываютъ водопроводныя трубы

съ поверхности по шахтѣ, и далѣе — по выработкамъ внутри рудника. Чугунныя трубы, проложенныя по шахтѣ, могутъ имѣть діаметръ $2\frac{1}{2}''$; трубы же, проложенныя по ходамъ внутри рудника, обыкновенно желѣзныя, имѣютъ діаметръ 1 — $1\frac{1}{2}''$. Большой напоръ, которымъ здѣсь возможно располагать, принесетъ существенную пользу при тушеніи пожара и особенно, если огонь явится внутри каменноугольнаго цѣлика; для этого проводятъ скважину по направленію къ пункту гдѣ предполагаютъ, что пожаръ начался; въ скважину вставляютъ трубу, вмазываютъ ее и затѣмъ пускаютъ воду.

[444.] **На случай весьма быстраго распространенія пожара,** когда невозможно бываетъ успѣть воздвигнуть предохранительныя стѣнки, прибѣгаютъ къ слѣдующимъ способамъ:

а) Закрываютъ герметически устья всѣхъ шахтъ и штоленъ, прекращая такимъ образомъ доступъ воздуха внутрь рудника. Или опускаютъ въ шахты платформы на возможно большую глубину; на платформы накладываютъ толстый слой глины. Черезъ платформу пропускаютъ трубы съ изогнутыми внизъ верхними концами; при этомъ на платформѣ не будетъ скопляться излишнее количество воды. Черезъ $1\frac{1}{2}$ — 3 мѣсяца открываютъ рудникъ.

b) Какъ къ крайнему средству, прибѣгаютъ къ затопленію рудника, чего можно достигнуть или остановкой насосовъ, или направленіемъ поверхностныхъ водъ въ выработки. Черезъ нѣсколько мѣсяцевъ отливаютъ воду. По отливѣ воды, участокъ бывшій въ пожарѣ, пересѣкаютъ штреками и вынимаютъ уголь, закладывая выработанное пространство глиною и землею, утрамбовывая ихъ.

Примѣчаніе. Добытый бурый или каменный уголь иногда подвергается самовозгоранію въ кучахъ, въ складахъ. Для предъотвращенія подобныхъ явленій не слѣдуетъ уголь складывать въ очень большія кучи, не шире и не выше 2-хъ саженъ. Хорошо также перекладывать уголь фашинникомъ, или изъ фашинника-же устраивать отдушины въ кучахъ, по которымъ воздухъ будетъ имѣть возможность проникнуть въ средину кучи.

Для проникновенія рабочихъ въ выработки, наполненныя продуктомъ горѣнія отъ пожаровъ, Рукейролемъ придуманъ особый приборъ, называемый аэрофоромъ [1]). Во многихъ случаяхъ этотъ приборъ можетъ оказать неоцѣнимыя услуги, какъ напр. при спасеніи рабочихъ и т. п. Приборъ этотъ изготовляется въ Килѣ фирмою L. V. Bremen et C°.

---

[1]) Подробное описаніе этого прибора см. въ Горн. Журн. 1879 г., также у Лотнера-Серло.

ГЛАВА VIII.

(Табл. 67 — 71.)

1. Надшахтныя сооруженія.

[445.] **О надшахтныхъ зданіяхъ вообще.** Надъ устьемъ шахтъ и около нихъ возводятъ болѣе или менѣе обширныя сооруженія, предназначаемыя или только для помѣщенія рудничныхъ машинъ и др. рудничныхъ приспособленій, или также располагаютъ въ нихъ отдѣленія для рабочихъ, лампъ, магазиновъ, конторъ, сортировочныхъ устройствъ, ремонтныхъ мастерскихъ и пр. Условія, которымъ должны отвѣчать надшахтныя постройки, на столько сложны и разнообразны, на столько зависятъ отъ личныхъ взглядовъ строителей, мѣстныхъ условій, большей или меньшей производительности рудника, числа и назначенія шахтъ, климата и пр. и пр., что нѣтъ основанія искать для этихъ сооруженій какого либо одного общепринятаго типа. Въ различныхъ странахъ и даже округахъ мы встрѣчаемъ различныя расположенія надшахтныхъ зданій, иногда отличающихся довольно рѣзко другъ отъ друга.

При проектированіи рудничныхъ зданій единственно, что можно рекомендовать — это пользованіе примѣрами лучшихъ существующихъ устройствъ, чертежи которыхъ можно найти въ различныхъ сочиненіяхъ, напр. у Бюра и въ періодическихъ изданіяхъ.

Самый простѣйшій видъ надшахтной постройки, возводимой временно надъ неглубокими развѣдочными шахтами для помѣщенія ручнаго ворота,— представленъ на фиг. 1 (табл. 67). Ноги a ставятся въ разстояніи 13 футовъ одна отъ другой, высота около 14 футовъ. Ноги a въ поперечномъ сѣченіи имѣютъ размѣръ $6'' \times 6''$ и упираются въ раму b. Постройка покрывается тесомъ въ накрой — f или въ разбѣжку — g.

Переходя къ болѣе сложнымъ сооруженіямъ, находимъ полное разнообразіе; тѣмъ не менѣе укажемъ на болѣе типичныя, встрѣчаемыя въ Англіи, Франціи, Бельгіи и Германіи.

[446.] **Англія.** Надшахтныя сооруженія англійскихъ рудниковъ, соотвѣтствуя оригинальному расположенію и назначенію шахтъ, отличаются простотой, доведенной до послѣдней степени. Надшахтный коперъ дѣлаютъ обыкновенно деревянный, весьма простой конструкціи, очень легкій; онъ помѣщается надъ шахтой безъ всякой кровли. Въ нѣкоторомъ разстояніи отъ копра возводятъ очень простой архитектуры машинное зданіе. Часто этимъ и ограничиваются, такъ какъ сортировочныя устройства располагаютъ нерѣдко въ нѣкоторомъ разстояніи отъ рудника, на канадахъ, рѣкахъ, станціяхъ желѣзныхъ дорогъ и пр.

На рудникахъ Валлиса часто встрѣчаемъ надшахтныя зданія, эскизъ типа которыхъ представленъ на фиг. 2 (табл. 67). Коперъ деревянный, высотою 23 фута. Углеподъемная шахта съ двумя подъемными отдѣленіями. Такъ какъ здѣсь употребляются вагоны большой вмѣстимости (нагрузка до 72 пуд.), то діаметръ шахты около $14\frac{1}{2}$ фут., глубина шахтъ незначительна. Направляющія деревянныя. Вагоны съ углемъ, поднятые изъ шахты, направляются въ заводъ или къ выгрузкѣ въ суда.

Въ Ньюкастельскомъ округѣ очень часто встрѣчаемъ надшахтныя сооруженія вида, представленнаго на фиг. 3. Коперъ деревянный, составленный изъ 4 погъ, контрфорсы *a* копра упираются въ стѣну машиннаго зданія, далеко поставленнаго отъ копра. Разгрузочная платформа *bb* находится на горизонтѣ 20 фут. надъ почвой. Вагоны поднимаются машиной по наклонной плоскости *c*, гдѣ устроена самодѣйствующая разгрузка; далѣе установлены грохота *p*. Разгрузка производится подобно тому, какъ на антрацитовыхъ копяхъ Америки. На фиг. 4 представлено это устройство: вагонъ *W* поднимается по наклонной плоскости *cc*; въ опредѣленномъ пунктѣ этой плоскости положены два наклонныхъ бруса *tt'*. Задній короткій бокъ *T* можетъ подниматься въ соотвѣтствующихъ пазахъ, на подобіе западни. Къ нижнему краю западни *T* прикрѣплена ось *o* съ роликами *r*; поднимаясь по наклоннымъ плоскостямъ *tt'*, въ кулисахъ *u*, ролики поднимаютъ также и западню *T*, которая при спускѣ вагона подъ вліяніемъ собственнаго вѣса снова опускается. Подъемъ вагона по наклонной плоскости производится углеподъемной машиной. Малый барабанъ *r* (фиг. 3) разсчитанъ такимъ образомъ, что въ то время, когда клѣть въ шахтѣ поднимается или опускается, и вагонъ *W* поднимается или опускается по наклонной плоскости *c*.

Въ Ланкаширѣ, также и въ другихъ округахъ, нерѣдко располагаютъ двумя углеподъемными шахтами, съ двумя подъемными отдѣленіями въ каждой, съ отдѣльными машинами для каждой шахты. Имѣются также примѣры, что въ каждой шахтѣ только по одному подъемному отдѣленію и тогда одна машина служитъ для двухъ шахтъ. Соотвѣтственно расположенію шахтъ строятъ и надшахтное зданіе. На фиг. 5 (табл. 68) представленъ примѣръ перваго расположенія. Двѣ подъемныхъ шахты *A* и *B* (діаметръ шахтъ = 12 фут.) расположены въ разстояніи другъ отъ друга на $17\frac{1}{2}$ саженъ. Разгрузочный помостъ *a*, при шахтѣ *A*, поднятъ на горизонтъ 25′ для устройства сортировки. При шахтѣ *B* разгрузочный помостъ *b* поднятъ только на 16′; здѣсь разгрузка безъ сортировки. Высота деревянныхъ копровъ = 47′ (до оси шкивовъ); діаметръ шкивовъ = 128″, отношеніе діаметра шкивовъ къ высотѣ копровъ, какъ 1 : 4, 4. Клѣть для шахты *B* одноэтажная для 2 вагоновъ съ нагрузкой по 25 пуд.; она вѣситъ около 36 пудовъ; для шахты *A* клѣти въ 2 этажа съ 4 вагонами; вѣсъ клѣти около 65 пуд. Парашютовъ нѣтъ, направляющія изъ

проволочныхъ канатовъ; *CC*— разгрузочные помосты, *D*— котлы, *Q*— складъ крупнаго угля.

Въ приведенномъ примѣрѣ машины расположены между шахтами; фиг. 6 и 7 (табл. 68) представляютъ случай *расположенія машиннаго зданія не на линіи шахтъ.*

Фиг. 6 представляетъ видъ съ боку, а фиг. 7—планъ. Шахты *A* и *B* отстоятъ другъ отъ друга на 108′. Горизонтъ разгрузочной площади *c* расположенъ на высотѣ 19′. Шахта *A* — только углеподъемная, шахта *B*—углеподъемная и водоотливная. *D*—котлы. Насосная машина расположена въ зданіи близъ шахты *B*. Копры желѣзные, на шахтѣ *A* о двухъ ногахъ, на шахтѣ *B* о четырехъ. Діаметръ шкива=12 фут., высота копра до оси шкивовъ=56 фут., отношеніе, какъ 1: 4, 6. Паровой воротъ *N* предназначенъ для опусканія насосовъ. Для него имѣется особый малый шкивъ на копрѣ *p*. Клѣти стальныя, въ 3 этажа для 6 вагоновъ.

Часто встрѣчаемъ на копяхъ Англіи по двѣ углеподъемныхъ шахты: одна изъ нихъ служитъ для входа воздуха въ выработки, другая же для выхода рудничнаго воздуха. Такъ какъ въ Англіи вентиляція производится очень часто внутренними воздушными печами, то понятно, что установить подъемъ по вытяжной шахтѣ не представляется затруднительнымъ. Такое расположеніе, т. е. двѣ подъемныхъ шахты, позволяетъ доводить производительность копей до значительныхъ размѣровъ, напр. до 2000 тон. въ день и болѣе. Въ другихъ странахъ, какъ напр. въ Бельгіи, гдѣ провѣтриваніе совершается вентиляторами, тамъ устроить подъемы на воздушной шахтѣ становится уже не такъ удобно, потому что пришлось бы закрывать устье шахты особыми клапанами.

Относительно рѣдко находимъ въ Англіи, чтобы одна и та же шахта служила для подъема, для входа и выхода воздуха и для передвиженія рабочихъ. Такое расположеніе требуетъ большаго діаметра шахты и весьма опасно [1]). Встрѣчаемъ также въ Англіи двѣ шахты: одна для подъема и входа чистаго воздуха, а другая для выхода рудничнаго воздуха; надъ послѣдней шахтой устанавливаютъ невысокій коперъ и малую подъемную машину на случай спасенія рабочихъ. Наконецъ, встрѣчаемъ три шахты: двѣ малыхъ (діаметръ=10′) подъемныхъ и для входа воздуха въ рудникъ и одна съ діаметромъ въ $15\frac{3}{4}$ фут. для подъема и выхода воздуха. Соотвѣтственно этому имѣемъ расположеніе построекъ на фиг. 8 (табл. 69); здѣсь для шахтъ *a* и *b* служитъ одна и та же подъемная машина *c*, а для шахты *d*—спеціальная машина *h;* иногда же ставятъ отдѣльныя машины, но въ одномъ и томъ же зданіи, отличающемся крайней простотой.

[1]) На одномъ рудникѣ въ Англіи, имѣвшемъ одну только шахту, при поломкѣ насосной машины и паденіи штангъ сообщеніе по шахтѣ сдѣлалось невозможнымъ, вслѣдствіе этого погибло 204 рабочихъ.

[447.] **Франція.** Надшахтныя сооруженія новѣйшихъ французскихъ рудниковъ получили иной характеръ, нежели имъ придавали въ прежнее время. Прежде обыкновенно сооружали надъ шахтой коперъ о четырехъ ногахъ; этотъ коперъ обшивали по бокамъ и возводили крышу надъ шкивами. Коперъ, высотою отъ 36′—46′, устанавливался на каменныхъ стѣнкахъ, высотою 13′—16,5 фут., эти стѣнки и составляли какъ бы первый этажъ надшахтнаго зданія, въ которомъ отдѣляли залъ для рабочихъ, комнату для лампъ, кузницы и т. п. Въ этомъ первомъ этажѣ вкатываютъ въ клѣти вагоны съ различными матеріалами, напр. пустой породой. На горизонтѣ-же второго этажа, на высотѣ 13—16,5 фут., совершается пріемъ вагоновъ съ углемъ изъ клѣтей; на этомъ жѣ горизонтѣ производится разгрузка, сортировка и пр. Машинное зданіе помѣщалось отдѣльно, но близь копра, такъ что часть подъемнаго каната оставалась безъ покрыши. Расположеніе, выше описанное, имѣетъ нѣкоторые недостатки за собою и едва ли заслуживаетъ у насъ подражанія. Въ настоящее время во Франціи, на нѣкоторыхъ новыхъ рудникахъ, находимъ сооруженія другого типа.

На фиг. 9 представленъ продольный разрѣзъ и планъ надшахтнаго зданія одной изъ каменноугольныхъ копей Франціи. Шахта *A* угленодъемная, водоотливная и вентиляціонная. Коперъ деревянный, очень простой конструкціи, помѣщенъ въ весьма легкомъ зданіи; здѣсь же установлены машина, котлы и проч. Коперъ основанъ на стѣнкахъ *ad*, высота которыхъ 13 фут. Зданіе заключаетъ въ себѣ слѣдующія отдѣленія и устройства:

A — шахта.
B — водоотливная машина.
C — угленодъемная машина [1]).
D — паровой воротъ.
E — вентиляторъ.
H — комната для рабочихъ.
I — комната для лампъ.
K — контора.
L — котлы.
Q — складъ угля.
P — помостъ для разгрузки вагоновъ.

Болѣе грандіозное надшахтное зданіе, также французскихъ рудниковъ, представлено на фиг. 10 (табл. 70). Зданіе высотою 10 с. Внутри зданія

---

[1]) На этомъ рудникѣ весьма замѣчательна угленодъемная машина: діаметръ поршней—3,28 фут., степень отсѣчки—$^1/_{10}$, при этой отсѣчкѣ сила машины—350 п. л., безъ отсѣчки—1700 п. л.

помѣщенъ желѣзный коперъ, изолированный отъ стѣнъ, здѣсь же подъемная машина и всѣ другія устройства.

Въ новѣйшихъ сооруженіяхъ французскихъ рудниковъ наблюдаемъ нерѣдко расположеніе надшахтной постройки, типомъ которой можетъ служить зданіе, представленное на фиг. 11 (табл. 70). Шахта A — подъемная, шахта B — воздушная, водоотливная и для спуска матеріаловъ. Коперъ деревянный установленъ на высотѣ 3 саж. отъ почвы; онъ составленъ изъ четырехъ ногъ съ поперечнымъ сѣченіемъ — $20'' \times 20''$. Ноги далеко поставлены другъ отъ друга съ цѣлью оставить болѣе свободнаго мѣста около устья шахты. Высота копра = 45 фут. надъ горизонтомъ aa (пріемъ вагоновъ). H — котлы, c — вентиляторъ, κ — компрессоръ. Разгрузочныя и сортировочныя устройства расположены параллельно линіи, соединяющей шахты. Въ промежуткѣ M, между надшахтными зданіями, могутъ быть помѣщены постройки для магазиновъ, мастерскихъ, конторы и проч.

[448.] **Бельгія.** Надшахтныя сооруженія Бельгійскихъ рудниковъ иногда представляютъ собою примѣръ установа копра отдѣльно отъ машиннаго зданія; по типомъ для Бельгійскихъ рудниковъ надо принять тѣ устройства, въ которыхъ подъ одной крышей будетъ помѣщенъ коперъ и углеподъемная машина. Зданія каменныя, солидной постройки, напоминающія собою какую либо фабрику. Коперъ здѣсь не имѣетъ связи со стѣнами зданія. Подобный типъ представленъ въ эскизѣ на фиг. 12 (табл. 71). Ширина зданія = $35\frac{1}{2}$ фут. Въ первомъ этажѣ расположены: залъ для рабочихъ, комната для лампъ, кузница, мастерская и пр. Въ верхнемъ этажѣ — пріемъ вагоновъ изъ клѣтей.

[449.] **Въ Рурскомъ округѣ** надшахтныя сооруженія отличаются необыкновенною грандіозностью и напоминаютъ по своей архитектурѣ феодальные замки.

Горные законы въ Вестфаліи предписываютъ устанавливать шкивы на высотѣ не менѣе 65,6 фут.; на самомъ дѣлѣ мы встрѣчаемъ эту высоту равною 88,5 фут. до оси шкивовъ. При такой значительной высотѣ, шкивы помѣщаются или на сложныхъ балкахъ, положенныхъ на стѣны надшахтнаго зданія, или на желѣзныхъ копрахъ, весьма сложной конструкціи. Отношеніе между діаметрами шкивовъ и высотой, на которой расположены ихъ оси надъ устьемъ шахты, равно 0,2 — 0,15. Собственно надшахтное зданіе служитъ для помѣщенія шкивовъ, а машины установлены въ отдѣльной постройкѣ; но нерѣдко надшахтное зданіе связано съ машиннымъ въ одно цѣлое.

Въ Рурскомъ округѣ, а также въ Саарбрюкенѣ, мы находимъ расположеніе шкивовъ на балкахъ, покоющихся на каменныхъ стѣнахъ надшахтнаго зданія. Балки дѣлаютъ деревянныя, чугунныя и желѣзныя. Такое

расположеніе находимъ также и на нѣкоторыхъ рудникахъ въ Бельгіи, (напр. шахта № VIII de Charbonage du Gouffre).

[450.] **Основаніе для шкивовъ.** Шкивы вообще могутъ быть поддерживаемы: 1) *копромъ деревяннымъ или металлическимъ*, 2) *балками деревянными или металлическими, опирающимися на каменныя стѣны зданія* и 3) *балками, опирающимися на стѣны и частію поддерживаемыми стойками (ноги), упирающимися въ стѣны зданія— смѣшанная система.* Здѣсь ноги относительно незначительныхъ размѣровъ. Балки *p.* (фиг. 13, табл. 71) располагаются на стѣнахъ *a* надшахтнаго зданія. Концы балокъ покоятся на чугунной доскѣ *ii*. Для большей прочности положены болты *v*, зданіе же снабжено контрфорсами *b*.

Многіе инженеры отдаютъ преимущество системѣ расположенія шкивовъ на балкахъ. Такое расположеніе весьма прочно и оставляетъ много свободнаго мѣста около устья шахты.

Прекрасный примѣръ расположенія шкивовъ на балкахъ, подпираемыхъ частію ногами (3-я система) находимъ на шахтѣ „Friedrich der Grosse“ (Вестфалія). Глубина шахты = 196 саж. Вѣсъ клѣти съ 4 нагруженными вагонами равенъ 349 пуд., вѣсъ каната = 187 пуд. Надшахтное каменное зданіе представляетъ башню, планъ которой — прямоугольникъ съ размѣрами сторонъ—37′ и 41′, толщина стѣнъ = 15 вершковъ ($2\frac{1}{3}$ кирпича). Высота зданія отъ горизонта почвы до оси шкивовъ = 10 саженъ. Отношеніе діаметра шкивовъ къ высотѣ башни (до оси шкивовъ) равно 0,18. Подушки шкивовъ расположены на деревянныхъ балкахъ шпренгельной системы, усиленныхъ ногами, упирающимися въ стѣны зданія на вытѣ около 4 саж. отъ почвы. Шахта, діаметръ которой равенъ 16,5 фут., заключаетъ въ себѣ слѣдующія отдѣленія: подъемное, вентиляціонное, насосное и отдѣленіе для лѣстницъ.

На фиг. 14 (табл. 71) представленъ продольный разрѣзъ шатра надъ шахтой Scalley (Саарбрюкенъ). Шкивы *r* расположены на деревянныхъ балкахъ, усиленныхъ ногами *a b*. Нагрузка на шкивы = 410 пуд., діаметръ шкивовъ равенъ 7,4 фут. Поперечное сѣченіе деревянныхъ балокъ = $12'' \times 9\frac{1}{2}''$.

Въ заключеніе приводимъ рисунокъ (фиг. 15) фасада зданія надъ шахтой Scalley. Зданіе очень солидной постройки и отличается красивымъ стилемъ.

[451.] **На русскихъ каменноугольныхъ копяхъ**, напр. въ Ю. Россіи, еще не успѣли выработаться типы надшахтныхъ сооруженій, которые соотвѣтствовали-бы климату и другимъ мѣстнымъ условіямъ. Однако можно уже замѣтить, что наши инженеры стараются помѣстить всѣ устройства въ зданіяхъ подъ одной кровлей, что вполнѣ согласуется съ нашимъ климатомъ. Такъ напр. копь Русскаго Общества Пароходства и Торговли

имѣетъ двѣ шахты (углеподъемная и насосная), закрытыхъ общимъ зданіемъ. Коперъ здѣсь деревянный. Нагрузочное отдѣленіе помѣщено въ особой пристройкѣ, связанной съ главнымъ корпусомъ.

По нашему мнѣнію, для рудниковъ Россіи, каменныя надшахтныя постройки съ помѣщеніемъ шкивовъ на балкахъ — будутъ наиболѣе соотвѣтствовать мѣстнымъ условіямъ. Фахверковыя постройки едва ли могутъ быть рекомендованы для надшахтныхъ сооруженій. Въ З. Европѣ онѣ оставлены.

2. Производительность рабочаго, личный составъ, стоимость добычи и пр.

[452.] а. **Производительность рабочаго** на каменноугольныхъ копяхъ различныхъ странъ можетъ служить до извѣстной степени мѣриломъ болѣе или менѣе благопріятныхъ условій и совершенства способовъ добычи въ данной мѣстности.

Среднимъ числомъ приходится въ годъ вообще на 1 рабочаго, задолжаемаго на рудникѣ, добытаго угля въ тоннахъ:

Бельгія. Среднимъ числомъ на всѣхъ копяхъ	126	тон.
по округамъ: Шарлеруа	147	„
Монсъ	124	„
Намюръ	125	„
Льежъ	131	„
Англія [1]). Среднимъ числомъ на всѣхъ копяхъ	265	„
по округамъ: Ньюкастель	300	„
Дургамъ	225	„
Стафордширъ	204	„
Франція. Среднимъ числомъ на всѣхъ копяхъ	159	„
по округамъ: Луарскій	200	„
Сѣверный	149	„
Германія. Среднимъ числомъ на всѣхъ копяхъ	220	„
по округамъ: Рурскій	209	„
Саарбрюкенскій	170	„

Относительно русскихъ каменноугольныхъ копей, къ сожалѣнію, не имѣемъ достаточно данныхъ, чтобы вывести среднюю производительность

---

[1]) Напомнимъ, что въ Англіи мелочь не доставляется на поверхность, она составляетъ около 10% добытаго рабочимъ угля.

одного рабочаго. По имѣющимся не полнымъ свѣдѣніямъ для каменноугольныхъ копей Ю. Россіи оказывается, что производительность одного рабочаго равна 150 — 200 тон. въ годъ.

Вышеприведенныя цифры показываютъ, что добыча камен. уг. на одного человѣка болѣе всего въ Англіи (315), далѣе слѣдуетъ Германія (220), Франція (159) и Бельгія (125).

Превосходство производительности англійскихъ каменноуг. копей объясняется тѣмъ, что тамъ пласты средней и большей мощности, пологопадающіе — по утвержденію нѣкоторыхъ авторовъ, относительно менѣе дающіе рудничнаго газа, почва и кровля ихъ плотны, отсутствіе воды. Между тѣмъ какъ въ Бельгіи пласты чаще тонкіе, часто крутопадающіе, даютъ много рудничнаго газа, кровля и почва менѣе плотны, значительный притокъ воды.

Средняя мощность пластовъ каменнаго угля въ Англіи опредѣляетъ производительность пласта въ 12 — 25 гектолитровъ (на 1 кв. метръ); между тѣмъ, какъ, напримѣръ, въ Бельгіи эта производительность достигаетъ только 6 — 12 гектолитровъ. Высокую производительность англійскаго рабочаго нѣкоторые авторы объясняютъ, между прочимъ, и тѣмъ, что англійскій рабочій, получая высокую плату, лучше можетъ питаться, а слѣдовательно развивать большую механическую работу.

[453] **Измѣненіе производительности рабочаго.** Производительность одного рабочаго въ Бельгіи увеличивалась, начиная съ 1836 года по 1870 годъ. Напр. въ Льежскомъ округѣ: въ 1836 г. — 98 тон., а въ 1870 г. — 154 тон. Нѣкоторые полагаютъ, что это возрастаніе надо приписать главнѣйше не тѣмъ машинамъ, которыя введены въ употребленіе на рудникахъ, а скорѣе усовершенствованнымъ способамъ собственно добычи. Начиная же съ 70 годовъ, производительность начала, повидимому, снова понижаться, что происходитъ отъ уменьшенія числа рабочихъ часовъ. (Въ 1876 г. — 125 тон. угля).

Во Франціи, по видимому, производительность постоянно возрастаетъ. Для нѣкоторыхъ отдѣльныхъ каменноугольныхъ копей Франціи — возрастаніе производительности прямо приписывается усовершенствованію въ работахъ. Напр. въ Anzin производительность рабочаго въ 1775 г. равнялась 108 тон., въ 1825 г. — 128 тон., въ 1845 г. — 143 тон., въ 1865 г. — 164 тон., наконецъ въ 1875 г. — 169 тон. камен. угля.

На Прусскихъ каменноугольныхъ копяхъ производительность рабочаго въ 1864 году равнялась 200 тон., а въ 1876 году возросла до 220 тон.

Въ Англіи средняя производительность на человѣка съ годами измѣнялась, убывая въ слѣдующемъ порядкѣ: въ 1870 г. — 321 тон., въ 1871 г. — 317 тон., въ 1872 г. — 299 тон., въ 1876 г. — 265 тон.

По всей вѣроятности, убыль производительности и здѣсь надо объяснить уменьшеніемъ рабочихъ часовъ.

[454.] **Производительность собственно горно-рабочаго.** Чтобы получить производительность на одного горно-рабочаго (подземнаго), слѣдуетъ вышеприведенныя цифры производительности рабочаго умножить на коэффиціентъ равный 1,25; а чтобы получить производительность забойщика — слѣдуетъ помножить на коэффиціентъ равный 1,6 — 1,7.

[455.] b **Личный составъ рабочихъ.** Рабочіе на рудникахъ подраздѣляются на двѣ большихъ группы: *подземныхъ, или собственно горно-рабочихъ*, и *поверхностныхъ, верховыхъ*. Соотношеніе между одной и другой группой различно въ различныхъ странахъ[1]).

Въ Бельгіи горно-рабочіе составляютъ 70 — 81% всѣхъ рабочихъ на рудникѣ, остальные верховые.

Въ Бельгіи на 1 рабочаго, задолжаемаго на рудникѣ, причитается: 0,04 пар. л. для откатки и около 0,85 паров. лошад. для другихъ работъ; въ этомъ числѣ для подъема угля 0,37 п. л., вентиляціи — 0,1 п. л., насосовъ 0,3 п. л., для разныхъ работъ 0,08 п. л.

Во Франціи, на Анзенскихъ копяхъ, число подземныхъ рабочихъ составляетъ также около 81% всѣхъ рабочихъ и верховыхъ 19%. На копяхъ Courrieres число подземныхъ рабочихъ составляетъ 80%, а верховыхъ 20%. На рудникѣ Lens подземныхъ рабочихъ полагается 79%. Вообще можно принять среднимъ числомъ подземныхъ рабочихъ 80% и верховыхъ 20%.

Въ Англіи число подземныхъ рабочихъ составляетъ отъ 60% — 87% всѣхъ рабочихъ на рудникѣ; среднимъ числомъ 79%.

[456.] **Процентъ надземныхъ рабочихъ постепенно уменьшается**, вслѣдствіе замѣны ручной работы машинною. Въ самомъ дѣлѣ, на Анзенскихъ рудникахъ это уменьшеніе видно изъ слѣдующей таблицы.

Годъ.	Подземныхъ рабочихъ.	Верховыхъ.
1825	68%	32%
1845	72 „	28 „
1873	80 „	20 „

[457.] **Раздѣленіе рабочихъ по спеціальностямъ.** Въ числѣ подземныхъ рабочихъ состоятъ: *забойщики, откатчики, погонщики, исправляющіе путь* и пр. Соотношеніе между числомъ этихъ рабочихъ чрезвычайно различно и зависитъ отъ многихъ частныхъ условій. Для примѣра приведемъ два англійскихъ рудника.

---

[1]) Всѣ данныя относительно производительности, личнаго состава и пр. относятся преимущественно до каменноуг. копей.

Категоріи рабочихъ подземныхъ.	I. Производительность рудника въ день 1320 тон.	II. Производительность рудника въ день 510 тон.	Продолжительность смѣны.
			часовъ
Забойщиковъ	400 (200 денн. 200 ночн.)	146 (76 денн. 70 ночн.)	$6^1/_2$
Откатчиковъ	50	18	$12^1/_2$
Погонщиковъ	34	16	12
Рабочихъ у спусковъ	»	7	12
Закладчиковъ	6	12	8
Мастеровъ, штейгеровъ, надзирателей и т. п.	10	13	8
Всѣхъ подземныхъ рабочихъ ..	500	212	—

Въ Валиссѣ, на каменноугольныхъ копяхъ, рабочіе подраздѣляются на слѣдующіе категоріи по спеціальностямъ:

Подземные рабочіе:

	I.	II.
Производительность копи	500 тон.	500 тон. въ день
Забойщиковъ	225 чел.	220 человѣкъ
Откатчиковъ	58 „	37 „
Мальчиковъ у воздушныхъ дверей	17 „	22 „
Закладчиковъ	64 „	46 „
Въ рудничномъ дворѣ и конюшнѣ	10 „	9 „
На крѣпленіи	23 „	15 „
На осушеніи ходовъ	0 „	3 „
У воздушныхъ печей	5 „	3 „
Каменьщиковъ	3 „	3 „
На механической откаткѣ	4 „	5 „
Въ квершлагахъ	8 „	0 „
На пріемѣ лѣса на крѣпь	2 „	0 „
Вообще мастеровъ	9 „	10 „
Итого...	428 чел.	373 человѣка

Верховые:

	I.	II.
Пріемъ вагоновъ, опрокидываніе и т. п.	17 чел.	19 человѣкъ
Ламповщики	3 „	2 „
Вѣсовщики	3 „	3 „
На отборкѣ пустой породы	1 „	1 „
Машинистовъ	3 „	3 „
У насосовъ	3 „	0 „
Кочегары	6 „	4 „
Отвозка мусора	3 „	1 „
На локомотивахъ	3 „	2 „
Итого...	42 чел.	35 человѣкъ

Въ Рурскомъ округѣ соотношеніе между различными категоріями рабочихъ слѣдующее:

Подземныхъ рабочихъ	79%
Верховыхъ	18 „
Сортировка угля и промывка	1,4 „
Разныя работы	1,5 „

Кромѣ этого вообще одинъ надзиратель или мастеръ причитается:
На 46 рабочихъ подземныхъ.
„ 11 „ верховыхъ.
„ 20 „ у сортировки и промывки.
„ 20 „ по разнымъ работамъ.

Очень часто встрѣчаемъ на рудникахъ Германіи слѣдующее среднее отношеніе между различными категоріями рабочихъ:

Штейгеровъ	2,2%
Плотниковъ	8,5 „
Каменьщиковъ	2,8 „
Забойщиковъ	56,8 „
Откатчиковъ	24,3 „
Мальчиковъ	5,4 „

[458.] c. **Возрастъ рабочихъ.** Наименьшій возрастъ рабочихъ, задолжаемыхъ въ рудникѣ = 10 — 12 лѣтъ. Такихъ лѣтъ рабочіе (дѣти) рѣдко задолжаются для подземныхъ работъ, обыкновенно-же — на поверхности. Подростки (16 — 18 лѣтъ) довольно часто задолжаются на Бельгійскихъ рудникахъ; въ Англіи они часто задолжаются для откатки, для разборки на поверхности и пр. У насъ въ Ю. Россіи дѣти не работаютъ на рудникахъ.

На рудникахъ Англіи число задолжаемыхъ рабочихъ по возрастамъ въ % показано въ слѣдующей таблицѣ:

Возрастъ.	Подземныя работы.	Поверхностныя работы.
10—12 лѣтъ	0,13%	1,25%
12—13 „	2,11 „	
13—16 „	11 „	7,7 „
болѣе 16 „	86,7 „	97 „

Въ Рурскомъ округѣ процентъ рабочихъ по возрастамъ видѣнъ изъ слѣдующей таблицы:

Категоріи рабочихъ.	Болѣе 16 лѣтъ.	Отъ 14—16 лѣтъ.	Отъ 12—14 лѣтъ.
Подземныхъ рабочихъ.....	99,63%	0,37%	почти нѣтъ.
Верховыхъ.....	89%	11	почти нѣтъ.
Разныя работы на поверхности.....	98,9	1,1	0
Сортировка и промывка	85	15	0

Женщины задолжаются для подземныхъ работъ очень рѣдко, напр. въ Бельгіи для откатки; въ Англіи для подземныхъ работъ женщины не задолжаются, на поверхностныхъ же работахъ женщины составляютъ около 6% всѣхъ рабочихъ.

[459.] d. **Производительность рудника.** Благодаря развитію рудничныхъ работъ, примѣненію машинъ и пр. производительность копей, считая на одну подъемную шахту, все болѣе и болѣе возрастаетъ. Слѣдующая таблица показываетъ производительность въ тоннахъ на одну подъемную шахту въ Бельгіи и Франціи, а также въ Рурскомъ округѣ (ни на шахту, а на одну копь):

	1860 г. тон.	1870 г. тон.	1873 г. тон.	1875 г.
Бельгія.....	33967	52023	57687	
Франція	26584	49345	74567	
Рурскій округъ.	„	„	„	64087

Въ Англіи производительность измѣняется въ широкихъ предѣлахъ и достигаетъ огромной цифры — въ 2000 тонъ (124000 пудъ) въ день. Среднимъ числомъ однако можно принять производительность англійскихъ рудниковъ въ 500—600 тонъ кам. угля въ день на одну подъемную шахту.

[460.] e. **Стоимость добычи.** Какъ примѣръ разцѣнки добытаго каменнаго угля, приведемъ расходы, изъ которыхъ слагается стоимость добычи

одного пуда антрацита на копи Русскаго Общества Пароходства и Торговли (на Грушевкѣ) при производительности около 5 милліоновъ пуд. въ годъ:

Погашеніе капитала	0,716 коп.
Собственно добыча и откатка	2,884 „
Устройство откаточныхъ ходовъ	0,614 „
Ремонтъ ходовъ и крѣпленіе выработокъ	0,219 „
Ремонтъ шахтъ	0,010 „
Пріемка антрацита отъ рабочихъ	0,131 „
Поверхностная откатка и склады	0,237 „
Содержаніе ремонтной мастерской	0,150 „
Ремонтъ машинъ и котловъ	0,603 „
Горная часть	0,115 „
Управленіе рудника	0,472 „
Содержаніе лазарета	0,070 „
Пошлины въ Войсковое Управленіе	0,232 „
Процентное вознагражденіе служащимъ	0,288 „
Итого	6,741 коп.

[461.] **Въ Англіи** собственно за добычу платятъ отъ тонны добытаго крупнаго угля, и ничего или почти ничего не платятъ за мелкій каменный уголь. Цѣны здѣсь измѣнчивы, вслѣдствіе измѣненія въ рабочей платѣ. Однако можно положить среднимъ числомъ, что собственно за добычу, напр. въ Валисѣ, платятъ 2 — $2^1/_3$ frs. за тонну. Полный расходъ на плату рабочимъ относится къ платѣ собственно забойщикамъ, какъ 3 : 2 или какъ 5 : 2. Полная стоимость добытаго угля, за 1 тон.:

Плата рабочимъ	6,25 frs.
Матеріалы	1,458 „
Лошади для подземной откатки	0,416 „
Пошлины (royalty)	0,832 „
Разные расходы	0,104 „
Администрація	0,104 „
Итого	9,164 frs.

[462.] **Въ Рурскомъ округѣ**, на пластахъ мощностью въ 4′, пологопадающихъ, при столбовой работѣ, вообще при среднихъ условіяхъ добычи, — имѣемъ слѣдующія данныя:

Годовая производительность	150110 тон.
Добыча въ день на одну копь	496,7 „
Рабочихъ дней въ году	302 дня

Производительность на одного рабочаго	0,995	тон.
Производительность забойщика	4,598	„
Среднее разстояніе откатки людьми	408	метр.
Среднее разстояніе откатки лошадьми	1213	„
Число дѣйствующихъ забоевъ на копи	54	
Число всѣхъ открытыхъ забоевъ	125	

При этихъ условіяхъ полный расходъ за добычу тонны въ франкахъ:

Подземныя работы:

Собственно добыча и нагрузка у забоя		1,585	фр.
Текущія работы въ пустой породѣ		0,197	„
Подготовительныя работы		0,224	„
Работы у рудничнаго двора		0,089	„
Доставка: Плата рабочимъ	0,761	1,205	„
Доставка: Лошади	0,410		
Доставка: Машины	„		
Доставка: Смазка	0,034		
Ручные насосы для осушенія и пр. работы (для осушенія) у забоевъ		0,090	„
Устройство и содержаніе путей		0,120	„
Крѣпленіе и закладка		0,705	„
Работа по содержанію выработокъ		0,225	„
Освѣщеніе		0,001	„
Вентиляція		0,226	„
Надзоръ		0,205	„
Погашеніе стоимости канатовъ		0,028	„
„ „ путей		0,037	„
Разные расходы		0,013	„
Итого		4,950	фр.

Работы на поверхности:

Сортировка, склады и пр.	0,410	фр.
Содержаніе поверхностныхъ путей	0,018	„
Ремонтъ вагоновъ	0,247	„
Движитель	0,316	„
Надзоръ	0,046	„
Разные расходы	0,070	„
Итого	1,107	фр.

Общіе расходы:

Водоотливъ	0,246 фр.
Содержаніе зданій и пр.	0,153 „
Сберегательная касса	0,062 „
Арендная плата	0,214 „
Содержаніе служащихъ	0,180 „
Расходы разные	0,484 „
Итого	1,339 фр.
Полный расходъ по добычѣ	7,396 фр.
Подготовительныя работы	0,041 „
Итого за 1 тонну	7,437 фр.

[463.] **Для французскихъ копей** соотношеніе между расходами по платѣ рабочимъ, по матеріаламъ и по общимъ расходамъ, видно изъ прилагаемой таблицы.

Статьи расхода, разсчитанныя на 100 килогр. угля.	Пласты.				
	Толщ. 0,5 м. и менѣе. Глубина болѣе 100 с.	Толщина болѣе 1,25. Глуб. 50 саж. уголь слаб.	Толщ. 0,70. Глуб. 100 с.	Толщ. 1 м. Глуб. 100 с.	Толщина болѣе 1,25. Глуб. 50 с. уголь крѣпк.
Добыча	0,482	0,152	0,285	0,189	0,210
Матеріалы	0,391	0,110	0,221	0,206	0,118
Общіе расходы	0,180	0,096	0,140	0,125	0,074
Итого въ франкахъ	1,053	0,358	0,646	0,520	0,402

Въ Бельгіи плата рабочимъ составляетъ около 61% продажной стоимости угля. Подземные рабочіе среднимъ числомъ зарабатываютъ 3,73 frs, а верховые — 2,72 fr.

[464.] **Средняя стоимость добычи.** Въ приблизительныхъ и общихъ цифрахъ можно составить слѣдующую таблицу стоимости добычи каменнаго угля изъ разныхъ пластовъ за 1 тонну.

Паденіе пластовъ.	Толщина пластовъ. Малая мощность.	Средняя мощность.	Мощные пласты.
	frs.	frs.	frs.
Пологопадающіе	$7\frac{1}{2}$—9	5	7—8
Крутопадающіе	9—10	6	$7\frac{1}{2}$—9

На всемъ земномъ шарѣ добывается каменнаго угля около 250 милліоновъ тоннъ, средняя стоимость за тонну $2\frac{1}{2}$ метал. рубля.

Изъ всего количества добытаго каменнаго угля приходится:

на пласты средней мощности..... 66%
на пласты малой мощности..... 25%
на мощные пласты..... 9%

[465.] **Для металлическихъ рудниковъ Саксоніи** можно привести стоимость добычи различныхъ металлоносныхъ породъ ортовыми работами.

Породы	Плата рабочимъ.	Порохъ.	Исправленіе инструмент.	Израсходов. инструмент.	Сумма въ франкахъ.
Кварцъ крѣпкій и вязкій	24,65	8,18	5,87	2,93	41,63
Гнейсъ крѣпкій	20,55	6,84	5,70	2,85	35,94
Сланецъ крѣпкій	14,35	3,86	2,36	1,18	21,75
Кристаллическій известнякъ	12,70	1,38	1,40	0,70	16,58
Сланецъ болѣе мягкій	9,83	2,28	1,28	0,64	14,03
Сланецъ легко добывающійся	7,38	1,46	1,01	0,50	10,35

[466.] **Несчастные случаи.** Сравнивая число несчастныхъ случаевъ, имѣвшихъ мѣсто на рудникахъ различныхъ странъ, можно только приблизительно судить о большемъ или меньшемъ совершенствѣ рудничныхъ устройствъ въ томъ или другомъ направленіи.

Слѣдующая таблица показываетъ число убитыхъ рабочихъ, вслѣдствіе различныхъ несчастныхъ случаевъ, произшедшихъ на рудникахъ Англіи и Бельгіи впродолженіи 10 лѣтъ.

Категоріи случаевъ.	Англія.		Бельгія.	
	Всего убитыхъ.	Въ %.	Всего убитыхъ.	Въ %.
Вслѣдствіе взрыва рудничнаго газа	2019	20,36	287	12,64
Вслѣдствіе обрушенія	3953	39,87	713	31,41
При спускѣ и подъемѣ по шахтамъ	1710	17,24	693	30,53
Отъ разныхъ причинъ на поверхности и въ выработкахъ	2934	22,53	517	25,42
Итого	9916	100	2270	100

Разсматривая эту таблицу, замѣчаемъ, что въ Англіи случаи при спускѣ и подъемѣ рабочихъ составляютъ наименьшій процентъ, только 17,24%, между тѣмъ какъ въ Бельгіи — 30,53%, не смотря на то, что въ Англіи часто неустраиваютъ парашютовъ. Это объясняется тѣмъ, что въ Англіи все вниманіе обращено на исправность канатовъ. Съ другой стороны — въ Бельгіи меньшій процентъ (12,64%) падаетъ на случаи отъ взрыва, нежели въ Англіи (20,36%). Это объясняется лучшими условіями вентиляціи въ Бельгіи, нежели въ Англіи. Въ Бельгіи тщательно ведется закладка (тонкіе пласты), въ Англіи же часто оставляются пустоты въ закладкѣ, что вліяетъ на смѣшиваніе струи чистаго воздуха со струею испорченнаго, вслѣдствіе чего плоскости забоевъ хуже вентилируются.

По мѣрѣ усовершенствованія способовъ сообщенія по выработкамъ, способовъ вентиляціи, крѣпленія и проч. и проч., относительное число несчастныхъ случаевъ, натурально, должно уменьшаться. Въ самомъ дѣлѣ, имѣемъ для Англіи:

Въ 1864 г. на 1000 задолжаемыхъ рабоч. причитается 2,82 смерт. случ.
„ 1865 „ „ „ „ „ „ 3,11 „ „
„ 1873 „ „ „ „ „ „ 2,09 „ „
„ 1875 „ „ „ „ „ „ 2,32 „ „
„ 1876 „ „ „ „ „ „ 1,813 „ „

По отношенію къ количеству добываемаго угля находимъ, что въ 1865 году на 100.000 тон. добытаго угля причитался 1 смертный случай, а въ 1873 г. 1 случай на 133,000 тон.

ГЛАВА IX.

(Табл. 72 — 84.)

Механическое обогащеніе рудъ.

[467.] **Цѣль обогащенія.** Руды, по выпутіи изъ мѣсторожденія, не всегда обладаютъ такими свойствами, которыя позволяли бы сдать ихъ непосред. на металлургическіе заводы; часто эти руды бываютъ очень бѣдны, а потому неизбѣжно приходится предварительно подвергать ихъ *механической обработкѣ, или обогащенію*. Цѣль механическаго обогащенія рудъ состоитъ въ увеличеніи процентнаго содержанія полезнаго вещества въ рудѣ. Въ главѣ I (стр. 7) было приведено содержаніе различныхъ рудъ, при которомъ еще выгодно бываетъ ихъ плавить.

[468.] **Сорта рудъ.** По отношенію къ обогатительнымъ процесамъ руды можно подраздѣлить на слѣдующіе сорта:

a) **По величинѣ кусковъ:**

1. *Крупный сортъ руды* (глыбы) болѣе 64 mm. ($2^1/_2''$).
2. *Подрудокъ* — менѣе 64 mm.

b) **По образу распредѣленія частицъ собственно руднаго вещества въ пустой породѣ:**

1. *Слѣпая руда.*
2. *Крупно-вкрапленная руда.*
3. *Мелко-вкрапленная руда.*

c) **Въ сортахъ крупномъ и подрудкѣ, уже разсортированныхъ ручной разборкой и грохотами, различаютъ слѣдующіе сорта:**

1. *Штуфная руда* отъ 64 mm. до 16 mm.
2. *Рудный орѣшникъ* отъ 16 — 4 mm.
3. *Рудная крупа* отъ 4 — 1 mm.
4. *Рудная мука* менѣе 1 mm.

Впрочемъ, въ Бельгіи придерживаются другого раздѣленія послѣ сортировки: 1-й классъ — *орѣшникъ* болѣе 3 mm., 2-й классъ — *пески* отъ 3 до 0,25 mm., 3-й классъ — *шламы* — менѣе 0,25 mm. [1])

[469.] **Богатство рудныхъ веществъ** измѣряется: для желѣзныхъ, мѣдныхъ, свинцовыхъ, цинковыхъ и т. п. рудъ — процентами чистаго металла

[1]) Этому раздѣленію и мы будемъ придерживаться.

въ 100 частяхъ руды, иногда числомъ фунтовъ въ пудѣ; для серебряныхъ рудъ — числомъ золотниковъ въ пудѣ; для золотоносныхъ песковъ — золотниками и долями въ 100 пудахъ песковъ.

[470.] **Степень сокращенія и потеря.** При процесахъ обогащенія съ пустой породой частію отдѣляются и пропадаютъ безвозвратно частицы собственно руды. Обогащеніе будетъ тѣмъ болѣе совершенно, чѣмъ болѣе будетъ сокращена или сконцентрирована руда и чѣмъ меньше потеряется полезнаго вещества при обогащеніи. Степень сокращенія выражается дробью, у которой числитель есть вѣсъ сокращенной руды, а знаменатель — вѣсъ сырой руды. Потеря металла выражается въ процентахъ. Такъ напр., если 1000 пуд. сырой руды съ содержаніемъ въ 2 золотника даютъ послѣ обогащенія 200 пудъ руды съ содержаніемъ въ 6 золотниковъ, то степень сокращенія $= \frac{200}{1000} = {}^1/_5$, а потеря $= \frac{1000\times2-200\times6}{1000\times2} = 0{,}40$ или 40%.

[471.] **Процесъ механическаго обогащенія рудъ.** Для болѣе наглядпаго представленія хода механической обработки рудъ, приведемъ синоптическую таблицу полнаго процеса обогащенія. Этотъ процесъ, однако, надо разсматривать только какъ типъ, отъ котораго на практикѣ встрѣчаемъ большія или меньшія отклоненія [1]).

Ручная разборка въ рудникѣ.

[472.] Въ рудникѣ часто ограничиваются отдѣленіемъ только явственно пустой породы, причемъ большіе куски разбиваются молоткомъ или балдой на длинной рукояткѣ, иногда примѣняютъ также клинъ; вѣсъ молотка $= 8 - 10$ фунт., длина рукоятки $= 28''$. При очень твердыхъ рудахъ вѣсъ молотка доходитъ до 30 фунтовъ. Иногда на плоскомъ грохотѣ сортируютъ руду по объемамъ. Тѣсное помѣщеніе и отсутствіе свѣта суть причины, вслѣдствіе которыхъ нельзя требовать у забоя особенно тщательной разборки. Обыкновенно на поверхность доставляютъ:

С. *Крупный сортъ руды* болѣе 64 mm. — въ дробленіи.

Д. *Подрудокъ* менѣе 64 mm. — въ обмывку.

А. *Богатая штуфная руда* — въ заводъ.

Дробленіе крупное и ручная предварительная разборка.

[473.] **Цѣль круп. дробленія. Дробленіе молоткомъ.** Крупное дробленіе имѣетъ цѣлью, во первыхъ, привести куски крупнаго сорта руды къ такой ве-

[1]) Таблица помѣщена въ концѣ книги.

личинѣ, которая удобна была бы для дальнѣйшей ручной обработки и, во вторыхъ, сдѣлать болѣе явственными, замѣтными на глазъ, частицы чистой руды въ свѣжихъ плоскостяхъ излома породы. Это крупное дробленіе можетъ быть произведено молоткомъ на длинной рукояткѣ. Вѣсъ молотка = отъ $2^3/_4$ до $5^1/_2$ фунтовъ, при очень твердыхъ рудахъ — до 10 фунт., длина рукоятки = около 36″. Производительность одного человѣка въ смѣну = отъ 22 — 56 куб. фут. За отобранную пустую породу рабочій получаетъ усиленную плату. Однимъ молоткомъ до изнашиванія можно переработать до 67 куб. ф. твердой руды.

[474.] **Машина Блека.** Крупное дробленіе можетъ производиться болѣе выгодно машиной Блека (фиг. 1, табл. 72). При вращеніи вала *o*, челюсть *a* машины получаетъ качательное движеніе при посредствѣ стержней *l*, шатуна *p* и эксцентрика *r*. Степень измельченія регулируется клиномъ *b*. При помощи буффера *u* челюсть *a* всегда находится въ нажатомъ состояніи къ стержню *l*. Планки челюстей *a* и *d*, непосредственно соприкасающіяся съ раздробляемою рудой, дѣлаются отъемными; по мѣрѣ изнашиванія можно легко замѣнить ихъ новыми. Эти планки дѣлаются иногда зазубренными. Толщина планокъ = $1^1/_4$″.

Дробилка Блека въ 5 — 6 н. л. можетъ передробить въ часъ очень крѣпкой руды около 200 пуд. на сортъ въ 50 — 60 mm., а это количество руды можетъ быть въ то же время разобрано 7 — 8 рабочими. Число оборотовъ вала машины = отъ 180 — 200. Машины строятъ различныхъ размѣровъ. Таблица 1 представляетъ нѣкоторыя данныя, относящіяся до дѣйствія и размѣровъ машинъ Блека пяти различныхъ номеровъ.

Таблица I.

№.	Ширина челюстей.	Длина челюстей.	Производительность въ часъ.	Потребная работа въ н. л. при средней твердости руды.	Примѣчанія.
			куб. ф.		
1	8″	10″	18	1 н. л.	Число потребныхъ паровыхъ лошадей зависитъ отъ крѣпости руды, а также отъ степени измельченія.
2	10″	12,5″	35,3	2	Самый малый приборъ можетъ получать для дробленія куски руды величиной въ предѣлахъ отъ 100—300 mm.
3	12″	15″	70,6	3	Количество измельченной руды также зависитъ отъ ея крѣпости.
4	16″	19,75	141,2	$4^1/_4$	
5	$19^3/_4$	$23^1/_2$	211,8	6	Наиболѣе выгодное число оборотовъ отъ 200—250.

Машина Блека даетъ больше рудной муки, нежели ручное дробленіе — это недостатокъ машины. Вообще, при дробленіи глыбъ руды получаются слѣдующіе сорта:

Штуфовъ.....	82%
Орѣшника.....	12%
Крупы и муки.....	6%

Машину обыкновенно помѣщаютъ во второмъ этажѣ сарая на высотѣ около 10 ф. Раздробленная руда падаетъ на плоскій грохотъ, (промежутки между колосниками = 30 mm.), чрезъ который проваливается рудная мелочь, а болѣе крупные куски скатываются на рудо-разборочный вращающійся столъ: діаметръ стола = около 5′, высота = 2,6′. Число оборотовъ = отъ 5 до 6 въ минуту, — такъ что при каждомъ оборотѣ на столъ можетъ поступить 3,3 пуда руды. Здѣсь рабочіе отбираютъ куски руды, предназначающіеся ко вторичной разборкѣ, — а остающіеся куски сгребаются со стола въ вагоны и идутъ на мелкое дробленіе.

[475.] **Помѣщеніе для ручного дробленія.** Обыкновенно при ручномъ дробленіи устраиваютъ такимъ образомъ, что отъ шахты идетъ высокій помостъ *b* (фиг. 2) съ рельсами, высотою надъ почвой = 9 до 12′; ниже помоста, налѣво и направо расположены грохота *g*, на которые и опрокидываются вагоны. Параллельно помосту по обѣ стороны тянутся рудо-разборочные сараи *s*. Длина грохотовъ = 8 до 9′, уклонъ = 45°, разстояніе между колосниками = 64 mm.

[476.] **Крупное дробленіе и предварительная разборка даютъ сорта:**

1-й сортъ (F) поступаетъ во вторичную ручную разборку E. Въ этомъ сортѣ частицы чистой руды такой относительно значительной величины и такъ явственны, что могутъ быть выдѣлены при помощи молотка при вторичной ручной разборкѣ.

2-й сортъ (G) идетъ въ дробленіи (крупно-вкрапленная руда).

3-й сортъ (H) идетъ въ толченіе (мелко-вкрапленная руда).

4-й сортъ (I) богатая штуфная руда — въ заводъ.

5-й сортъ (J) пустая порода — въ отвалъ.

Иногда здѣсь выдѣляютъ еще по величинѣ куски руды, подходящіе къ подрудку *D*, къ которому и направляютъ ихъ (см. таблицу).

Можно положить приблизительно, что дробленіе и предварительная сортировка обойдутся по работѣ около 60 коп. за 35 куб. ф. переработанной руды и 6 коп. за 35 куб. ф. по матеріаламъ, т. е. стоимость инструментовъ, ремонтъ ихъ и т. п.

Вторичная, или окончательная ручная разборка.

[477.] **Производство вторич. разборки и получаемые сорта.** Окончательная ручная разборка 1-го сорта (F) производится при посредствѣ молотка съ острымъ концомъ и короткой рукояткой; вѣсъ молотка = $2^1/_2$ — 5 ф., смотря по твердости руды, длина рукоятки измѣняется отъ 9″ — 11″. Молотки примѣняются различной формы, смотря по твердости руды, трещиноватости и проч. Раздробляютъ на куски отъ 16 до 32 mm. Острымъ концомъ молотка выкалываютъ частицы богатой руды. Машинная работа не можетъ быть здѣсь примѣнена. Рабочіе должны быть задолжаемы наиболѣе опытные. Для успѣшности работы должны быть устроены особые столы и помѣщеніе должно быть свѣтлое. На фиг. 3 представленъ рудоразборочный столъ: *c* — стѣна рудо-разборочнаго сарая, *a* — окно, *d* — глиняная набивка между досками *f* и *t*, *s* — чугунная квадратная плита, толщиною 4 — 6″, и отъ 9 — 12″ въ квадратѣ. Лучше плиту дѣлать желѣзною; *g* — чугунная доска, *b* — перегородки между столами. Разсчитываютъ, что одинъ рабочій въ недѣлю обработываетъ 300 пуд. руды. Число сортовъ, руды, получаемыхъ отъ вторичной ручной разборки, бываетъ иногда весьма значительно; вообще здѣсь можно различать четыре группы;

1-я группа (K) богатые штуфы — въ плавку.

2-я группа (L) крупно-вкрапленныя руды—въ дробленіе и потомъ на *N*. Въ этой группѣ обыкновенно много бываетъ сортовъ, если руды сложныя; такъ напр., если руда (какъ напр., въ Эмсѣ), состоитъ изъ свинцоваго блеска, цинковой обманки, сѣрнаго колчедана, мѣднаго колчедана, блеклой руды, мисникеля, кварца и вообще пустой породы, то 2-я группа будетъ представлять 24 сорта.

3-я группа (M) мелко-вкрапленныя руды — въ толченіе, потомъ на *W*. (См. таблицу).

Пустая порода — въ отвалъ.

Вторичная ручная разборка обходится около 1 руб. за 35 куб. фут. по работѣ, и около 5 коп. по матеріаламъ.

Дробленіе мелкое.

[478.] **Цѣль мелкаго дробленія. Степень измельченія.** Выдѣленные сорта рудъ, крупно-вкрапленные и мелко-вкрапленные, представляются такими, изъ которыхъ ручной работой при помощи молотка нельзя уже выдѣлить частицъ чистой руды, а потому они подвергаются цѣлому ряду механическихъ процессовъ. Прежде всего крупно-вкрапленныя руды подвер-

гаются дробленію (болѣе крупное измельченіе); мелко-вкрапленныя — толченію (тонкое измельченіе). Весьма важно опредѣлить степень измельченія руды въ каждомъ частномъ случаѣ. Теоретически — чѣмъ мельче раздробимъ руду, тѣмъ лучше, — ибо тѣмъ совершеннѣе раздѣлятся частицы чистой руды отъ пустой породы. Практика показываетъ, что потеря руды увеличивается съ увеличеніемъ степени измельченія, ибо въ послѣднемъ случаѣ получается много рудной муки (сортъ менѣе $^1/_4$ mm.), которая болѣе другихъ сортовъ причиняетъ потери при обогащеніи. Отсадочныя устройства дѣйствуютъ самымъ лучшимъ образомъ при величинѣ зеренъ около 20—25 mm. Съ другой стороны, если куски породы больше, нежели зерна чистой руды, то понятно, что впослѣдствіе раздѣленіе не можетъ быть совершенно. Вообще, чѣмъ мельче зерна собственно руды, тѣмъ тоньше должно быть измельченіе, переходя въ толченіе. Въ каждомъ частномъ случаѣ только опытъ и можетъ показать надлежащую степень измельченія.

Дробленіе болѣе крупное производится обыкновенно валками; дробленіе весьма мелкое — толчеями, иногда малыми дробильными валками и мельницами. [1])

[479.] Дробильные валки. На фиг. 4 (табл. 72) представлены двѣ пары валковъ съ соотвѣтствующими рамами, поставленными одна надъ другой и прочно скрѣпленными. Сложные валки, т. е. двѣ пары въ одномъ станкѣ, примѣняются тогда, когда приходится дробить крупные куски руды на относительно мелкій сортъ. При этомъ верхняя пара валковъ дѣлается бороздчатою. Подушки l подвижны и упираются въ стержни oo'. Въ свою очередь стержни упираются въ каучуковые буффера pp'. При посредствѣ винтовъ n можно измѣнять разстояніе между валками. Буффера въ одинарныхъ станкахъ (одна пара валковъ) часто дѣлаются только съ одной стороны (фиг. 4 bis), т. е. для одной пары валковъ два буффера. Подушка d неподвижна, подушка a можетъ двигаться по рамѣ A. Подушка a упирается въ стержень o, который утолщеннымъ своимъ концомъ v входитъ во втулку c; эта втулка упирается въ буфферъ p. Утолщенный конецъ v имѣетъ винтовую нарѣзку также, какъ и соотвѣтственно втулка c. Если требуется увеличить разстояніе между валками w и w, а слѣдовательно и степень измельченія, тогда винтъ o ввинчивается во втулку c, а винтомъ m отодвигаютъ подушку a до того мѣста, гдѣ она снова упрется въ конецъ v. Буффера p составлены изъ каучуковыхъ колецъ, между которыми помѣщены металлическія шайбы.

Ободъ валковъ отливается отдѣльно изъ чугуна или стали и надѣвается на сердечникъ, а затѣмъ заклинивается деревянными клиньями.

---

[1]) Для мелкаго дробленія мы приведемъ данныя только относительно толчей.

[480.] Числовыя данныя. Назовемъ черезъ D — діаметръ валковъ, d — наибольшій размѣръ раздробливаемыхъ кусковъ руды, черезъ s — разстояніе между валками, тогда $\frac{s}{d} = \frac{1}{m}$ будетъ *коэффиціентъ раздробленія*, а m = *степень раздробленія*. Соотношеніе между діаметромъ валковъ и наибольшимъ размѣромъ раздробливаемыхъ кусковъ будетъ:

$$D > 18\ (d - s) \text{ или } D > 18\ d\ (1 - \tfrac{1}{m}).$$

Эти неравенства показываютъ, что чѣмъ больше куски раздробливаемой руды, тѣмъ больше D при опредѣленномъ s; также чѣмъ меньше $\frac{1}{m}$, коэффиціентъ раздробленія, или чѣмъ больше m, степень раздробленія, тѣмъ больше D.

Обыкновенныя данныя для валковъ:

Діаметръ	18 — 24″
Скорость на окружности	1 — 3′
Число оборотовъ въ 1′ (при $D = 18''$)	12 — 38
„ (при $D = 24''$)	10 — 29
Длина валковъ	¾ — 3′

Нормальная производительность въ часъ = 16,5 куб. ф., полагая длину валковъ равною 1′, при скорости на окружности равной 1′, при раздробленіи кусковъ съ 45 — 50 mm. (1½ — 2″) на куски въ 4 — 8 mm (¼″).

Производительность на 1 п. л. въ часъ:

При твердыхъ кварцеватыхъ рудахъ	5,5 куб. ф.
При менѣе твердыхъ	15,4 „

Если обозначить черезъ l длину валковъ, черезъ c скорость на окружности, то производительность въ часъ при рудахъ вообще твердыхъ будетъ равна 16,5 $l\ c$ куб. фут.

Толщина чугуннаго или стальнаго обода валка равна 1½ — 2″. Толщина цапфъ желѣзнаго вала = отъ 3 — 4″; длина цапфъ = отъ 5 — 6″.

Изнашиваніе валковъ: при длинѣ равной 1′, при коэффиціентѣ раздробленія = ⅛, валки до изнашиванія переработываютъ: твердыхъ кварцеватыхъ рудъ 20400 пуд. и менѣе твердыхъ — 272000 пуд.

Бороздчатые валки, изображенные на фиг. 4, имѣютъ слѣдующіе размѣры: діаметръ сердечника = 12″, наружный діаметръ = 15″, высота зуба = 1½″, число бороздокъ = 12, число оборотовъ = 12 — 14.

При такихъ размѣрахъ и при скорости на окружности равной 1′, на

одинъ футъ длины валковъ производительность въ часъ будетъ = отъ 24 — 36 куб. ф. кварцеватой руды изъ кусковъ въ 150 mm. на зерна 40 mm. На каждые 9 куб. ф. измельчаемой въ часъ руды полагаютъ 1 н. л.

Живая сила махового колеса должна быть равною около 5600 фун. фут. Обозначимъ: K — вѣсъ махового колеса, d — діаметръ обода колеса, W — живая сила маховика, n — число оборотовъ, тогда

$$K = 23000 \frac{W}{n^2 d^2}, \text{ или приблизительно } K = \frac{4400000}{n^2 d^2} \text{ пуд.}$$

При мелкомъ дробленіи валки скоро изнашиваются, причемъ поверхность ихъ дѣлается неровною и дробленіе идетъ неравномѣрное. Во избѣжаніе неравномѣрнаго изнашиванія поверхности валковъ, приводъ строятъ къ одному только валку, другой же вращается вслѣдствіе только тренія,— или дѣлаютъ валки съ діаметрами незначительно разнящимися между собою. Если на валахъ обоихъ валковъ насажены зубчатыя колеса, то число зубцовъ также можетъ быть сдѣлано неравное.

[481.] **Приборы для равномѣрной нагрузки** руды въ валки могутъ быть обыкновенныя воронки съ отверстіемъ примѣрно въ 6″ или *самоскаты* (фиг. 5). Ходъ кривошипа $r = 1''$. Иногда кривошипъ или эксцентрикъ r замѣняются валкомъ съ кулакомъ q (фиг. 6 табл. 73); здѣсь p — пружина. При кулакахъ ходъ дѣлаютъ равнымъ $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}''$. Число ударовъ въ 3 или 4 раза болѣе числа оборотовъ валковъ. При самоскатахъ съ валками (фиг. 7) діаметръ валка $d = 8 - 12''$, скорость на окружности = 0,3′— 0,6′. Послѣднее устройство пригодно для мелкихъ сортовъ. Щель между бокомъ u воронки и валкомъ d оставляется большею или меньшею при помощи особой задвижки. Скорость вращенія валка d, а также и размѣръ щели опредѣляютъ собою величину подачи матеріала на дробильные валки.

[482.] **Валки бельгійскіе.** Въ Бельгіи, гдѣ весьма распространены валки, и гдѣ они часто замѣняютъ толчеи, — придаютъ имъ слѣдующіе размѣры:

1) *Для крупнаго дробленія* сортовъ отъ 15 — 60 mm., длина валковъ = 11″—15″, діаметръ = 22″—27″.

2) *Для средняго дробленія* сортовъ отъ 4 — 15 mm., длина валковъ = 15″, діаметръ = 18″.

3) *При мелкомъ дробленіи* сортовъ менѣе 4 mm., напр. полученныхъ отъ отсадки на рѣшетахъ, длина валковъ = 15″, діаметръ = 8— 12″.

Число оборотовъ, смотря по діаметру валковъ, измѣняется отъ 30 — 40.

Въ 24 часа на пару валковъ расходуется масла для смазки $^{8}/_{4}$ — 1 фунта.

Примѣчаніе. Противовѣсовъ съ рычагами не слѣдуетъ примѣнять къ валкамъ, они производятъ толчки; лучше ставить стальныя пружины, каучуковыя или деревянныя. Каучуковые буффера хороши при не столь твердыхъ рудахъ и сухомъ дробленіи [1]).

[483.] **Толчеи** [2]). Мелко-вкрапленныя руды подвергаются толченію обыкновенно при притокѣ воды, которая и уноситъ истолченную руду въ видѣ мути. На фиг. 8 (табл. 73) представленъ толчейный ставъ, a — толчейное корыто, b — чугунная плита или набивка толчейнаго корыта, c — песты, d — подпестникъ, e — направляющіе бруски, f — пальцы, n — водопроводный желобъ, m — желобъ для отвода толчейной мути, l — самоскатъ для руды, вращающійся около цапфъ o, s — ударный стержень, u — валъ съ кулаками, поднимающими пестъ подъ пальцы f.

Обозначимъ:

p = вѣсъ песта въ фунтахъ.

h = высота подъема въ футахъ.

f = площадь нижней поверхности подпестника.

W — величина полезнаго дѣйствія песта.

w — величина полезнаго дѣйствія песта на 1□″ нижней поверхности подпестника.

Будемъ имѣть:

$$W = p\,h,\ w = \frac{p\,h}{f} \text{ и } f = \frac{p\,h}{w}.$$

Полагаютъ:

для очень твердыхъ матеріаловъ . . . . . $w = 8{,}4$ фунт. фут.
„ средней твердости . . . . . $w = 7$ „ „
„ малой твердости . . . . . $w = 5{,}6$ „ „

Вѣсъ песта измѣняется отъ 136 до 680 фунт.

Чаще бываетъ 300 — 400 фунт.

При вѣсѣ всего песта въ 395 фунт. имѣемъ:

Вѣсъ собственно деревяннаго песта	143
„ подпестника	204
„ арматуры	48
Итого	395 фунт.

[1]) Нѣкоторыя данныя о валкахъ будутъ приведены еще въ Главѣ X.

[2]) Здѣсь будутъ описаны только обыкновенныя толчеи; устройство Калифорнскихъ пестовъ см. Главу XI.

Высота подъема песта: средняя = 8″, наибольшая = 12 (при крупномъ толченіи) и наименьшая = 4″ (при мелкомъ толченіи).

Зазоръ между двумя подпестниками = 1 до $1\frac{1}{2}$″ Высота подпестника = 9″. Подпестникъ изготовляется изъ твердаго чугуна. Форма горизонтальнаго поперечнаго сѣченія подпестника *должна быть квадратная.*

Набивку дѣлаютъ изъ утрамбованной твердой руды, иногда же кладутъ чугунную плиту толщиною = 6″ до 12″. Набивной подъ дѣлается толщиною = отъ 12″ — 24″. Промежутокъ между подпестниками и стѣнами корыта дѣлается въ $2\frac{1}{3}$″ — 3″.

[484.] **Выносъ мути изъ толчей.** Выносъ мути производится различно: или черезъ порогъ въ длинномъ бокѣ корыта, или черезъ сито, заправленное также въ длинномъ бокѣ[1]). Вообще, чѣмъ *тоньше должно быть толченіе, тѣмъ выше долженъ быть порогъ надъ днемъ толчейнаго корыта. При мелкомъ толченіи,* выносъ дѣлается черезъ порогъ; *при болѣе крупномъ толченіи* — черезъ сито. При выносѣ черезъ порогъ (фиг. 8), если величина зерна должна быть 1 mm., тогда высота порога = 15″ до 18″; при зернахъ въ 5mm. высота порога = 8″. Воды расходуется въ минуту отъ 0,5 до 0,9 куб. фут. на каждый пестъ. Выносъ черезъ порогъ несовершененъ, ибо при паденіи песта муть выходитъ неравномѣрно, а потому и степень измельченія непостоянна. Болѣе раціональное устройство представлено на фиг. 9. Каналъ выходитъ изъ толчейнаго корыта на высотѣ отъ дна = 4 до 5″. Глубина корыта = 9 до 15″. Расходъ воды на пестъ въ 1*м* = отъ 0,22 — 0,35 кубич. фут.

При крупномъ толченіи (болѣе 1 mm), какъ было уже замѣчено, порогъ долженъ быть расположенъ ниже; но при низкомъ расположеніи расходъ воды былъ бы значителенъ и степень измельченія была бы непостоянна. Вслѣдствіе этихъ неудобствъ, отверстіе для низкаго выноса прикрываютъ ситомъ (фиг. 10). Впереди сита *c* ставится щитъ *a*, въ разстояніи 3 — 4″, такъ что въ промежуткѣ *b* образуется подруда высотою въ 24″, муть же идетъ въ желобъ *w* черезъ насадку *a*, діаметръ которой = 8 до 12 линій.

При крупномъ толченіи, если нѣтъ щитка, высота порога (нижній край сита) надъ днемъ толчейнаго корыта дѣлается въ 3″, а при болѣе мелкомъ — отъ 5″ — 6″.

Расходъ воды въ послѣднемъ случаѣ на пестъ въ 1mm (при выносѣ черезъ сито, безъ щитка):

---

[1]) Имѣются примѣры выноса и черезъ короткую стѣнку корыта; но это въ приборахъ стараго устройства.

При толченіи на зерна въ 1mm.	0,6 куб. ф.
„ среднемъ толченіи на зерна въ 2mm.	1,1 „ „
„ крупномъ толченіи на зерна въ 4 — 8mm.	2,2 „ „

Для второго устройства со щиткомъ (фиг. 10) высота порога = 1 до $1\frac{1}{2}''$. Расходъ воды = 0,33 — 0,88 куб. ф.

Діаметры отверстій въ ситѣ должны быть нѣсколько больше діаметра зерна, которое намѣрены получить. Разстояніе сита отъ песта = 3″.

[485.] Очерчиваніе кулаковъ. Бородка z песта (фиг. 11) подхватывается кулакомъ a на горизонтальной линіи bo. Зацѣпленіе должно оканчиваться въ точкѣ m, на высотѣ $am = h$, гдѣ h — высота подъема. Профиль кулака долженъ быть разверткой, которая вычерчивается слѣдующимъ практическимъ способомъ: радіусомъ $r = oa$ (фиг. 11), величину котораго сейчасъ опредѣлимъ, описываютъ начальную окружность и вырѣзаютъ по ней шаблонъ; затѣмъ берутъ шнуръ длиною $am = h$, и, прикрѣпивъ конецъ его въ точкѣ a, обертываютъ около шаблона, — тогда другой конецъ шнура опишетъ профиль кулака mm'. Дуга $am' = am = h$.

Другой способъ очерчиванія кулаковъ, геометрическій (фиг. 12, табл. 74). Высота подъема $am = au = aa_5$. Дугу aa_5 раздѣляемъ, положимъ, на пять равныхъ частей и изъ точекъ дѣленія $a_1\ a_2\ a_3\ a_4\ a_5$, какъ изъ центровъ, описываемъ кривыя профиля кулака радіусами: $a_1b_1 = aa_1$, $a_2b_2 = aa_2 = 2aa_1$, $a_3b_3 = aa_3 = 3aa_1$, $a_4b_4 = aa_4 = 4aa_1$ и т. д.

Обозначимъ:

c — скорость подъема.
h — высота подъема.
n — число подъемовъ въ минуту.
m — число подъемовъ песта для одного оборота вала.
i — число оборотовъ вала въ 1′.
r — радіусъ начальнаго круга для кулаковъ.
g — ускореніе силы тяжести.
t — время между двумя послѣдовательными ударами песта.

Будемъ имѣть:

$t = \frac{60}{n}$

$t_1 = \frac{h}{c}$, время подъема въ секунд.

$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$, время паденія.

$t_3 = 0{,}2$ время покоя песта.

$t = t_1 + t_2 + t_3$ или $\frac{60}{n} = \frac{h}{c} + \sqrt{\frac{2h}{g}} + 0{,}2$ откуда

$$n = \frac{60}{\frac{h}{c} + \sqrt{\frac{2h}{g}} + 0{,}2}$$

Таблица II даетъ различныя величины для t, t_1, t_2, t_3, и n при различныхъ величинахъ h и c, наиболѣе часто принимаемыхъ на практикѣ.

Таблица II.

h	c	t_1	t_2	t_3	t	n
Футы.		Секунды.				Число подъемовъ.
1/3	1	1,333	0,147	0,2	0,680	88
2/3	1	0,666	0,207	0,2	1,073	56
1	1	1,000	0,254	0,2	1,454	41
1/3	1 1/4	0,266	0,147	0,2	0,613	98
2/3	1 1/4	0,533	0,207	0,2	0,940	63
1	1 1/4	0,800	0,254	0,2	1,254	48
1/3	1 1/2	0,222	0,147	0,2	0,569	105
2/3	1 1/2	0,444	0,207	0,2	0,851	70
1	1 1/2	0,666	0,254	0,2	1,120	53

Если S есть длина дуги начальной окружности между двумя кулаками, то —

$$S = ct = \frac{60c}{n}$$

$$2\pi r = mS \text{ или } r\pi n = 30mc$$

откуда

$$r = \frac{9{,}55}{n} mc \text{ и } m = 0{,}105 \frac{rn}{c},$$

также приблизительно $r = 1/4\ ih$.

$$S = \frac{2r\pi}{m} = h + \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} + 0{,}2\right)c,$$

откуда:

$$c = \frac{\frac{2\pi r}{m} - h}{\sqrt{\frac{2h}{g}} + 0{,}2}$$

Радіусъ вала дѣлается на $1'' - 2''$ менѣе радіуса начальнаго круга. Длина кулаковъ отъ начальной окружности опредѣляется изъ уравненія: $mo - no = \sqrt{h^2 + r^2} - r$. Толщина $mi = {}^1/_5 h$ до ${}^1/_4 h$. Длина бородки песта равна $mm' + {}^3/_4''$ до $1{}^1/_2''$, т. е. почти длинѣ кулака. Обыкновенно находимъ: $r = 1'$, число кулаковъ $= 4 - 5$, число оборотовъ вала $= 12 - 15$, число ударовъ песта $= 48 - 75$.

[486.] **Расположеніе кулаковъ на валу.** Для равномѣрности работы, уменьшенія прогиба вала и пр. слѣдуетъ располагать кулаки въ опредѣленномъ порядкѣ такъ, чтобы песты поднимались постепенно и въ каждый промежутокъ времени поднималось равное ихъ число. Положимъ, что въ ставѣ 5 пестовъ и каждый пестъ долженъ сдѣлать 4 удара за одинъ оборотъ вала. Развернемъ поверхность вала на плоскость (фиг. 13, табл. 74); линіи a, b, c, d, e будутъ представлять развернутыя окружности, по которымъ должны быть расположены кулаки; всего будетъ кулаковъ $= 4 \times 5 = 20$. Окружность вала раздѣлимъ на 20 частей. Мѣста кулаковъ въ пересѣченіяхъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ линій обозначены точками. На фиг. 14 представлено расположеніе кулаковъ, если толчея состоитъ изъ 5 ставовъ по 3 песта въ каждомъ.

Размѣры кулаковъ. На фиг. 15 представлены кулаки изъ дерева; cd — радіусъ производящаго круга, ce — радіусъ вала, $ef = 1{}^1/_2''$, $fg = 1{}^1/_2''$, $ff' = 6''$, ширина кулака $= 6''$, продолжительность службы $= 1 - 2$ лѣтъ [1]).

Деревянный палецъ представленъ на фиг. 16, толщина $= 4$ до $5''$, ширина $= 6''$, длина хвоста $= 10''$, ширина $= 2''$. Какъ кулаки, такъ и пальцы приготовляютъ также изъ чугуна, тогда толщина $ef = 1''$, $fg = 1''$, $ff' = 6''$. Закрѣпленіе кулаковъ и пальцевъ изъ чугуна можетъ быть произведено такъ, какъ и при деревянныхъ, при помощи шпонки k (фиг. 15).

[487.] **Производительность толчей и требуемая ими работа.** Если вѣсъ песта $= 342$ фунт., число подъемовъ въ минутѣ $= 60$, высота подъема $= 8''$, то въ 24 часа на каждый пестъ перерабатывается руды среднимъ числомъ:

При крупности зерепъ руды въ 2 mm	—	33	куб. ф.,	расход. воды	1,1	куб. ф.
„	„	„	„	„ 1 „	—	17,6	„	„	„	0,55	„
„	„	„	„	„0,5„	—	9,9	„	„	„	0,33	„

При автоматической нагрузкѣ руды въ толчею по самоскатамъ, достаточно двухъ человѣкъ на 120 пестовъ.

Если p — вѣсъ песта, c — число пестовъ, то работа песта въ секунду:

---

[1]) На фиг. 15 буква f' не поставлена: ff' — конецъ кулака, входящій въ валъ.

$N = \frac{phne}{60}$ фунт. фут., на кулачномъ валу $N' = \frac{4}{3}N$.

При толченіи на сортъ въ 0, 6 mm. на пар. лошадь въ часъ причитается:

Очень крѣпкой руды	136 фунт.
Крѣпкой руды	177 „

При толченіи на сортъ въ 1 mm. на 1 пар. лош. перерабатывается 327 фунт. руды. Производительность измѣняется съ величиной отверстій въ ситѣ. Если d — діаметръ отверстій въ ситѣ въ миллиметрахъ, то количество измельченной руды на 1 п. л. въ часъ будетъ:

$$p = 327\sqrt[5]{d^2} \text{ фунт.}$$

Обмывка и сортировка подрудка.

[488.] **Плоскіе обмыватели.** Подрудокъ обыкновенно бываетъ нечистъ, покрытъ глинистыми и т. п. веществами, которыя должны быть отдѣлены. Эта операція называется *обмывкой*. Обмывка обыкновенно сопровождается и сортировкой. Обмывка можетъ быть болѣе или менѣе энергична, смотря по степени чистоты подрудка. Для обмывки примѣняются плоскіе, коническіе или цилиндрическіе обмыватели. Плоскіе обмыватели (грохота) бываютъ подвижные и неподвижные. На фиг. 17, (табл. 74) представленъ неподвижный ступеньчатый обмывательный грохотъ. Вода прибываетъ изъ колоды o. Руда засыпается черезъ люкъ k на наклонную плоскость a, гдѣ рабочіе перемѣшиваютъ ее; далѣе она поступаетъ на грохота b, b' и т. д. для сортировки. Шламъ идетъ въ желобъ f и далѣе въ сортировку гидравлическую (W). Остающіеся на грохотахъ промытые сорта руды сгребаются; изъ нихъ самые крупные подвергаются ручной разборкѣ и дробленію, а мелкіе могутъ идти въ отсадку. Для удобства сгребанія остатковъ съ грохотовъ b, b', b'' и т. д., они имѣютъ наклонные бока. Уклонъ головной части прибора $a = 10^0$, при болѣе глинистыхъ рудахъ $= 5^0$. Размѣръ площади грохота = отъ 2 — $2\frac{1}{2}$ ф. въ квадратѣ. Наклонъ плоскости подъ грохотами = 12^0 — 15^0. Расходъ воды = 9 — 11 куб. фут. въ минуту. Въ часъ обрабатывается отъ 68 — 680 пудъ, смотря по чистотѣ руды.

Подвижные плоскіе грохота для обмывки примѣнялись на Гарцѣ; но они требуютъ много работы и теперь вездѣ замѣняются цилиндрическими или коническими обмывателями.

[489.] **Коническіе обмыватели.** На фиг. 18 представленъ эскизъ коническаго обмывателя. Барабану придаютъ слѣдующіе размѣры: средній діаметръ = 4 — 5′, средняя длина = 9′; уклонъ на 1 фут. длины: для

подрудка обыкновеннаго = 1″, для глинистаго подрудка — ½″; средняя скорость на окружности = 2½′, число оборотовъ въ 1 м. = 10, потребный объемъ воды въ 1 м. = 2,2 — 4,5 куб. ф. Производительность въ часъ: при обыкновенномъ подрудкѣ = 223 — 335 куб. фут., при очень грязномъ подрудкѣ = 116 куб. ф. Потребная работа = ½ — ¾ п. л.

Иногда барабанъ дѣлается изъ кубоваго желѣза толщиною отъ ⅜—½″; но обыкновенно изъ досокъ въ два ряда. Толщина наружныхъ досокъ = 1½ — 2; толщина внутренней оболочки 1″. Край *c* отверстія въ широкомъ концѣ долженъ лежать на 3″ ниже края *e* въ узкомъ концѣ.

Вода входитъ въ барабанъ черезъ трубку *e*, а руда по желобу *k* — самоската; *f* — пружина. Ширина желоба *k* = 12 — 15″, уклонъ = 15°, число толчковъ = 100 — 150 въ 1′, длина размаха = 1 — 2″.

Выносъ обмытой руды производится при посредствѣ лопатокъ *a* въ широкомъ концѣ барабана. Размѣры лопатокъ: длина = 6″, ширина = 6 — 9″, разстояніе между лопатками = 12″, наклонъ лопатки къ радіусу барабана = 24 — 30°.

Для рудъ болѣе нечистыхъ, глинистыхъ, необходима болѣе энергическая обмывка; тогда примѣняютъ двойной конической барабанъ (фиг. 19, Табл. 75); длина конуса *a* = 4,5′ — 5′, конуса *e* = 1,6 — 2′. Выносъ производится при посредствѣ внутреннихъ геликоидальныхъ реберъ, высота реберъ = 3″. Для болѣе совершенной обмывки внутри длиннаго конуса прикрѣпляютъ иногда лопастные зубья. Подобный обмыватель обработываетъ руды отъ 180 — 250 пуд. въ часъ, расходуя 700 кубич. ф. воды, при числѣ оборотовъ отъ 14 — 16.

[490.] **Соединеніе обмывки съ сортировкой.** Обмывка обыкновенно бываетъ соединена съ *предварительной сортировкой, а иногда и съ ручной разборкой.* Расположеніе всего устройства при этомъ принимаетъ слѣдующій видъ. Подрудокъ поступаетъ на плоскій грохотъ *z*, (фиг. 19), длина котораго = 2,6′, ширина = 2′, промежутки между колосниками = 50 mm. на эту рѣшетку притекаетъ струя воды. Непровалившіеся сорта руды (болѣе 50 mm.) поступаютъ въ ручную разборку; провалившіеся же (менѣе 50 mm.) идутъ въ обмывательный барабанъ *a* и *b*; далѣе руда поступаетъ въ цилиндрическій грохотъ *c*, въ которомъ одинъ (какъ на фиг. 19) или чаще два пояса отверстій — отъ 10 — 15 mm. и отъ 30 — 35 mm. Сорта руды, непровалившіеся чрезъ отверстія въ цилиндрическомъ грохотѣ, идутъ на вращающійся столъ *k*, гдѣ подвергаются ручной разборкѣ, которая даетъ: *богатый сортъ* — въ плавку, *мелко-вкрапленные и крупно-вкрапленные сорта* — въ дробленіе или толченіе и наконецъ пустую породу. Сорта отъ 10 — 35 mm. идутъ въ окончательную сортировку передъ промывкой (*N*).

Итакъ, отъ переработки крупнаго сорта и подрудка мы получили сорта руды, изъ которыхъ одни направились прямо въ плавку, другіе въ толченіе

и потомъ на гидравлическую сортировку (*W*) и наконецъ сорта, которые поступили въ дробленіе и потомъ въ сортировку на грохотахъ (*N*).

Сортировка по объемамъ передъ отсадкой.

[491.] **Плоскіе грохота.** Въ прежнее время эта сортировка производилась на плоскихъ грохотахъ; въ настоящее же время почти исключительно она совершается въ цилиндрическихъ или коническихъ грохотахъ, или барабанахъ.

Плоскій подвижной сортировочный грохотъ ф. 20, (табл. 75) представляетъ нѣсколько рѣшетъ, расположенныхъ одинъ подъ другимъ и помѣщенныхъ ниже дробильныхъ валковъ *w*. Размѣры: длина рѣшета = $1^1/_2$ — 2′; ширина, смотря по требуемой производительности.

Производительность на 1 фут. ширины, въ часъ:

При сортировкѣ подрудка — 111 куб. фут., крупнаго орѣшника — 67 куб. ф., крупной крупы — 45 куб. ф., мелкой крупы — 13 куб. фут.

Уклонъ при продольныхъ движеніяхъ отъ кривошипа = 16°. Число толчковъ въ 1 м. = 200, ходъ = 2 — 3″. Число отдѣльныхъ рѣшетъ = не болѣе 4. Для равномѣрности хода присоединяютъ маховое колесо; если вѣсъ прибора = 28 пуд. и число качаній = 200, то вѣсъ махового колеса = 685 фунт., діаметръ = 3′.

[492.] **Коническіе и цилиндрическіе грохота.** При грохотахъ коническихъ и цилиндрическихъ (съ наклонною осью), слѣдуетъ различать три системы сортировки:

1) Начинаютъ съ выдѣленія болѣе мелкихъ сортовъ и переходятъ къ крупнымъ.

2) Начинаютъ съ выдѣленія крупныхъ сортовъ и далѣе переходятъ къ выдѣленію мелкихъ.

3) Соединеніе первой и второй системы.

Фиг. 21 (табл. 75) представляетъ первый случай. Поясъ *a*, а иногда и *b*, дѣлается изъ проволочнаго сита. Недостатки этой системы: 1) поясъ *a* скоро засоряется и изнашивается, 2) крупные сорта увлекаютъ съ собою значительное количество мелкихъ сортовъ. Особенно эта система не удобна для мокрыхъ рудъ.

Уклонъ оси цилиндрическаго барабана = отъ 3 до 5°; діаметръ барабана = отъ 2 — 3′; длина пояса = minimum 2′; скорость на окружности = $2^1/_2$ — 3′, число оборотовъ = 18 — 25. Сита прикрѣпляются къ кольцамъ барабана подобно тому, какъ показано на фиг. 21 bis.

---

[1]) См. синоптическую таблицу.

Производительность на 1′ шир. въ 1 ч.: при сортировкѣ подрудка = 111 куб. ф., крупнаго орѣшника = 67 куб. ф., крупы = 28 куб. ф.

Вторая система которую можно назвать сортировкой *по остаткамъ*, представлена на фиг. 22. Здѣсь предъидущіе недостатки устранены; но приборъ получаетъ большую вышину.

Извѣстна еще третья смѣшанная система: тутъ сортировка производится концентрическими барабанами (фиг. 23). Эта система непрактична при сложныхъ рудахъ.

[493.] **Сложный сортировочный приборъ.** При сортировкѣ сложныхъ рудъ, когда требуется получить большое число сортовъ, то располагаютъ приборъ, какъ показано въ планѣ на фиг. 24. Въ общемъ сортировка относится ко 2-й системѣ; но каждый барабанъ сортируетъ по 1-й системѣ. A — обмыватель, B — непосредственно связанный съ нимъ сортировочный барабанъ съ двумя поясами отверстій: 6mm и 25mm. Всѣ сорта $<$ 6mm идутъ на барабаны c. Всѣ сорта отъ 6 — 25mm идутъ на барабаны d [1]). Описанный приборъ въ 24 часа обработываетъ 2500 пуд. руды. Отдѣльно, въ увеличенномъ масштабѣ подобный цилиндрическій барабанъ c или d представленъ на фиг. 24 bis (табл. 76). Оболочка b безъ отверстій, пояса a и c съ отверстіями. Сорта поступаютъ въ желоба n и m; наиболѣе крупный сортъ идетъ по скату p.

Барабаны, сдѣланные изъ проволочныхъ ситъ, сортируютъ лучше, нежели изъ продырявленныхъ листовъ; но первые скорѣе изнашиваются. Для песковъ отъ 0,7 до 1,5mm примѣняютъ барабаны, обтянутые ситами изъ латунной проволоки.

[494.] **Діаметры отверстій сортировочныхъ грохотовъ.** Механическая теорія отсадки на рѣшетахъ, изложеніе которой здѣсь не можетъ имѣть мѣста, даетъ слѣдующее правило для опредѣленія соотношенія между діаметрами отверстій въ смежныхъ поясахъ грохота. Если d_1 d_2 d_3 d_4 діаметры отверстій въ возрастающемъ порядкѣ, a и A удѣльные вѣса тѣлъ, составляющихъ рудную смѣсь, причемъ a относится къ болѣе легкому, а A къ болѣе тяжелому, то должны имѣть:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{d_2}{d_3} = \ldots \frac{a-1}{A-1}$$ [2]).

---

[1]) Приборъ предназначенъ для сортировки руды, состоящей изъ свинцоваго блеска, цинковой обманки, сѣрнаго колчедана и пустой породы.

[2]) Зерна руды, провалившіеся черезъ отверстія, діаметры которыхъ удовлетворяютъ выше приведенному уравненію, — называютъ *эквивалентными*, *равнопадающими* (gleichfällige) или *симфотическими*, т. е. такія зерна будутъ падать въ водѣ съ равными предѣльными скоростями; вотъ поэтому эти зерна и должны быть раздѣлены на грохотахъ, чтобы подвергнуться отсадкѣ на отдѣльныхъ приборахъ.

Напр., если руда состоитъ изъ свинцоваго блеска и кварца то получимъ:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{d_2}{d_3} = \ldots \frac{2,6-1.}{7,5-1.}$$

Слѣдовательно, діаметры должны представлять геометрическую прогрессію съ знаменателемъ $\frac{A-1}{a-1}$, и въ вышеприведенномъ частномъ случаѣ $\frac{7,5-1}{2,6-1} = 4,06$.

Если руды болѣе сложны, напр. состоятъ изъ свинцоваго блеска, цинковой обманки и кварца, то надо стараться раздѣлить частицы, удѣльные вѣса которыхъ наиболѣе близки, слѣдовательно въ данномъ случаѣ,— цинковую обманку отъ кварца; тогда знаменатель прогрессіи будетъ $\frac{4-1}{2,6-1} = 1,87$ и діаметры отверстій представятъ рядъ, (если положимъ, что наименьшій діаметръ долженъ равняться 1 mm.):

1—1, 8—3, 2—5, 7—10, 2—18, 3 mm.

На практикѣ-же для даннаго случая находимъ слѣдующіе ряды:

1) 1—2—3—4—6—8—10—15 mm. (Diepenlichen).
2) 0,5—1—2—3—5—8—13 mm. (Silberau).
3) 1—2—3—4—5—6—7 mm. (Laurenburg).

Очень часто вмѣстѣ съ свинцовымъ блескомъ и цинковой обманкой встрѣчается и сѣрный колчеданъ, тогда $\frac{A-1}{a-1} = \frac{4,6-1}{4-1} = 1,20$. Въ такомъ случаѣ на практикѣ дѣлаютъ слѣдующія отверстія въ грохотахъ:

1) 0,75—1—1,5—2—2,7—3,7 mm. (Welkenraedt).
2) 0,5—1—2—3—4—5—6—7—8—10—12—14—16—20—25 mm. (Anglenr).
3) 2—3—4—5—6—7—8—10—12—15—18—20—22—25—28—35 mm. (Bleyberg).
4) 0,7—1,4—2—2,7—3,7—5,2—7,2—10 mm. (Immekeppel).
5) 3,5—4,5—5,5—6,5—7,5—8,5—10—12—15—18—22—28 mm. (Engis).

Если руды еще болѣе сложны, такъ напр., содержатъ незначительное количество мѣднаго колчедана, блеклую руду и пр., то надо уже стараться выдѣлить эти частицы ручной разборкой.

Вообще, въ каждомъ частномъ случаѣ наивыгоднѣйшій діаметръ отверстій сортировочныхъ грохотовъ долженъ быть опредѣленъ непосредственнымъ опытомъ, основаніемъ для котораго могутъ послужить вышеприведенныя теоретическія соображенія.

Раздѣленіе по удѣльнымъ вѣсамъ, или собственно обогащеніе.

[495.] Основаніе отсадочныхъ приборовъ. Раздѣленіе по удѣльнымъ вѣсамъ происходитъ въ водѣ. Тѣла съ различными удѣльными вѣсами, при равныхъ объемахъ и однообразной формѣ, падая въ водѣ съ различными скоростями, натурально, будутъ располагаться на днѣ сосуда слоями, по удѣльнымъ вѣсамъ. На этомъ въ сущности основывается отсадка рудъ.

Для раздѣленія по удѣльнымъ вѣсамъ примѣняются приборы различнаго устройства, смотря по крупности сортовъ руды; но основаніе этихъ приборовъ одно и то же. Представимъ себѣ два сообщающихся сосуда a и b (фиг. 25, табл. 76). Въ сосудѣ b помѣщено рѣшето k, на которое поступаетъ рудная смѣсь. Въ сосудѣ a ходитъ поршень p, приводимый въ перемѣнно возвратное движеніе кривошипомъ r. При нисходящемъ движеніи поршня, вода, заключенная въ сосудѣ, входитъ въ отдѣленіе b, поднимаетъ рудную смѣсь на нѣкоторую высоту, при этомъ отчасти уже и сортируетъ. При восходящемъ движеніи поршня, вода въ b опускается, при чемъ зерна падаютъ въ нисходящей струѣ, разсортировываются по удѣльнымъ вѣсамъ и ложатся на рѣшетѣ k слоями. Теорія и практика показываютъ, что для успѣшной отсадки необходимо, чтобы:

a) *Скорость нисходящаго движенія поршня, или скорость восходящей струи воды въ сосудѣ b была относительно значительна, вообще на столько, чтобы струя въ состояніи была приподнять руду, помѣщенную на рѣшетѣ.*

b) *Нисходящая скорость струи должна быть малая, чтобы зерна разсортированной руды могли спокойно лечь на рѣшето.*

При помощи кривошипа такихъ перемѣнныхъ скоростей нельзя достигнуть, а потому здѣсь примѣняютъ часто кулаки или иногда кулису Ферберна. Послѣдній механизмъ встрѣчаемъ чаще въ приборахъ, служащихъ для обогащенія угля.

Кромѣ вышеприведенныхъ соображеній, для успѣшной отсадки должны быть выполнены еще слѣдующія условія:

1) Степень дробленія должна быть такова, чтобы при отсадкѣ получилось возможно большее количество *оконченныхъ*, т. е. окончательно обогащенныхъ сортовъ.

2) Зерна должны имѣть по возможности равные объемы и одинаковую форму. Степень измельченія должна быть опредѣлена опытомъ, сообразно свойствамъ руды.

3) Обмывка должна быть возможно тщательная.

4) Отверстія въ рѣшетахъ должны находиться въ извѣстномъ отно-

шеніи къ крупности сорта. Такъ, для сорта въ 9 mm., отверстія рѣшета = 2 mm.; для сорта въ 5 mm., отверстія рѣшета = 1 mm.

Отсадка орѣшника [1]).

[496.] **1. Періодически-дѣйствующее отсадочное рѣшето.** (Фиг. 25, табл. 76). Приборъ наполняется водой черезъ трубку *g*; бѣдная муть идетъ черезъ отверстіе *i*. Отверстіе съ пробкой *e* служитъ для спуска мути, осѣвшей на днѣ прибора. Размѣры и числовыя данныя: ширина рѣшета = $1\frac{1}{2}'$ длина = 2 — 3′, производит. въ часъ на 1 кв. ф. рѣшета = 4 куб. ф., число ударовъ поршня = 20 — 50, высота слоя руды на рѣшетѣ = 3 —6″, чѣмъ крупнѣе сортъ, тѣмъ тоньше слой. Отношеніе площади поршня къ площади рѣшета дѣлаютъ равнымъ $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ или 1. Здѣсь надо замѣтить, что при крупныхъ сортахъ лучше брать послѣднее отношеніе. Поршень составленъ изъ пяти досокъ, толщиною $1\frac{1}{2}$ до 2″. Высота хода поршня измѣняется съ сортами. Для сортовъ въ 10 mm. и болѣе 1,57″ — 1,97″; для сортовъ въ 4, 5 mm. — 1,18″; для сортовъ въ 1 — 2 mm. отъ 0,79 до 0,98″.

Число ударовъ поршня: при сортахъ болѣе $4\frac{1}{2}$ mm. = 45 —50, при сортахъ въ $4\frac{1}{2}$ mm. = 30 — 35, при сортахъ менѣе $4\frac{1}{2}$ mm. = 20 — 25. Въ 10 ч. смѣну на 4 прибора расходуется воды 385 куб. ф. На одно отсадочное рѣшето надо считать $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ п. л. Одинъ рабочій полагается на 2 рѣшета. Періодъ работы — около 5 м.; послѣ этого останавливаютъ поршень и снимаютъ верхніе, болѣе бѣдные слои; шлихъ богатый оставляютъ и дѣлаютъ вторую завалку. Богатый шлихъ отъ 2 завалокъ снимаютъ заразъ. Особенно пригодны для обработки на этихъ приборахъ сорта отъ 2 — 16 mm.

Обработка 1 тон. руды обходится: рабочіе 12 коп., машина 4 коп., содержаніе приборовъ 4 коп., всего 20 коп.

Періодически-дѣйствующее отсадочное рѣшето обыкновенно даетъ: 1) *богатый шлихъ* — въ плавку, 2) *смѣсь бѣдная* — въ дробленіе мелкое, потомъ въ сортировку и далѣе обрабатывается, какъ пески, 3) *пустая порода, или очень бѣдные сорта*. Впрочемъ, все зависитъ отъ того, какой сортъ руды послѣ ручной разборки подвергаютъ отсадкѣ.

Положимъ, имѣемъ руду: свинцовый блескъ + сѣрный колчеданъ + цинковая обманка + пустая порода. Положимъ, что послѣ ручной разборки получили сортъ: свинцовый блескъ + сѣрный колчеданъ + пустая порода. Послѣ отсадки на рѣшетахъ этого сорта получимъ: 1) пустая порода,

---

[1]) Сюда относятъ сорта вообще болѣе 3 mm.

2) свинцовый блескъ + пустая порода, 3) свинцовый блескъ, 4) свинцовый блескъ + сѣрный колчеданъ, 5) сѣрный колчеданъ. 1-й, 2-й и 5-й сорта суть *окончные*, остальные же должны идти въ переработку.

[497.] **2. Непрерывно-дѣйствующія отсадочныя рѣшета.** Извѣстно нѣсколько системъ непрерывно-дѣйствующихъ рѣшетъ, различающихся приспособленіями для непрерывнаго выноса раздѣленныхъ сортовъ.

а) Выносъ черезъ трубку съ муфтой (фиг. 26). Черезъ рѣшето проходитъ трубка *o*, черезъ которую нижній слой руды, осѣвшій на рѣшетѣ, всасывается *непрерывно*. Чтобы въ эту трубку попадалъ *только нижній слой*, устраивается предохранительная муфта *q*. Если руды сложныя, то соединяютъ нѣсколько подобныхъ приборовъ въ одну систему. Здѣсь первое рѣшето даетъ *черезъ трубку пилихъ*, идущій въ плавку. Второе рѣшето *черезъ всасывающую трубку даетъ вообще бѣдный сортъ*, требующій переработки, и наконецъ *черезъ порогъ втораго рѣшета получается весьма бѣдные сорта*, которые иногда перерабатываются, а иногда идутъ въ отвалъ. Муфта *q* можетъ опускаться или подниматься по желанію, (фиг. 26 bis), чѣмъ измѣняютъ толщину того слоя руды, который долженъ всасываться черезъ трубку. Для регулированія скорости выноса изъ трубки *o* служитъ нижняя муфта *i* съ полусферическимъ дномъ, которое можетъ болѣе или менѣе открывать нижнее отверстіе трубки *o*.

Бѣдные сорта руды (или пустая порода) черезъ порогъ *a* падаютъ въ ящикъ *p*, а вода переливается въ резервуаръ *b*. Въ этомъ резервуарѣ задерживаются послѣднія частицы породы, а вода архимедовымъ винтомъ *n* выкачивается и по желобу *v* идетъ опять на рѣшета (оборотная вода). Пустая порода изъ *p* удаляется архимедовымъ же винтомъ по желобу *t* и падаетъ въ вагонъ.

Описанный приборъ перерабатываетъ въ часъ отъ 50 — 90 пуд. Каждое отдѣленіе прибора имѣетъ размѣры:

Площадь поперечнаго сѣченія.....	3′ × 3′ 3″
Высота тѣла поршня.....	4″ — 6″
Зазоръ между поршнемъ и стѣнками...	½—1 лин.

Поршень приводится въ движеніе эксцентрикомъ, ходъ котораго можетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ 0 до 3″.

[498.] **Числовыя данныя для приборовъ со всасывающей трубкой.** *Діаметръ всасывающей трубы долженъ равняться учетверенному размѣру сорта обрабатываемой руды.* Такъ напр., при сортахъ отъ 5,6 mm. — 16 mm., діаметръ трубки долженъ быть = 22,4 mm. до 64 mm., или отъ 1″ — 2½″. *Діаметръ муфты равенъ утроенному діаметру трубки.*

Высота слоя матеріала на рѣшетѣ: при сортахъ въ 4 mm. = 5″ при сорт. въ 8 mm. = 7″, при сорт. въ 16 mm. = 9″.

Отверстія въ рѣшетахъ вообще нѣсколько меньше размѣровъ зеренъ даннаго сорта. Отверстія въ 4 mm. пригодны вообще для крупнаго орѣшника. При сортахъ въ 2 mm. отверстія дѣлаютъ 1 mm. и до 1,4 mm.

Число ударовъ поршня = 150 — 180 въ 1 м., *ходъ поршня* = 2″ для сортовъ 22,6 mm. и ½″ для сортовъ въ 4 mm., *расходъ воды* 1,2 к. фут. въ 1 м.

Производительность: при сортахъ въ 4 mm. перерабатывается 20 куб. ф. въ 1 часъ, при сорт. въ 8 mm. — 25 куб. ф., при сорт. въ 12 mm. — 30 куб. ф., при сорт. въ 16 mm. — 36 куб. ф., при сорт. въ 22,6 mm. — 40 куб. ф.

Надо здѣсь замѣтить, что для сортовъ болѣе 10 mm. это рѣшето даетъ относительно неудовлетворительные результаты.

Стоимость двойного отсадочнаго рѣшета около 350 руб., но двойное рѣшето болѣе простого устройства, безъ архимедов. винта и насоса, стоитъ около 100 руб.

Выносъ черезъ трубку имѣетъ тотъ недостатокъ, что всасываніе происходитъ *мѣстное*, а не по всей поверхности рѣшета.

[499.] Выносъ сортовъ черезъ продольную щель. На фиг. 27 (табл. 77) представлено непрерывно-дѣйствующее рѣшето для сортовъ отъ 17,78 mm. до 4,22 mm. Здѣсь богатые сорта съ рѣшетъ идутъ подъ пороги *b* и *e* въ желоба *ff* и далѣе по скатамъ *d* и *g* въ особые люки *m n*; на рѣшетахъ люковъ *n m* происходитъ отдѣленіе воды отъ руды. Бѣдный сортъ изъ *i* поступаетъ въ люкъ *o*. Всѣ сорта изъ *o*, *m* и *n* черезъ западни переводятся въ лари *u*. Ходъ поршня = 1⅜″, число ударовъ = 100 для крупныхъ и 120 для болѣе мелкихъ сортовъ. Сорта, осѣвшіе на днѣ приборовъ, выпускаются черезъ отверстіе *kk′* и идутъ по желобамъ *c′* въ освѣтительные ящики *rr′*.

При болѣе простыхъ рудахъ, какъ напр., состоящихъ изъ галмея и доломита, можно примѣнить съ большимъ успѣхомъ подобнаго устройства одинарное рѣшето, которое въ 10 ч. смѣну можетъ обработать 18 тон. руды. Расходъ воды = 0,875 — 1,050 куб. ф. въ 1′.

При болѣе мелкихъ сортахъ (отъ 2 — 4 mm) можно примѣнить двойное рѣшето подобно описанному; но первое снабжаютъ всасывающей трубой, а во второмъ выносъ совершается черезъ порогъ. Число ударовъ поршня = 120, высота хода = ¾″.

Надо замѣтить, что какъ при описанныхъ уже системахъ, такъ и при другихъ, въ случаѣ сложныхъ рудъ трудно получить въ одномъ приборѣ оконченные сорта, въ такомъ случаѣ ведутъ работу такъ, что устанавливаютъ два прибора, при чемъ первый даетъ относительно еще бѣдные сорта только *подготовляетъ*, а второй перерабатываетъ эти бѣдные сорта (доводитъ) и даетъ уже *оконченный* продуктъ, годный къ плавкѣ.

[500.] 3. Блейбергское непрерывно-дѣйствующее рѣшето. Приборъ изображенъ на фиг. 28 (табл. 78). Здѣсь выносъ шлиховъ совершается также черезъ всасывающую трубку D, прикрытую щиткомъ a. Щитокъ можетъ опускаться и подниматься и этимъ регулировать слой богатаго шлиха; g и e два порога: черезъ e совершается выносъ смѣси, а черезъ g—выносъ пустой породы. Площадь рѣшета $= 19{,}7'' \times 29{,}5''$.

[501.] Сравненіе періодически дѣйствующихъ приборовъ съ непрерывно дѣйствующими. Таблица III даетъ сравнительные результаты работы на

Таблица III.

Системы рѣшетъ.		Періодическо-дѣйствующее отсадочное рѣшето.	Непрерывно-дѣйствующее отсадочное рѣшето.
Количество переработанной руды въ 10 час.		210 пуд. или 66 куб. ф.	2200 пуд. или 700 куб. ф.
Содержаніе.		Пѣнка 13%, Свинца 17%	Свинца 17%, Пѣнки 13%
Получено.	Свинцоваго блеска.	27 пудовъ съ содержаніемъ свинца 80%	344 пуда съ содержаніемъ свинца 84%
	Промежуточныхъ сортовъ или смѣси.	73 п. { свинца 9%, пѣнка 35% }	695 п. { свинца 10%, пѣнка 35% }
	Пустая порода	79 пудъ съ содержан. пѣнка 2%	714 пуд. съ содержан. пѣнка 4%
Число рабочихъ.		1	3
Задѣльная плата.		43 коп. (за 35 кубич. фут. по 22½ коп.)	2 р. (за 35 куб. ф. по 10 коп.)

періодически и непрерывно-дѣйствующихъ приборахъ. Результаты показываютъ, что расходы на рабочихъ при непрерывно-дѣйствующихъ приборахъ на 60% менѣе, нежели при періодически-дѣйствующихъ. Но съ другой стороны, непрерывно-дѣйствующій приборъ оставляетъ въ пустой породѣ болѣе значительное количество цинка. Такъ что при сложныхъ рудахъ выгодно расположить работу такимъ образомъ, чтобы сорта кончались на періодически-дѣйствующихъ приборахъ.

Обогащеніе песковъ.

Здѣсь разсмотримъ приборы для обогащенія песковъ, т. е. сортовъ отъ $^1/_4$ mm. до 2 или 3 mm. Въ прежнее время эти сорта обработывались на гердахъ, теперь же находятъ выгоднѣе обработывать ихъ на отсадочныхъ рѣшетахъ особаго устройства. Впрочемъ, сорта до 2,37 mm. можно еще обогащать на обыкновенныхъ рѣшетахъ, напр. на двойныхъ: первое рѣшето можетъ быть снабжено центральной всасывающей трубой, а второе — съ выносомъ черезъ порогъ. — Такой примѣръ мы встрѣчаемъ на обогатительной фабрики въ Клаусталѣ.

[502.] а. Гарцевскія отсадочныя рѣшета (фиг. 29 табл. 78). Особенность этихъ приборовъ та, что шлихъ выносится не черезъ трубку, а *черезъ всю поверхность* рѣшетъ aa' и скопляется на днѣ прибора, откуда и выпускается періодически или непрерывно, оставляя отверстіе i въ днѣ постоянно открытымъ до извѣстной степени. Подобно другимъ приборамъ и здѣсь соединяютъ нѣсколько отсадочныхъ рѣшетъ въ одинъ сложный аппаратъ, обыкновенно состоящій изъ 2 — 6 ситъ, смотря по сложности руды. Полагаютъ, что для несложныхъ рудъ (напр. галмей + пустая порода) достаточно тройного прибора, или даже двойного; для болѣе сложныхъ — достаточно четырехъ рѣшетъ.

Черезъ продольную щель c бѣдные сорта поступаютъ въ воронку k; болѣе богатый шламъ идетъ изъ воронки по каналу z въ желобъ n, а бѣдный шламъ — черезъ порогъ воронки въ желобъ r.

[503.] Отверстія въ рѣшетахъ могутъ быть больше обработываемаго сорта. Рѣшето покрывается слоемъ отобранной руды болѣе крупнаго и богатаго сорта. Такъ, напр., для сорта въ $^3/_4$ mm. отверстія въ рѣшетѣ дѣлаютъ = 1 mm. ;толщина слоя отобранной руды (сортъ въ 2 mm) = 1,18″.

Число ударовъ поршня различно для различныхъ сортовъ и увеличивается съ уменьшеніемъ крупности сорта: для сорта въ 1 mm. — 100 ударовъ въ минуту, для сортовъ въ $^3/_4$ mm — 140, для сорт. въ $^1/_4$ — 150 до 200

Число ударовъ поршня можетъ быть равно для всѣхъ рѣшетъ одного и того же сложнаго прибора, или это число дѣлаютъ различнымъ, уменьшая для послѣднихъ рѣшетъ.

Величина хода поршня дѣлается различной: 0,275″ — 0,472″ при сортахъ отъ ¼ — 1 mm. (Welkenreadt). Для 1-го рѣшета = 0,590″, для 2-го — 0,394″, для 3-го и 4-го — 0,275″ при сортахъ въ 0,5 mm. (Anglenr). Для 1-го рѣшета — 0,394″, для 2-го — 0,275″, для 3-го — 0,197″ при сортахъ въ ¾ mm. (Rocheux).

Размѣры рѣшета = 35,4″ × 15,75″; поршень имѣетъ такіе же размѣры.

Расходъ воды, если выпускъ шлиховъ непрерывный, можно считать = 3,5 куб. ф. въ 1 м. при тройномъ приборѣ. Черезъ нижнее отверстіе въ днѣ прибора расходуется около 0,5 куб. ф. воды.

При обработкѣ на Гарцевскихъ рѣшетахъ получается нѣсколько сортовъ, между которыми имѣются уже совершенно оконченные.

Производительность Гарцевскихъ рѣшетъ относительно значительна, именно — отъ 4 до 10 тон. въ 10 часовую смѣну.

[504.] Примѣръ Гарцевскихъ рѣшетъ въ Welkenreadt. Здѣсь обрабатываютъ руду, состоящую изъ цинковой обманки + сѣрнаго колчедана + свинцоваго блеска + пустой породы. Всѣ сорта отъ 0,25 — 1 mm. идутъ на Гарцевскіе приборы съ тремя рѣшетами. При этомъ получаютъ:

1-е рѣшето — почти одинъ свинцовый блескъ — въ плавку; *2-е рѣшето* — сѣрный колчеданъ съ небольш. колич. свинц. блеска и цинк. обманки. *3-е рѣшето* — цинк. обманка. *Черезъ порогъ*—пустая порода.

Сорта изъ второго рѣшета, вторично обрабатываются на такомъ же приборѣ, который даетъ:

(b) *1-е рѣшето*. Свинцовый блескъ преимущественно (b). *2-е рѣшето*— сѣрной колчеданъ почти исключительно (c). *3-е рѣшето* — цинковая обманка преимущественно (d). *Черезъ порогъ*—цинковая обманка.

Классы (b) и (d) еще разъ переходятъ въ такую же обработку, послѣ чего получается изъ (b) свинцовый блескъ и смѣси, а изъ (d) — смѣси и цинковая обманка. Классъ (c) идетъ прямо въ продажу.

[505.] Автоматическая подача руды на приборы. Весьма важное условіе при Гарцевскомъ отсадочномъ рѣшетѣ — это равномѣрное поступаніе матеріала на рѣшето. Весьма хорошимъ приборомъ считается устройство, изображенное на фиг. 30 (табл. 78). Задвижкой *a* и числомъ оборотовъ валка *b* можно регулировать поступленіе матеріала, разбиваемаго струей воды изъ трубки *c*. При мелкихъ и жидкихъ пескахъ примѣняютъ простое устройство, изображенное на фиг. 29 и представляющее обыкновенный разбивной приборъ, о которомъ будетъ говорено ниже. Здѣсь *A* — скатъ, *x* — разбивочные кулаки.

Примѣчаніе. На фиг. 29 представлено двойное отсадочное рѣшето для мелкихъ сортовъ. Въ концѣ прибора помѣщена воронка *k* (см. ниже о воронкахъ). При помощи воронки въ ящикѣ *n* получаются сорта, которые могутъ быть еще обработываемы на штосгердѣ; въ желобъ *r* идетъ весьма

бѣдная муть, поступающая въ лабиринты. Иногда непосредственно послѣ прибора слѣдуютъ лабиринты Сорта, прошедшіе черезъ рѣшета aa', выпускаются черезъ ii въ ящики w.

[506.] 2. Штосгердъ. Этотъ приборъ былъ въ прежнее время весьма распространенъ въ Германіи для обработки песковъ; теперь же его замѣняютъ Гарцевскими рѣшетами. Штосгердъ примѣняется для мелкихъ песковъ. Его главный недостатокъ — періодическое дѣйствіе и невозможность полученія *оконченныхъ* сортовъ; приходится ставить рядомъ другой штосгердъ, на которомъ и доводятся сорта перваго прибора, — который назовемъ *подготовительнымъ*, а второй *доводнымъ* штосгердомъ.

Устройство штосгерда показано на фиг. 31 (табл. 79) a — завалочный ящикъ, b — рѣшето, c — разбивная доска, P — плосконь, mm' — шламовые ящики. При посредствѣ вала O съ кулакомъ, прибору сообщаются толчки, вслѣдствіе которыхъ зерна рудъ дольше удерживаются на плоскони P и сортируются по удѣльнымъ вѣсамъ. На плоскони получается два сорта: *1-й — головной*, болѣе богатый, идетъ на доводной штосгердъ и *2-й — хвостовой*, бѣдный, переработывается на томъ же штосгердѣ, иногда же на илангердѣ. Доводной штосгердъ даетъ *богатые* сорта, поступающіе въ плавку, и *бѣдные* сорта, идущіе въ толченіе и потомъ въ гидравлическую сортировку. Для успѣха работы необходимо, чтобы слой жидкаго матеріала, поступающаго на плосконь, былъ тонкій. Работа человѣка при штосгердѣ ограничивается только снятіемъ разсортированныхъ сортовъ.

[507.] Размѣры штосгерда и нѣкоторыя другія числовыя данныя:

Длина плоскони = 12′, ширина = 5′, высота бортовъ въ верху = 11″, высота бортовъ въ низу = 5″, длина тяги n = 4′, длина тяги m = 6′.

Уклонъ плоскони на 6′ длины — 5 — 8″ для болѣе крупныхъ сортовъ.
„ „ „ „ „ — 2 — 3″ „ самыхъ мелкихъ сортовъ.

Размахи плоскони для болѣе крупныхъ сортовъ — 5″.
„ „ „ „ мелкихъ „ 0,5″.

Число качаній при эластич. отбоѣ для болѣе крупныхъ сорт. 12 — 16.
„ „ „ неэластич. „ „ „ „ „ 40 — 50.
„ „ „ неэластич. „ „ „ мелкихъ „ 60 — 80.

Толщина слоя въ головной части послѣ окончанія процеса 6″ — 8″.

Въ $10\frac{1}{2}$ рабочихъ часовъ переработывается среднимъ числомъ — 68 пуд. Расходъ воды — 0,93 куб. ф. въ 1 мин.

Потребная работа при эластическомъ отбоѣ — 70 ф. ф., при неэластическомъ — 113 до 170 фунт. фут.

Для смазки въ 12 часовую смѣну потребляется — $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ лота масла. На 3 штосгерда полагается 2 рабочихъ.

[508.] **Гарцевскіе штосгерды.** На Гарцѣ устраиваются штосгерды двухъ размѣровъ.

1) *Малый штосгердъ для крупныхъ песковъ:*

Длина = 10′, ширина = $2^1/_2$′, уклонъ = 1″ на 10′, вѣсъ = 27 пуд., потребная работа = $^1/_2$ п. л., число качаній = 90 — 100, длина размаха = 2″.

2) *Большой штосгердъ для болѣе мелкихъ песковъ:*

Длина = 11′, ширина = $3^1/_2$′, уклонъ = $1^1/_2$″ на 11′, вѣсъ = 43 пуд., потребная работа = $^2/_3$ — $^3/_4$ п. л., число качаній = 70 — 75, ходъ = $1^1/_2$″, цѣна = 285 р.

Штосгердъ (большой или малый) получаетъ для обработки въ $1^м$ отъ 0,56 — 1,12 куф. ф. жидкаго шлама.

Большой штосгердъ въ 1 часъ можетъ обработать 20 п. мелкаго песку и даетъ 2,5 п. бѣднаго шлиха для доводного штосгерда, а этотъ послѣдній до 1,7 пуд. чистаго шлиха. Подготовительный процесъ длится 1 часъ, доводной — $^3/_4$ часа.

Одного доводного штосгерда достаточно для 4-хъ подготовительныхъ штосгердовъ.

[509.] **Бельгійскіе штосгерды.** Въ Бельгіи придаютъ штосгердамъ слѣдующіе размѣры:

	Для песковъ.	Для мелкихъ песковъ или шлама.
Длина	8,86′	9,84 — 13,12′.
Ширина	3,94′	4,26 — 4,92.
Уклонъ	$^1/_{20}$	$^1/_{25}$.
Число ударовъ	20 — 40	50 — 60.
Длина качаній	3,15″ — 7,09	1,57″ — 3,15″.
Расходъ воды	отъ 1,75 — 2,45 куб. ф.	

Періодъ промывки оканчивается, если слой руды на головѣ герда достигнетъ 3,94″ — 5,91″. Для одного штосгерда задолжается въ Бельгіи 2 женскихъ поденщины.

Гидравлическое отдѣленіе мелкихъ песковъ отъ шлама.

[510.] **Сорта, поступающіе въ гидравлическую сортировку.** Къ шламу, въ строгомъ смыслѣ слова, относятся самые мелкіе сорта рудъ, неощущаемые между пальцами и которые не могутъ уже съ выгодой обрабатываться на отсадочныхъ приборахъ. Всѣ болѣе крупные сорта, могущіе быть обработываемы на Гарцевскихъ рѣшетахъ, надо отнести къ группѣ песковъ. Такъ въ Welkenreadt съ успѣхомъ еще обработываются на Гарцевскихъ отса-

дочныхъ рѣшетахъ сорта въ $^1/_4$mm; слѣдовательно, сорта только менѣе $^1/_4$mm надо отнести къ шламамъ. Сортировочные грохота не раздѣляютъ сорта менѣе $^1/_2$mm, чаще даже менѣе $^3/_4$ mm. — ибо слишкомъ мелкія отверстія въ грохотѣ, скоро-бы засорялись. Слѣдовательно, чтобы отдѣлить собственно шламъ (менѣе $^1/_4$m) отъ мелкихъ песковъ (отъ $^1/_4$ — 1mm) необходимы спеціальные приборы, въ которыхъ сортировка по объемамъ производится уже гидравлическимъ путемъ.

[511.] Шламовыя воронки (Spitz-Kasten) фиг. 32 (табл. 80). Приборъ представляетъ рядъ пирамидальныхъ ящиковъ, соединенныхъ между собою желобами *bc*, *dc*, *fg* и т. д. Шламовая муть поступаетъ въ *a* и выходитъ въ *h*. Муть въ самыхъ воронкахъ находится въ спокойномъ состояніи; движеніе же наблюдается преимущественно на поверхности, по желобамъ. Приборъ состоитъ изъ 4 — 6 воронокъ. Зерна руды изъ мути прежде всего осаждаются въ воронкѣ № 1, на протяженіи *ab* и собираются на днѣ. Понятно, что въ первой воронкѣ будутъ осаждаться зерна наибольшей величины и удѣльнаго вѣса, и эта сортировка будетъ тѣмъ совершеннѣе, чѣмъ меньше протяженіе *ab*. Вслѣдствіе этого размѣры воронокъ должны идти въ возрастающемъ порядкѣ, имѣя въ виду, что-бы матеріалъ изъ первыхъ воронокъ былъ лучше разсортированъ, такъ какъ онъ предназначается для отсадочныхъ рѣшетъ. Выпускъ сортовъ производится черезъ отверстіе *a*. Если же желаютъ получить постоянный истокъ осѣвшаго шлама, тогда дѣлаютъ отверстіе на нѣкоторой высотѣ, какъ представлено на фиг. 33. Здѣсь, при болѣе крупномъ шламѣ, въ первыхъ воронкахъ, отверстіе *a* располагается ниже верхняго края воронки на высотѣ 3 — $3^1/_2'$; при мелкомъ шламѣ—на высотѣ 2—$2^1/_2'$. Діаметръ отверстій = $^1/_4$ — $^3/_4''$.

[512.] Размѣры воронокъ. Риттингеръ даетъ слѣдующіе размѣры для обыкновенныхъ воронокъ при суточной переработкѣ 610 пуд. мелкихъ сортовъ:

	Длина.	Ширина.	Глубина.
Размѣры 1-й воронки.....	5,68	1,41	3,77 футъ.
„ 2-й воронки.....	8,53	2,29	5,68 „
„ 3-й воронки.....	11,35	4,26	7,55 „
„ 4-й воронки.....	14,17	7,55	9,45 „

Разсчитываютъ, что на 1 куб. ф. поступающей мути въ 1 часъ должно приходиться 0,09 ф. ширины первой воронки. Соотношеніе ширины воронокъ вообще должно выражаться рядомъ: 1 — 2 — 4 — 8 и т. д. Длина первой воронки обыкновенно около 6′, длина слѣдующихъ воронокъ возрастаетъ на 3′, т. е. вторая будетъ имѣть длину — 9′, третья — 12′ и т. д.

[513.] **Шламовая воронка съ восходящей струей воды** (фиг. 34) есть только видоизмѣненіе перваго типа. При опредѣленной скорости восходящей струи воды (что производится трубкой *a* съ краномъ), болѣе тяжелыя зерна будутъ падать на дно прибора, а болѣе легкія будутъ уноситься струей. Того же самаго можно достигнуть расположеніемъ, показаннымъ на фиг. 35. Здѣсь скорость струи регулируется поднятіемъ или опусканіемъ внутренней воронки *A*. Измѣненныя воронки вообще даютъ лучшіе результаты.

Уклонъ боковъ воронки дѣлается не менѣе 50°. Длина боковъ первой воронки = 3′, для второй воронки = 5′. Скорость струи въ капалѣ *b* (фиг. 35), если обработывается сортъ примѣрно въ 0,6mm, будетъ: въ 1-й воронкѣ — $v = 2{,}3''$, во 2-й — $v = 0{,}94''$, въ 3-й $v = 0{,}37''$, въ 4-й $v = 0{,}15''$. При 6 воронкахъ: въ 1-й — $v = 4{,}8''$, во 2-й — $v = 2{,}4''$, въ 3-й — $v = 1{,}2''$, въ 4-й — $v = 0{,}6$, въ 5-й — $v = 0{,}3''$, въ 6-й — $v = 0{,}15''$.

Ширина капала $b = 1{,}9''$ для 1-й воронки, для другихъ увеличивается, ибо скорость должна умепьшаться.

[514.] **Примѣры.** *Въ Welkenraedt* установлено 6 обыкновенныхъ воронокъ (какъ на фиг. 32), на которыя поступаетъ весь матеріалъ, прошедшій черезъ отверстіе грохота въ 1mm. Изъ первыхъ трехъ воронокъ получаются сорта:

Изъ 1-й воронки — отъ 0,75 — 1mm, изъ 2-й — отъ 0,50 — 0,75mm, изъ 3-й — отъ 0,25 — 0,50mm.

Всѣ эти сорта обработываются еще на Гарцевскихъ рѣшетахъ. Сорта же, полученные изъ 3 послѣднихъ воронокъ, обработываются какъ *„собственно шламъ"*.

Въ Silberau на воронки поступаетъ сортъ, прошедшій черезъ отверстіе грохота въ 0,5mm. Здѣсь только одна воронка, осадокъ которой идетъ на штосгердъ. Далѣе за воронкой установлены лабиринты.

[515.] **Шламовые лари и лабиринты**, представляютъ болѣе простое устройство, но менѣе совершенное нежели воронки. Въ головныхъ ларяхъ осаждаются зерна наибольшей величины и наибольшаго удѣльнаго вѣса. Фиг. 36 представляетъ ларь. Такихъ ларей, смотря по количеству шлама, можетъ быть установлено рядомъ нѣсколько штукъ.

Ширина перваго ларя разсчитывается такимъ образомъ, чтобы на 1 куб. ф., поступающаго въ 1 м. на приборъ шлама, приходилось 6″ ширины. Послѣдующіе лари имѣютъ большую ширину; если ширина перваго, положимъ, равна 1, то ширины вообще всѣхъ ларей составятъ геометрическую прогрессію съ знаменателемъ равнымъ 1,5, т. е. 1 — 1,5 — 2,25 — 3,37. Длина перваго ларя дѣлается равной 12 фут., а послѣдующаго увеличивается на 6′. Глубина ларей = отъ 10″ — 12″. Уклонъ

перваго ларя = $^1/_3'' - ^3/_4''$ на 7′, всѣ остальные лари горизонтальны. Перегородка *c* не доходитъ до дна ларя на 1″—2″.

Въ прежнее время, до примѣненія воронокъ, обыкновенно прибѣгали къ такъ назыв. лабиринтамъ. Это родъ продолговатыхъ ящиковъ, поставленныхъ одинъ возлѣ другого (короткими или длинными боками) и сообщающіеся между собою черезъ перегородки. Два головныхъ ящика имѣютъ размѣры:

1-й головной (chossgerenne): — длина = 5,65′, ширина = 9,45″, глубина въ головѣ = 7,16″, въ хвостѣ = 2,83″.

2-й головной ящикъ (Unterschossgerenne): — длина = 3,78′, ширина = 9,45″, глубина = 5,67″ и 2,83″.

За этими двумя ящиками слѣдовали собственно лабиринты (Schlammgerenne) съ почти горизонтальнымъ дномъ; длина вмѣстѣ взятыхъ ящиковъ доходитъ до 100′ и болѣе, ширина = 9,45″, такая же глубина, а длина каждаго ящика = около 6′.

Часто въ настоящее время слѣдомъ за воронками ставятъ лабиринтъ или ларь (напр. Целлерфельдъ). Въ головѣ лабиринтовъ могутъ быть поставлены такіе два ларя, какъ выше описано.

Муть, которая оставляетъ лабиринтъ, направляется въ *наружные бассейны*, устроенные внѣ фабрики; это тѣ-же ящики, какъ и лабиринты, но большихъ размѣровъ (глубиною — около 3′ и болѣе); послѣ бассейновъ муть идетъ въ водоотводную канаву.

Обогащеніе, или промывка шламовъ.

[516.] **Разбивное устройство гердовъ.** Раздѣливъ мелкіе пески отъ собственно шлама, отсылаютъ первые на Гарцевскія рѣшета (въ *q*), а собственно шламъ обработывается вообще на гердахъ. Въ головѣ каждаго подобнаго прибора находится *разбивное* устройство для разжиженія шлама и способствующее распредѣленію его ровной струей по плоскости герда. Фиг. 37, *AB* представляетъ разбивное устройство одного изъ гердовъ. Шламъ заваливается въ ящикъ *b*. Вода изъ крана идетъ по каналу *a* β и вступаетъ въ ящикъ, изъ котораго выноситъ шламъ черезъ отверстіе *c* на рѣшето *c*; здѣсь шламъ можетъ, по усмотрѣнію, еще болѣе разжижаться струей воды изъ крана *g* и затѣмъ падать на разбивную доску *z*. На наклонной плоскости *z* укрѣплены разбивные кулаки, при посредствѣ которыхъ шламъ ровной струей распространяется далѣе по плоскости герда *Bd*. Длина ящика *b* = 3 — 4′, ширина = $1^1/_2'$, высота = $1^1/_4'$, уклонъ дна = 12 — 15°.

Уклонъ разбивной доски *z* для тяжелыхъ и крупныхъ шламовъ = 24″,

для болѣе мелкихъ = 16″, для очень тонкихъ шламовъ = 10 — 12″, длина доски $z = 5'$.

Для разжиженія болѣе вязкихъ, густыхъ шламовъ, иногда устраиваютъ въ ящикѣ b колесо съ лопатками для перемѣшиванія.

[517.] **Лежачій гердъ** фиг. 37, b — шламовый ящикъ, c — рѣшетка, z — разбивная доска, a' — лежачій гердъ, на концѣ закрытый щиткомъ d съ 3-мя отверстіями; m — доска для прохода рабочихъ, i — ларь для отвода мути. Отверстія въ щиткѣ закрываются пробками по мѣрѣ накопленія шлиховъ на плоскони герда. Рабочій гребкомъ способствуетъ промывкѣ, подворачивая шламъ осторожно, къ головѣ плоскони. Какъ только на плоскони накопится достаточное количество шлама, его раздѣляютъ на 4 части: *1-я часть* — головная, самая богатая — *шлихъ*, промывается окончательно на сосѣднемъ гердѣ съ большимъ наклономъ. *2-я часть* оборачивается снова въ шламовый ящикъ. *3-я часть* промывается на сосѣднихъ гердахъ. *4-я часть* идетъ въ отвалъ; муть проводится въ зумфы.

Лежачій гердъ особенно пригоденъ для крупнаго шлама съ тяжелой рудой и легкой пустой породой. Длина плоскони $Bd = 10 — 12'$, ширина = $5'$, высота бортовъ = $1'$.

При ширинѣ герда въ $5'$, въ 1 минуту проходитъ на него жидкаго шлама: при крупномъ шламѣ — отъ 0,6 до 0,8 куб. ф., при болѣе мелкомъ шламѣ — отъ 0,11 до 0,13 куб. ф.

Содержаніе шлама на 1 куб. фут. воды: при крупномъ шламѣ — 62 фунт. при мелкомъ — 31 фунт.

Уклонъ герда при длинѣ въ $12'$: при крупномъ шламѣ — 8°, при болѣе мелкомъ — 6°, при очень мелкомъ — $3\frac{1}{2}$ до $2\frac{1}{2}$°.

За одинъ разъ перерабатывается отъ 100 — 136 пуд. шлама, причемъ процесъ продолжается отъ 3 — 4 часовъ, если шламъ крупный, и отъ 10 — 12 часовъ, если онъ мелкій. Надо разсчитывать на каждые 41 пуд. шлама 1 гердъ.

Для переработки 340 пуд. сухого шлама требуется поденщиковъ: при крупномъ шламѣ 3 — 4, при самомъ мелкомъ — 8 до 10, среднимъ числомъ — 5 2.

[518.] **Шлемграбенъ** (фиг. 38, табл. 81) примѣняется для крупныхъ, легко разбивающихся шламовъ. Устанавливаютъ по три прибора рядомъ. Завалка шлама производится въ ящикъ k, изъ котораго гребкомъ производятъ завалку порціями около $\frac{1}{2}$ куб. ф. на плосконь a. Вода изъ желоба r по канапу поступаетъ въ отдѣленіе l, откуда черезъ перегородку t падаетъ на плосконь. Работа на шлемграбенѣ ведется также, какъ и на лежачемъ гердѣ. Получаютъ обыкновенно три сорта: 1-й (до половины длины герда) идетъ на вторичную промывку на сосѣднемъ гердѣ; 2-й обращается въ ящикъ k; 3-й обработывается на плангердѣ. Осадокъ изъ хвостовыхъ желобовъ

идетъ на кергердъ. Длина шлемграбена = 12 — 14′, ширина = 22″, глубина = 22″, уклонъ = 5°.

Расходъ воды въ 1 минуту: при нечистыхъ шламахъ — около 1 к. ф. при чистыхъ — ½ куб. фут.

Производительность: при нечистыхъ шламахъ въ 10-ти часовую смѣну перерабатываютъ 369 куб. ф.

[519.] **3. Кергердъ** (ф. 39). Завалочный ящикъ и разбивная доска могутъ быть устроены подобно тому, какъ и при вышеописанныхъ приборахъ или, какъ на фиг. 39, гдѣ *i* желобъ для чистой воды и *u* желобъ для жидкаго шлама. Въ хвостовой части кергерда сдѣланы продолговатыя отверстія *a*, *b* и *c*, которыя закрываются клапанами. На головную часть прибора пускается разжиженный шламъ. На плоскони осаждаются тяжелыя рудныя частицы, а муть идетъ въ каналъ *P*. Коль скоро образовалось на плоскони достаточно осадка, останавливаютъ притокъ шлама и пускаютъ чистую воду, причемъ рабочій работаетъ гребкомъ или метлой. Легкія частицы уносятся водой въ открытое отверстіе *c*. Затѣмъ открываютъ отверстіе *b* и продолжаютъ работу, при чемъ уже болѣе тяжелыя частицы, т. е. болѣе богатыя идутъ въ отверстіе *b*. Далѣе открываютъ отверстіе *a* и метлой сгоняютъ остатокъ съ герда въ отверстіе *a*; этотъ остатокъ — самый богатый и можетъ идти прямо въ плавку. Вообще продукты обработки на кергердѣ получаются слѣдующіе: 1) *богатый шлихъ* изъ отверстія *a*, 2) *бѣдный шламъ* изъ отверстія *b*, онъ подвергается вторичной переработкѣ на подобныхъ же приборахъ, 3) *очень бѣдный шламъ* изъ отверстія *c*, обрабатывается на подобныхъ же приборахъ вмѣстѣ съ шламами, полученными отъ другихъ процесовъ.

На фиг. 40 представлено другое видоизмѣненіе кергерда. Для того, чтобы направить продукты обработки въ ящикъ *l* ставятъ насадку *l′*; чтобы направить продукты въ *s*, стоитъ только замѣнить насадку *l′* подобной же, но только длиннѣе.

Размѣры кергердовъ: длина = 12′, ширина = 4′, уклонъ для болѣе крупнаго шлама = 10 — 12°, для тонкаго шлама = 5 — 6°.

Количество поступающей мути въ 1 м., смотря по крупности шлама = отъ 0,08 — 0,6 куб. ф.

Содержаніе руднаго вещества въ 1 куб. ф. воды: при крупныхъ шламахъ = 18 — 22 фунт., при мелкомъ шламѣ = 6 — 9 фунт.

Продолжительность одного періода обработки: среднимъ числомъ = около 8 минутъ. *Производительность прибора* среднимъ числомъ = 20 пуд. въ 10½ рабочихъ часовъ.

При 2 приборахъ задолжается одинъ рабочій (по Риттингеру). При полной системѣ, т. е. при трехъ приборахъ, задолжается 1 взрослый рабочій и 3 подростка (по Рино).

Можно положить, что на 1 ставъ толчей въ 3 песта, надо задолжить не менѣе 8 кергердовъ.

[520.] **4. Плангердъ** — это тотъ же кергердъ, но безъ отверстій въ хвостѣ и покрытый парусиной. Его дѣлаютъ значительной длины и примѣняютъ для жидкихъ, мелкихъ и бѣдныхъ шламовъ. По накопленіи шлиховъ парусину снимаютъ и обмываютъ въ шлиховомъ ящикѣ.

[521.] **5. Непрерывно-дѣйствующій, вращающійся кергердъ.** На фиг. 41 (табл. 81) представленъ выше названный приборъ. Приборы устанавливаются обыкновенно попарно, одинъ ниже другого. Гердъ представляетъ вращающійся коническій столъ. Около оси *c* подвѣшенъ (неподвижно) кольцевой желобъ *p*, раздѣленный перегородками *ff* и имѣющій продырявленное дно. Подъ нижнимъ краемъ герда *a* укрѣпленъ кольцевой желобъ *F*, раздѣленный перегородками *M*, *N* и *P*. Жидкій шламъ поступаетъ въ отдѣленіе *b* желоба *p* и падаетъ на гердъ, при этомъ самыя бѣдныя частицы уносятся въ отдѣленіе *M N*. Далѣе, подъ вліяніемъ струй чистой воды изъ отдѣленія *i*, а также гребковъ *g*, болѣе богатыя частицы сносятся въ отдѣленіе *NP*. Наконецъ на самомъ гердѣ остаются самыя богатыя части, которыя при посредствѣ двигающихся щетокъ *k* и струй воды изъ трубы *q* сносятся въ отдѣленіе *PM*. Гердъ продолжаетъ вращаться, снова шламъ поступаетъ изъ *b* и такимъ образомъ работа идетъ *непрерывно*. Получается три сорта продуктовъ: *1-й сортъ* изъ отдѣленія *PM*, самый богатый, можетъ идти прямо въ плавку; *2-й сортъ* изъ отдѣленія *NP* поступаетъ на верхній круглый гердъ 2-й подобной-же пары приборовъ; *3-й сортъ*, самый бѣдный, — на нижній гердъ разсматриваемой пары. Здѣсь получается также 3 сорта, изъ которыхъ самый богатый идетъ въ заводъ, самый бѣдный въ отвалъ и промежуточный присоединяется ко 2 сорту верхняго герда. Вторая пара круглыхъ гердовъ даетъ: *Верхній гердъ*—1) шлихъ—въ заводъ; 2) средній сортъ — на нижній круглый гердъ и 3) бѣдный шламъ — на плангердъ.

Нижній гердъ: 1) нечистый шлихъ — на верхній гердъ 1-й пары, 2) средній сортъ — возвращается на верхній гердъ 2-й пары и 3) пустая порода — въ отвалъ.

Размѣры: діаметръ верхняго герда = 18′, нижняго герда = 16′, уклонъ = $^1/_{12}$, діаметръ вертик. вала = $1^1/_2$′. Полный оборотъ герда продолжается отъ $2^1/_2$ — 5 минутъ; чѣмъ легче шламъ, тѣмъ скорѣе гердъ долженъ вращаться.

Расходъ воды въ 1′ на каждый двойной гердъ = $4^1/_2$ — 9 куб. ф. Потребная работа = $^1/_2$ п. л. Производительность = 4 — 5 топ. въ 10 ч. Задолжается на каждый гердъ 1 подростокъ.

[522.] **Штосгердъ Риттингера.** Для обработки шламовъ, въ виду уменьшенія задолженія рукъ и увеличенія производительности, пробовали при-

мѣнять обыкновенный штосгердъ, который, какъ извѣстно, даетъ хорошіе результаты при обработкѣ мелкихъ песковъ, или крупныхъ шламовъ. Опыты показали однако, что для шламовъ обыкновенный штосгердъ мало пригоденъ; онъ весьма плохо промываетъ и имѣетъ малую производительность. Для мелкихъ шламовъ Риттингеръ изобрѣлъ штосгердъ *съ боковымъ движеніемъ и непрерывно-дѣйствующій*.

Основаніе непрерывно-дѣйствующаго штосгерда слѣдующее. Представимъ наклонную плоскость $ACDE$, фиг. 42 (табл. 82). Кулакъ w отодвигаетъ гердъ по направленію обратному стрѣлкѣ f, затѣмъ кулакъ оставляетъ гердъ, который подъ вліяніемъ пружины f' получаетъ толчекъ, ударяясь въ отбой p. Шламъ прибываетъ черезъ AB, чистая вода — по всему протяженію BC. Частицы смѣси подъ вліяніемъ толчковъ и струи воды сортируются по удѣльнымъ вѣсамъ, описывая нѣкоторыя кривыя, и попадаютъ въ промежутки a, b, c. При этомъ самые богатые сорта будутъ располагаться въ отдѣленіяхъ ближе къ E. На фиг. 42 представлено полное устройство штосгерда Риттингера въ планѣ и въ разрѣзѣ.

Къ рамѣ, установленной на колонахъ b, подвѣшенъ на тягахъ n двойной гердъ a' и a'. Плоскость приготовляется изъ досокъ и покрывается холстомъ, пропитаннымъ каучукомъ. Валъ съ кулаками приводится въ движеніе безконечнымъ ремнемъ. Величина качаній штосгерда можетъ регулироваться большимъ или меньшимъ выдвиганіемъ отбоя p изъ чугуннаго цилиндра. Направляющія перегородки могутъ быть передвигаемы для увеличенія или уменьшенія промежутковъ между ними; этимъ регулируютъ степень относительнаго богатства получаемыхъ сортовъ. Штосгердъ Риттингера обыкновенно даетъ три сорта продуктовъ: 1) *богатый сортъ* — въ плавку, 2) *смѣсь* — въ переработку и 3) *пустая порода*, или очень бѣдные сорта.

[523.] Размѣры штосгерда Риттингера: длина $= 8'$, ширина $= 4'$, уклонъ для крупнаго шлама $= 6°$, уклонъ для мелкаго шлама $= 3°$, ширина русла для провода шлама $= 1'$, проходитъ жидкаго круп. шлама въ $1' = 0{,}22$ куб. ф., тонкаго шлама $= 0{,}11$ куб. ф. Въ 1 куб. фут. жидк. и крупн. шлама заключ. руды — 18 фунт., а въ тонкомъ — $7\frac{1}{2}$ фунт. Расходъ воды при ширинѣ русла въ $3' = 0{,}67$ куб. ф. при круп. шламѣ и $0{,}40$ — при тонкомъ. Число качаній въ $1' = 70$ — 80 при круп. шламѣ и 90 — 100 при тонкомъ. Длина размаха $= 2\frac{1}{2}''$ для круп. шлама и отъ $\frac{3}{4}$ — $1''$ для тонкаго. Потребная работа для 1-го двойного прибора $= \frac{1}{4}$ н. л. Производительность 4-хъ двойныхъ приборовъ въ 24 часа $= 680$ — 850 пуд. Задолжается на 1 двойной приборъ — 1 рабочій.

Въ Бельгіи строятъ штосгерды Риттингера металлическими; приводимъ нѣкоторыя данныя, относящіяся до этихъ Бельгійскихъ штосгердовъ: длина $= 8{,}5$ — $9{,}8'$, ширина $= 4{,}9'$ — $5{,}6'$, число качаній $= 200$ —

300, длина размаха = 0,39 — 0,98″ для шламовъ и отъ 1,18 — 2,56″ для мелкихъ песковъ. Расходъ воды въ 1′ = 0,5 — 0,7 куб. ф. для мелкихъ песковъ и 4 куб. ф. для шлама. Производительность въ часъ на 1 двойной приборъ = отъ 15,75 до 19,25 куб. ф.

Данныя для проектированія обогатительныхъ фабрикъ.

[524.] **Примѣръ 1.** Ниже приводимъ таблицу, представляющую числовыя данныя относительно обогатительныхъ приборовъ въ Пршибрамѣ. Эти

ПРИБОРЫ.	
Отсадочныя непрерывно-дѣйствующія рѣшета для орѣшника.	Для крупныхъ сортовъ.....
	Для среднихъ сортовъ.....
Гарцевскія отсадочныя рѣшета для песковъ.	Для мелкихъ сортовъ.....
	Для очень мелкихъ сортовъ.....
Штосгердъ Риттингера обрабатываетъ шламы. (При 240 размахахъ штосгердъ работалъ плохо, а потому число размаховъ слѣдуетъ уменьшить до 200).	
Толчеи, 1 пестъ вѣсомъ 146 фунт., подъемъ 10″.....	
Обмыватель съ сортировочными барабанами.....	

данныя могутъ быть полезны для составленія соображеній по устройству новыхъ фабрикъ.

Примѣчаніе къ таблицѣ. Непрерывно-дѣйствующія отсадочныя рѣшета имѣютъ выносъ шлиха черезъ всасывающую трубку, такого устройства, какъ описано выше и съ двумя рѣшетами, имѣющими размѣры $16'' \times 32''$, поршень такихъ же размѣровъ.

[525.] **Примѣръ 2.** *Целлерфельдская обогатительная фабрика.* Прборы этой фабрики, ихъ расположеніе и пр. считаются образцовыми.

Руда, поступающая на фабрику, состоитъ изъ *серебристаго свинцоваго блеска* (200 gr. серебра на 1 kil. руды) съ пустою породою (кварцъ, глинистый сланецъ и сѣрая вакка).

Обрабатываемые сорта.	Длина хода поршней или размахъ питоствердовъ.	Число качаній въ 1′.	Расходъ воды въ 1′.	Количество перерабатываемой руды въ част.		Потребное число паровыхъ лошадей.
				Объемъ.	Вѣсъ.	
mm.	дюймы.		куб. ф.	куб. ф.	пуд.	пар. л.
16 — 22	2,05	120	1,295	3,92	91,5	
12 — 16	1,57	160	1,295	35,32	82,4	
9 — 12	1,57	160	1,295	28,73	67,1	
6 — 9						
4 — 6	1,02	160	0,945	2,22	51,8	1
3 — 6	0,51	150—180	3,850	7,84 до 11,75	18,3 до 27,5	
2 — 4						
< 2	0,16—0,24	200	3,850	3,25	7,6	
< 3						
Крупный	0,79	240	2,590	6,53	15,7	
Средній	0,51	240	2,590	3,25	7,6	
Мелкій	0,51	240	2,590	1,94	4,6	½ до ¾
Крупный	0,79	180	2,590	5,22	12,2	
Средній	0,51	180	2,590	2,61	6,1	
Мелкій	0,51	180	2,590	1,31	3,05	
»	9,45 до 10,47	»	0,525	»	1,7 въ годъ	⅔
»		»	2,590	»	17726 t.	5 — 6

Руда выдается изъ рудника трехъ сортовъ:

1) *Руда, требующая толченія* (Pocherz) съ 10 — 12% свинца.

2) *Рудная мелочь, подрудокъ* (Grubenklein) съ 6 — 8% свинца.

3) *Убогая, мелковкрапленная руда* (Bergerz) съ 2 — 3% свинца.

Сорта № 1 и № 2 идутъ прямо въ толченіе (толчейные ставы *A*). Сортъ № 3 входитъ въ процесъ позже, на толчеи *B* или *D*, фиг. 43 (табл. 83).

Фабрика состоитъ изъ двухъ отдѣленій: *1-е толчейное отдѣленіе* (Pochhaus) и *2-е промывочное* (Waschgebäude). Первое отдѣленіе представлено на фиг. 43, *AA*; а второе — на фиг. 43, *B* [1]).

Фабрика расположена уступами. Почва, гдѣ установлены толчеи *A*, представляетъ самый верхній горизонтъ; ниже этаго пункта на 0,8m. установлены толчеи *B*, ниже толчей *B* на 1,97m. поставлены отсадочные приборы *s*, еще ниже на 4,09m расположена почва промывальнаго отдѣленія фабрики. Постройка-каменная. Стоимость фабрики около 40000 руб. с.

Толчейное отдѣленіе заключаетъ въ себѣ слѣдующіе приборы:

1) *Три става толчей A*, по 3 песта въ каждомъ ставѣ. 2) *Три непрерывно-дѣйствующихъ отсадочныхъ рышетъ e* (Aftersetzmaschin.), для обработки песковъ. 3) *Толчеи BB'*. 4) *Двѣ пары Гарцевскихъ рышетъ s*. Далѣе идетъ узкая постройка A_1, расположенная по наклонной почвѣ и соединяющая отдѣленія *A* и *B*. Въ этой постройкѣ A_1, помѣщаются два плангерда *P*.

Промывочное, или собственно обогатительное отдѣленіе B заключаетъ въ себѣ слѣдующіе приборы:

1) *Толчею* (*DD'*) въ 2 става, по 3 песта въ каждомъ. 2) *Подъемное колесо съ черпаками Z*. Высота подъема — 13', ширина колеса — 2', число оборотовъ — 4 до 5 въ минуту. 3) *Два ряда воронокъ* $t_1\ t_2\ t_3$....., въ каждомъ ряду по 9 воронокъ. 4) *Четыре подготовительныхъ штосгерда* (S_1 и S_2). 5) *Доводной штосгердъ* $R_1\ S_1$. 6) *Два плангерда* — $P_1\ P_1$. 7) *Двѣ пары непрерывно-дѣйствующихъ вращающихся гердовъ FG* и F_1G_1. 8) *Мѣшалка X*, служащая для перемѣшиванія шлама, идущаго на круглые герды. 9) *Три керперда v*. 10) *Лари M* (Schlämmgefässe), расположены выше горизонта почвы на 3*m*.

Всѣ приборы промывочнаго отдѣленія приводятся въ движеніе гидравлическимъ колесомъ R_1, діаметръ котораго = 15'2", а ширина = 3'6", число оборотовъ = 11, расходъ воды на колесо = 400 куб. фут. въ минуту; вода поступаетъ съ верхняго колеса *R*.

---

[1]) На самомъ дѣлѣ отдѣленія *A* и *B* представляютъ одно зданіе, но на рисункѣ это зданіе разрѣзано по линіи *xy*.

Ходъ работъ. Сортъ руды, подлежащій тонкому измельченію, идетъ прямо на толчеи *A*. Сито толчейныхъ корытъ имѣетъ отверстія въ $2mm$, высота порога $= 1\frac{1}{2} - 2''$, высота подъема пестовъ $= 9''$, число ударовъ $= 16$ до 17 въ $1'$, расходъ воды $=$ отъ 7 до 8 куб. ф. въ $1'$.

Изъ толчей шламъ переходитъ въ одинарныя воронки *O* (трихтеръ). Легкій шламъ изъ воронки *O* по желобамъ y' и ε' идетъ на воронки t_1 t_2...., а тяжелый шламъ (величина зеренъ $1 - 1\frac{1}{2} mm$) проходитъ въ отсадочныя рѣшета ε (Aftersetzmaschine).

Приборы ε даютъ два сорта руды, годныхъ къ плавкѣ:

1-й сортъ, полученный черезъ центральную всасывающую трубу.

2-й сортъ, провалившійся черезъ рѣшето.

Послѣдній сортъ идетъ по желобу α и осаждается въ ларяхъ или ящикахъ *X* и лабиринтахъ *y*. Легкій шламъ изъ *X* и *y* проходитъ по желобу *z* въ воронки t_1 t_2 и т. д. или трактуется, какъ почти чистая вода.

Бѣдные сорта изъ ε идутъ по капаламъ δ въ толчеи *B*. Рядомъ стоящій ставъ B' служитъ для обработки убогихъ рудъ (Bergerz). Толчеи BB' имѣютъ тѣ же размѣры, какъ и *A*, но отверстія въ ситахъ только $1mm$. Каждый ставъ получаетъ въ 1 минуту по $3\frac{1}{2}$ куб. фут. воды. Переработанная руда на толчеяхъ *B* идетъ по ε' въ приборъ *T*, изъ котораго тяжелый шламъ поступаетъ на отсадочныя рѣшета *s*. Изъ става B' тяжелый шламъ идетъ по ε' въ s', а легкій — въ *T*, гдѣ вообще всѣ шламы отъ *O*, *B* и B' сортируются.

Легкій, бѣдный шламъ изъ *T* идетъ по желобу λ на воронки t_1 t_2....

Гарцевскія отсадочныя рѣшета представляютъ два двойныхъ прибора *s* и s'. Какъ первый, такъ и второй приборъ даютъ одинаковые продукты.

Приборъ *s* или s':

- 1 рѣшето:
  - 1-й сортъ (Durchfall) — чрезъ рѣшето, богатый шлихъ — въ заводъ,
  - 2-й сортъ, — черезъ порогъ (Abgang), поступаетъ на 2-е рѣшето.
- 2 рѣшето:
  - 1-й сортъ, — черезъ рѣшето, снова перерабатывается на 1-мъ рѣшетѣ.
  - 2-й сортъ, — черезъ порогъ, поступаетъ въ трихтеръ *k*.

Трихтеръ k даетъ:

1) Богатый или тяжелый шламъ, идущій на плангерды *P*.

2) Легкій шламъ (Uebergang) — идетъ по α' и λ на воронки t_1 t_2...

Богатые сорта изъ отсадочныхъ рѣшетъ собираются въ ящикахъ *u*, изъ которыхъ жидкій шламъ по *i* идетъ въ *X*.

Итакъ, руда, поступившая въ толчеи *A*, послѣ ряда процесовъ обработки приведена къ слѣдующимъ приборамъ:

1) На днѣ ящиковъ u — богатый шлихъ.
2) На плангердахъ P — бѣдные сорта.
3) На воронкахъ t_1 t_2. . . — легкій шламъ.

Плангерды P. Плоскони плангердовъ покрыты парусиной, на ней сконцентрировываются тонкіе шламы, которые впослѣдствіе перерабатываются на отсадочныхъ приборахъ s. Легкіе и бѣдные шламы съ плангердовъ P идутъ по p на воронку или трихтеръ T_2. Изъ T_2 тяжелый шламъ черезъ отверстіе въ днѣ проходитъ далѣе по желобу v въ толчеи D, а легкіе шламы, муть, проходятъ по ларямъ C (Abfallgerinne), осадки изъ которыхъ поступаютъ на D.

Толчеи D. Отверстія въ ситахъ толчейнаго корыта = ½ mm., высота порога = 4″, расходъ воды = 2¼ куб. фут. въ 1′. Шламъ изъ толчей D протекаетъ по P_{11} въ зумфъ, поднимается черпальнымъ колесомъ Z и далѣе по u идетъ на *воронки* t_1 t_2. . . Колесо Z поднимаетъ въ 1 минуту 5½ куб. фут. жидкаго шлама. *Воронки* t_1 t_2. . Воронокъ два ряда; въ каждомъ ряду по 9 воронокъ. Первыя 5 воронокъ въ каждомъ ряду имѣютъ глубину равную 2′ и снабжены центральными трубками a (фиг. 45, табл. 83); высота давящаго столба воды = 6″, діаметръ отверстій въ трубкѣ a = 14 mm. діаметръ нижняго отверстія воронки = 12 mm. Далѣе слѣдуютъ 4 пары воронокъ въ каждомъ приборѣ. На воронки поступаютъ всѣ бѣдные шламы со всѣхъ приборовъ, вообще легкіе шламы, не осѣвшіе въ воронкахъ, лабиринтахъ и т. п.

Воронки даютъ 9 сортовъ болѣе или менѣе тяжелыхъ шламовъ, осѣвшихъ на днѣ воронокъ, и муть, уходящую черезъ бортъ послѣдней воронки. Муть представляетъ 10-й сортъ, легкій шламъ.

Первые 9 сортовъ составляютъ 3 группы:

1-я группа — изъ воронокъ *NN* 1 и 2.
2-я группа — изъ воронокъ *NN* 3, 4 и 5.
3-я группа — изъ воронокъ *NN* 6, 7 8 и 9.

1-я группа идетъ на подготовительный штосгердъ S_1. Головка (богатый сортъ) съ S_1 поступаетъ на доводной штосгердъ R_1 S_1, а хвосты на плангерды P_1P_1. Хвосты плангердовъ трактуются, какъ сорта, не стоющіе дальнѣйшей обработки. Осадки съ плоскони плангердовъ, покрытой парусиной, представляютъ относительно богатый сортъ руды (шлихъ очень не чистый), онъ далѣе обрабатывается на доводномъ штосгердѣ R_1S_1.

Доводной штосгердъ R_1 S_1 даетъ:

1-й сортъ, шлихъ — въ заводъ.
2-й сортъ, шлихъ изъ u_1 — идетъ въ толчею D.
3-й сортъ, бѣдный жидкій шламъ изъ u_1 — поступаетъ въ лари f.

Лари f даютъ два сорта шламовъ: тяжелый шламъ, осѣвшій въ ларяхъ поступаетъ на непрерывно-дѣйствующіе кергердъ F и легкій шламъ, или муть идетъ по g' въ бассейны, расположенные внѣ фабрики.

2-я группа поступаетъ на штосгерды $S_2 S_2$, головки которыхъ доводятся на очистительномъ штосгердѣ $R_1 S_1$, а хвосты — на плангердахъ $P_2 P_2$ (длина — 4′, ширина — 4′). Богатый шламъ съ P_2 поступаетъ на $R_1 S_1$, а легкій — въ бассейны.

Величина хода или амплитуда, а также число качаній штосгердовъ показано въ слѣдующей таблицѣ.

Штосгерды.	Число качаній въ 1′.	Величина хода.
Штосгердъ SS' и RR	90 — 100	2″
» S_1	70 — 75	$1^1/_2$″
» S_2	60 — 65	1″
» $R_1 S_1$	75 — 80	$1^1/_2$″

Уклонъ плоскони штосгердовъ = 1 — $1^1/_2$″ на всю длину (10—11′).

3 я группа — идетъ прямо на вращающіяся кергерды FG; дальнѣйшій ходъ работы на этихъ приборахъ будетъ показанъ ниже.

Легкій шламъ изъ воронокъ проходитъ по желобамъ (не показаны на чертежѣ) въ лари MM', (Schlämmgefässe). Осадки изъ M обработываются на вращающихся кергердахъ F и F_1. Лари MM' представляютъ рядъ продолговатыхъ ящиковъ, продольное сѣченіе которыхъ изображено на фиг. 44 (табл. 83). Между смежными ларями помѣщены желоба m, куда смываютъ чистой водой осадки изъ ларей M' M черезъ отверстія въ короткомъ бокѣ.

Вращающійся кергердъ F получаетъ:

1) Осадки изъ воронокъ №№ 6 — 9 (3-я группа).
2) Шламъ изъ первыхъ ларей M.
3) Шламъ изъ ларей f.
4) Богатый шламъ изъ нижняго вращающагося кергерда G_1.

Вращающійся гердъ F, также какъ F_1 и G_1, имѣетъ діаметръ 18′. Гердъ G имѣетъ діаметръ только въ 16′. Уклонъ гердовъ = $^1/_{12}$. Герды F и F_1 дѣлаютъ 1 оборотъ въ 5 минутъ, а G и G_1 — 1 оборотъ въ $5^1/_2$ минутъ.

Вращающійся гердъ F даетъ:

1) Шлихъ богатый — въ заводъ.
2) Сортъ, собирающійся въ лабиринтахъ c; этотъ сортъ поступаетъ на F_1;
3) Бѣдный шламъ — поступаетъ на нижніе кергерды G G_1.

Вращающійся гердъ G даетъ:

1-й сортъ — поступаетъ въ лари a,
2-й сортъ — идетъ въ лари b.

3-й сортъ — идетъ по e въ бассейны, расположенные внѣ фабрики.

Вращающійся гердъ F_1 получаетъ:

1) Шламъ изъ послѣднихъ ларей M'.

2) Осадки изъ ларей c и b.

3) Осадки изъ бассейновъ, расположенныхъ внѣ фабрики (обозначимъ ихъ черезъ K и K')

4) Шламъ № 2 съ герда G_1

5) Вторые сорта съ кергердовъ v.

Вращающійся гердъ F_1 даетъ:

1-й сортъ — шлихъ богатый — въ заводъ.

2-й сортъ — бѣдный шламъ идетъ на G_1

3-й сортъ — очень бѣдный и легкій шламъ (Abgang) поступаетъ на кергерды v.

Вращающійся гердъ G_1 даетъ:

1-й сортъ — Тяжелый шламъ, собирающійся въ ларяхъ d; этотъ шламъ возвращается для переработки на F.

2-й сортъ — шламъ. собирающійся въ ларяхъ d_1 и перерабатывающійся на F_1 или F.

3-й сортъ — очень бѣдный жидкій шламъ, идущій въ бассейны, расположенные внѣ фабрики.

Кергерды V получаютъ 3-й сортъ съ вращающагося герда F_1 и даютъ:

1) Богатый шлихъ (въ очень маломъ количествѣ), онъ поступаетъ въ плавку.

2) Средніе шламы — перерабатываются на вращающемся гердѣ F_1.

3) Очень бѣдный шламъ — въ отбросъ.

Лари. Сортъ № 1 съ F собирается въ ларяхъ a, а муть проходитъ далѣе въ лари a_1, куда также прибываетъ шламъ № 1 съ G. Далѣе изъ a_1 шламы идутъ въ b, гдѣ присоединяются шламы № 2 съ G. Изъ b легкій и жидкій шламъ по желобу e выходитъ въ бассейны K. Осадки изъ K могутъ быть еще обрабатываемы съ выгодой на вращающихся гердахъ F_1.

Въ ларяхъ c осаждается сортъ № 2 вращающагося герда F.

Въ ларяхъ a' осаждается сортъ № 1 съ F_1; изъ a' легкій шламъ проходитъ въ a'', гдѣ къ нему присоединяется богатый шламъ съ кергердовъ.

Въ ларяхъ d осаждается сортъ № 1 съ G_1, легкій шламъ далѣе идетъ въ d_1, гдѣ къ нему присоединяется сортъ № 2 съ G_1. Изъ d_1 муть выводится за фабрику.

Въ ларяхъ b' осаждаются средніе сорта съ кергердовъ v; самый же бѣдный шламъ съ этихъ послѣднихъ приборовъ идетъ въ бассейны, внѣ фабрики расположенные.

Въ бассейнахъ K' осаждается шламъ, идущій изъ ларей M. Осадки изъ K' обработываются на вращающихся гердахъ F_1 и G_1.

Производительность фабрики. Въ недѣлю переработывается на толчеяхъ отъ 48 — 105 куб. метровъ руды, — работа идетъ день и ночь.

Вообще въ годъ фабрики переработываютъ руды около 5250 куб. метровъ. Шлиха содержатъ 60 — 65% свинца и серебра отъ 100 — 120 граммовъ въ 100 килограм.

Рабочихъ задолжается 19 человѣкъ:

Штейгеръ	1
Рабочихъ	7
Подростковъ	10
Мальчиковъ (10 — 12 л.)	9
	19

Поденная плата рабочимъ = около 30 руб. Остальные расходы по содержанію фабрики въ недѣлю достигаютъ также около 30 руб.

Примѣчаніе. Вмѣсто штосгердовъ SS_1 и плангердовъ PP_1 можно поставить Гарцевскія отсадочныя рѣшета, что будетъ болѣе раціонально. Тутъ будетъ достаточно трехъ Гарцевскихъ отсадочныхъ приборовъ: *1-й приборъ*, съ 2 рѣшетами, двойной, будетъ служить для обогащенія осадковъ изъ воронокъ № 1 и № 2; *2-й приборъ*, также двойной, будетъ обогащать осадки воронокъ № 3, 4 и 5; *3-й приборъ*, тройной, будетъ обогащать осадки изъ воронокъ № 6, 7, 8 и 9. На послѣдній приборъ могутъ идти осадки изъ первыхъ головныхъ ларей M. Бѣдные сорта изъ Гарцевскихъ приборовъ могутъ быть обработываемы на малыхъ плангердахъ, поставленныхъ тутъ-же, а жидкій шламъ пойдетъ въ лари и лабиринты.

[526.] **Примѣръ 3.** На фиг. 47 и 48, а также въ разрѣзахъ на фиг. 49, 50, 51 и 52 (Табл. 84) представленъ полный проектъ обогатительной фабрики. Руда, поступающая на фабрику, — доломитовый известнякъ съ свинцовымъ блескомъ и цинковой обманкой. Ниже приводимъ расчетъ фабрики, которымъ руководствовались при составленіи проекта. Положимъ, что требуется переработать въ годъ около 680000 пудъ руды. Положимъ, что слѣдующіе сорта руды поступаютъ изъ рудника на обогатительную фабрику:

1-й сортъ. Куски руды болѣе или менѣе крупные богатые, могущіе прямо идти на ручную разборку (10%)	68000 пудъ.
2-й сортъ. Крупный сортъ руды (46%)	313140 „
3-й сортъ. Подрудокъ (44%)	298860 „
Итого	680000 пудъ.

Сущность обогатительнаго процеса будетъ состоять въ слѣдующемъ. Прежде всего вышепоименованные сорта руды подвергаются слѣдующей пред-

варительной обработкѣ: *1-й сортъ* идетъ въ ручную разборку, *2-й сортъ* въ крупное дробленіе на машинѣ Блека, *3-й сортъ* идетъ въ обмывку и сортировку. Эта предварительная обработка даетъ слѣдующіе сорта руды, или, вѣрнѣе, группы сортовъ:

1-я группа. Очень богатые штуффы руды, полученные при ручной разборкѣ — въ заводъ.

2-я группа. Крупно-вкрапленныя руды.

3-я группа. Мелко-вкрапленныя руды.

4-я группа. Пустая порода — въ отвалъ.

Вторая группа должна поступить въ измельченіе на валкахъ и далѣе въ обработку на отсадочныхъ рѣшетахъ и штосгердахъ.

Третья группа должна поступить на мелкое дробленіе въ толчеяхъ, далѣе на сито-отсадку и на штосгерды Риттингера.

Согласно такому общему плану обогащенія, расположеніе фабрики получаетъ слѣдующій видъ. Вагоны съ рудой (1 и 2 сортъ) прямо изъ рудника идутъ по рельсамъ a въ обогатительную фабрику и останавливаются на платформѣ b гидравлическаго или парового подъема, которымъ и поднимаются до горизонта рельсовъ, расположенныхъ на балкахъ потолка фабрики. По лѣвую сторону отъ подъемнаго механизма расположено отдѣленіе для предварительной обработки руды, т. е. для крупнаго дробленія и рудоразборки. Здѣсь g будутъ ящики для свалки руды, d — рудоразборочные столы, c — машина Блека.

Сорта рудъ, полученные при ручной разборкѣ и назначенные для дробленія и толченія, идутъ по соотвѣтствующимъ рельсовымъ путямъ и заваливаются въ валки i (болѣе крупное дробленіе) или въ валки i_1 (болѣе мелкое дробленіе), или въ толчеи h.

Рудная мелочь поступаетъ на обмывочный барабанъ g и далѣе идетъ на сортировочные барабаны g'.

Орѣшникъ (4 — 16mm), полученный отъ дробильныхъ валковъ и сортировочныхъ грохотовъ, идетъ на отсадочныя рѣшета k (двойныя), а рудная крупа (1 — 4mm.) идетъ на сита l (тройныя).

Послѣ толченія жидкій шламъ насосомъ m поднимается на высоту примѣрно около 12′, и поступаетъ на гидравлическую сортировку въ воронкахъ m_1 m_2 m_3 m_4 и m_5, далѣе идетъ въ ларп n_1.

Изъ воронокъ m_1 и m_2 болѣе тяжелый и богатый шламъ обрабатывается на отсадочныхъ рѣшетахъ для мелкихъ сортовъ (Feinkornsetzmaschinen) o_1 o_2 r_1 r_2. Изъ послѣдующихъ же воронокъ шламъ обрабатывается на штосгердахъ p_1 p_2 p_3.

Мелкіе продукты изъ-подъ валковъ (пески, менѣе 1m.) и шламы отъ обмывки поднимаются центробѣжнымъ насосомъ q и идутъ на гидравлическую сортировку въ воронкахъ q_1 q_2 q_3 q_4 q_5. Пески изъ первыхъ воро-

нокъ обработываются на отсадочныхъ рѣшетахъ r_1 r_2, а болѣе мелкіе сорта (собственно шламъ) на штосгердахъ s_1 s_2 s_3.

Параллельно стѣнкамъ фабрики проложены рельсы x_1 x_2; матеріалы обработки могутъ перемѣщаться по этимъ рельсамъ до пути a, подниматься механизмомъ b до верхняго рельсоваго пути и сваливаться въ люки g_1.

Движитель можетъ быть помѣщенъ въ особой пристройкѣ. Движущій валъ w сцѣпляется зубчатымъ колесомъ съ передаточными валами w_1 и w_2.

[527.] Число приборовъ, потребная работа и расходъ воды. Для опредѣленія числа приборовъ, числа поденницъ, потребной работы движителя и проч. необходимо знать вѣсъ перерабатываемыхъ матеріаловъ по сортамъ; но количество по вѣсу сортовъ зависитъ отъ количества рудъ, пріемовъ обработки, системъ приборовъ и проч. Такъ что при составленіи проекта надо принять все это въ соображеніе, руководствуясь примѣрами существующихъ фабрикъ, обработывающихъ подобныя же руды. Расчетъ ведется въ такомъ порядкѣ. Имѣемъ:

1) 68000 пуд. руды, идущей въ ручную разборку. Положимъ, что при этомъ получается: 35% крупно-вкрапленныхъ сортовъ (23800 пуд.), 43 % мелко-вкрапленныхъ сортовъ (29240 пуд.), 12% богатыхъ сортовъ и шлиховъ (8160 пуд.) и 10% пустой породы.

2) Крупнаго сорта доставлено изъ рудника 313140 пуд., онъ поступаетъ въ дробленіе на машинѣ Блека, сопровождаясь сортировкой и ручной разборкой. Положимъ, что здѣсь получается 20% подрудка (62560 пуд.), 20% крупно-вкрапленныхъ сортовъ (62560 пуд.), 25% мелко-вкрапленной руды и 35% пустой породы.

3) Крупно-вкрапленныхъ сортовъ отъ 1-го и 2-го процеса имѣемъ $23800 + 62560 = 86360$, эти сорта идутъ въ валки, гдѣ, положимъ, получается 50% орѣшника (43180 пуд.), 35% крупы (30260 пуд.) и 15% муки (12920 пуд.).

И такъ далѣе, въ такомъ порядкѣ продолжаютъ дальнѣйшій расчетъ. Положимъ, что въ результатѣ будемъ имѣть:

1) Сортовъ руды, идущей прямо изъ рудника на ручную разборку = 68000 пуд. Въ 1 часъ одинъ рабочій перерабатываетъ около 3,4 пуд. руды, — слѣдовательно для всего количества потребуется 2000 десяти-часовыхъ поденницъ, или 7 годовыхъ рабочихъ, считая 300 рабочихъ дней въ году.

2) Крупнаго сорта руды = 313140 пуд. Въ 10-ч. смѣну машина Блека передробитъ 3400 пуд., слѣдовательно всего потребуется 92 дня. Необходимая работа движителя = 6 пар. лош.

3) Рудной мелочи = 361420 пуд. Въ 10-ч. смѣну обмывательный барабанъ обмываетъ около 3400 пуд. руды, — слѣдовательно потребуется

106 рабочихъ смѣнъ. Необходимая работа движителя = 1,5 пар. лош., расходъ воды = 4,5 куб. фут. въ 1 минуту. — Чтобы поднять жидкій шламъ отъ обмывателя на сортировочные грохота (на высоту около 12′), при помощи центробѣжнаго насоса, необходимо затратить работу:

$$\frac{4{,}5.72.12}{60.600.0{,}30} = \text{около } 0{,}4 \text{ пар. лош.}$$

Здѣсь 72 фунт. = вѣсъ 1 куб. фут. жидкаго шлама, а 0,30 — коэффиціентъ полезнаго дѣйствія насоса.

4) Сортовъ, идущихъ въ ручную разборку (подготовительную) и полученныхъ отъ машины Блека и обмывателя = 485520 пуд. Въ 10-ч. смѣну одинъ рабочій разбираетъ около 102 пуд. руды, слѣдовательно всего потребуется 16 человѣкъ разборщиковъ. Воды для разборочныхъ столовъ полагаютъ около 0,35 куб. фут. въ 1 минуту.

5) Сортовъ крупно-вкрапленныхъ отъ ручной разборки = 157080 пуд. Эти сорта должны поступить въ дробленіе на валкахъ. Если возмемъ валки среднихъ размѣровъ, то можно положить, что они будутъ дробить въ 1 часъ на 1 пар. лош. около 27,2 пуд., а въ смѣну, при работѣ въ 6 пар. лош., 1632 пуда. При этихъ данныхъ валки будутъ находиться въ работѣ только 96 дней. Предположимъ, что 35% отъ 157080 пуд. т. е. 55080 п. должны быть еще передроблены на валкахъ для болѣе тонкаго измельченія. Если возьмемъ валки, которые потребуютъ только 4 пар. лош., то такіе валки будутъ измельчать въ смѣну около 544 пуд. руды, слѣдовательно потребуется 101 рабочая смѣна.

Матеріалъ, полученный послѣ дробленія долженъ подвергнуться сортировкѣ. Такъ какъ при этомъ потребуется воды около 1,1 куб. фут. въ 1 минуту на каждую пару валковъ, то для подъема на высоту 12′ шлама въ количествѣ 1,1 куб. фут. въ 1 минуту потребна работа около 0,1 пар. лош. для каждой пары валковъ.

6) Мелко-вкрапленныхъ сортовъ руды получается 295800 пуд., они должны подвергнуться измельченію въ толчеяхъ съ отверстіями въ ситахъ отъ 1 — 1½ м. м. Если положимъ, что вѣсъ песта будетъ 275 фунт., высота подъема 0,66 фут., число ударовъ въ 1 минуту — 60, то въ 24 часа на пестъ будетъ переработано руды около 51 пуд., а въ 300 рабочихъ дней = 51.300 = 15300 пуд. Слѣдовательно, для переработки 295800 пуд. руды всего потребно 19,3 пестовъ, положимъ 20 пестовъ и 290 дней, т. е. 290 почныхъ и столько же денныхъ смѣнъ, работа для толчей будетъ:

$$N = \frac{4}{3} \cdot \frac{275.0{,}75.60.20}{60.600} = \text{около } 8{,}4 \text{ пар. лош.}$$

Расходъ воды въ 1 минуту на каждый пестъ равенъ 0,45 куб. фут., а слѣдовательно на всѣ 20 пестовъ — 9 куб. фут. Для подъема 9 куб. фут. жидкаго шлама на высоту 12′ потребно работа = около 0,7 пар. лош.

7) Орѣшника получается 149600 пуд. (отъ дробильныхъ валковъ и обмывателя), онъ идетъ на отсадочныя рѣшета. Одно двойное непрерывнодѣйствующее рѣшето въ 10-ч. смѣну перерабатываетъ около 680 пуд., слѣдовательно всего потребуется 220 рабочихъ смѣнъ. Расходъ воды въ минуту = 4,5 куб. фут., работа движителя = 0,5 пар. лош.

8) Рудной крупы отъ дробленія и обмывки, положимъ, имѣемъ 91800 п., она должна поступить на тройныя отсадочныя рѣшета, приспособленныя вообще для мелкихъ сортовъ. Въ 10-ч. смѣну такое рѣшето перерабатываетъ около 340 пуд. руды, слѣдовательно для 91800 пуд. потребуется 270 дней. Расходъ воды въ 1 минуту = 2,3 куб. фут., работа движителя = 0,5 пар. лош.

9) Песковъ получится отъ дробленія и обмывки, положимъ, — 42160 п. изъ этого количества 30%, или 12580 пуд., болѣе крупныхъ, которые могутъ быть еще обогащаемы на отсадочныхъ рѣшетахъ; остальные 70%, т. е. 29580 пуд., болѣе мелкихъ песковъ или муки должны идти на штосгерды. Отсадочное рѣшето для песковъ можетъ переработать въ 10-ч. смѣну 204 пуда руда, слѣдовательно для 12580 пуд., потребуется 62 смѣны, 0,5 пар. лош. и 2,2 куб. фут. воды въ 1 минуту. Двойной Риттингеровскій штосгердъ можетъ въ 1 часъ переработать 11,3 пуд., а три двойныхъ штосгерда въ 10-ч. смѣну переработаютъ около 340 пуд., такъ что всего потребуется 87 дней. Необходимая работа движителя = 1,5 пар. лош., расходъ воды = 3,3 куб. фут. въ 1 минуту на всѣ три прибора Риттингера.

10) Рудной муки изъ-подъ пестовъ получится, положимъ, 272000 п. Изъ этого количества 30%, или 81600 пуд. болѣе крупной муки (мелкіе пески), которая должна обогащаться на Гарцевскихъ отсадочныхъ рѣшетахъ. Остальное количество, т. е. 70% или 190400 пуд. мелкой муки должны идти на штосгерды. На одномъ Гарцевскомъ отсадочномъ рѣшетѣ въ 10-ч. смѣну обогащается 170 пуд. руды, слѣдовательно можно будетъ установить два гарцевскихъ отсадочныхъ прибора, которые будутъ находиться въ работѣ 240 смѣнъ. Для переработки мелкой муки достаточно будетъ трехъ двойныхъ штосгердовъ, которые будутъ находиться въ работѣ 560 смѣнъ. Работа машины = 1,5 пар. лош., расходъ воды = 3,3 куб. фут.

11) Вѣсъ всѣхъ матеріаловъ, который придется поднимать съ горизонта рельсоваго пути *aa* до горизонта верхняго рельсоваго пути, т. е. на высоту не болѣе 14′, слагается изъ вѣса крупнаго сорта руды (313140 п.), передробленнаго крупнаго сорта, рудной мелочи (298800 пуд.), сортовъ крупно-вкрапленныхъ (157080 пуд.), сортовъ мелко-вкрапленныхъ (295800 пуд.) и шлиховъ. Всего болѣе 1½ мил. пудъ, а въ смѣну около

5000 пуд. Для подъема этого груза потребуется машина не болѣе, какъ въ 0,27 пар. лош.

Изъ всѣхъ перечисленныхъ выше приборовъ одни только толчеи будутъ работать день и ночь, 290 дневныхъ и столько же ночныхъ смѣнъ.

Одна серія штосгердовъ будетъ работать въ продолженіе только 87 смѣнъ, а другая въ продолженіе 560, а потому работу необходимо такъ установить, чтобы одна часть штосгердовъ работала въ продолженіе 323 смѣнъ, а другая въ продолженіе $237 + 87 = 324$ смѣнъ.

Для отсадки 81600 пуд. крупнаго шлама, полученнаго изъ воронокъ, на одномъ отсадочномъ рѣшетѣ потребовалось бы 480 смѣнъ, а потому лучше установить два отсадочныхъ рѣшета, каждое изъ нихъ будетъ въ работѣ 240 смѣнъ. Съ другой стороны, имѣя въ виду, что нераціонально обогащать различные сорта на одномъ и томъ же приборѣ, слѣдуетъ поставить еще два отсадочныхъ рѣшета.

Отсадка орѣшника требуетъ 220 смѣнъ, а потому въ то время, когда отсадочные приборы для орѣшника будутъ бездѣйствовать, можно будетъ обогащать крупную муку (мелкіе пески) отъ обмывателя, и пр. на отсадочныхъ рѣшетахъ, требующихъ 62 смѣны и 0,5 пар. лош. Итакъ, здѣсь всего потребуется $220 + 62 = 282$ смѣны, 0,5 пар. лош. и 4,5 куб. фут. воды.

Дробленіе крупнаго сорта на машинѣ Блека требуется 92 смѣны и 6 пар. лош., а дробленіе на валкахъ требуетъ 96 смѣнъ и 6,1 пар. лош., а потому можно заставить работать два послѣднихъ прибора поперемѣнно и тогда для нихъ потребуется 180 смѣнъ и 6,1 пар. лош. Съ другой стороны мелкое дробленіе на валкахъ занимаетъ 101 смѣну и требуетъ 4,1 п. лош., а обмыватель — 106 смѣнъ и 1,9 пар. лош. При одновременной работѣ валковъ и обмывателя потребуется 103 смѣны и 6 пар. лош. Если теперь въ то время, когда валки для мелкаго дробленія и обмыватель будутъ бездѣйствовать, мы заставимъ работать машину Блека и валки для крупнаго дробленія, то въ результатѣ тутъ потребуется 291 смѣна и 6 пар. лош., а воды не болѣе $5\frac{1}{2}$ куб. фут. въ минуту.

Сдѣлавъ измѣненія въ выше приведенныхъ расчетахъ согласно только что представленнымъ соображеніямъ, получимъ слѣдующую таблицу:

	Число 10 ч. смѣнъ.	Работа движителя въ пар. лош.	Потребное колич. воды въ куб. фут.
Толченіе и подъемъ продуктовъ толченія.	290	9,1	9
1-я группа штосгердовъ для толчейной муки	323	1,5	3,3
2-я группа штосгердовъ для мелкой муки отъ толчей, валковъ и пр	324	1,5	3,3
Отсадка крупной муки изъ толчей	240	0,5	2,2
Отсадка тѣхъ-же сортовъ на второй группѣ приборовъ	240	0,5	2,2
Отсадка крупы	270	0,5	2,2
Отсадка орѣшника и крупной муки отъ валковъ и обмывателя	282	0,5	4,5
Дробленіе на машинѣ Блека и валкахъ для крупнаго измельченія поперемѣнно съ мелкимъ дробленіемъ на валкахъ и обмывкой	291	6	5,5
	283	20,1	32

Таблица показываетъ, что для фабрики потребуется движитель въ 20,1 пар. лош.; но принимая въ соображеніе разныя потери, надо принять работу машины въ 30 пар. лош., а для ночной смѣны въ 12 пар. лош. Слѣдовательно, придется установить двѣ машины или одну съ перемѣнной отсѣчкой пара.

На фабрикѣ будутъ установлены слѣдующіе приборы: дробилка Блека — 1, рудо-разборочныхъ столовъ — 23, сложный обмыватель — 1, толчейныхъ пестовъ — 20, дробильныхъ валковъ — 2, отсадочныхъ приборовъ для орѣшника — 2, отсадочныхъ приборовъ для крупы — 2, отсадочныхъ приборовъ для мелкихъ сортовъ — 4, штосгердовъ — 6, Риттингеровскихъ воронокъ 2 группы, паровой подъемъ — 1.

ГЛАВА X.

(Табл. 85 — 91.)

Механическое обогащеніе каменнаго угля.

[528.] **Сущность процеса обогащенія.** Обогащеніе угля состоитъ въ выдѣленіи изъ него частицъ безполезныхъ примѣсей. Это выдѣленіе производится на томъ же основаніи, какъ и обогащеніе рудъ. Для успѣха обогатительнаго процеса необходимо, какъ и при рудахъ, чтобы частицы угля и примѣсей имѣли извѣстную величину и были, по возможности, равны между собою. Слѣдовательно, уголь долженъ подвергаться дробленію и сортировкѣ по объемамъ, какъ подготовительнымъ работамъ. Послѣ промывки всѣ сорта надо тщательно перемѣшать, что необходимо въ виду полученія хорошаго кокса, а также брикетовъ.

На нѣкоторыхъ каменноугольныхъ копяхъ, уголь, по доставкѣ изъ копи, идетъ весь въ продажу или весь на коксъ; на другихъ же, и это бываетъ чаще, только нѣкоторая его часть идетъ непосредственно въ продажу, другая же часть идетъ на промывку и далѣе на коксовальныя печи; а потому, въ полный процесъ обогащенія угля въ этомъ случаѣ надо ввести и сортировку его по вынутіи изъ шахты. Когда же весь уголь поступаетъ на продажу, то сортировка бываетъ нѣсколько иная и зависитъ уже отъ мѣстныхъ требованій торговли.

Итакъ, полный процесъ обогащенія угля необходимо раздѣлить на слѣдующія части: 1) *Сортировка угля по доставкѣ его изъ копи.* 2) *Дробленіе угля, идущаго на промывку.* 3) *Сортировка по эквивалентности зеренъ раздробленнаго угля* (сортировка по объемамъ). 4) *Промывка угля, или отсадка на рышетахъ.* 5) *Дробленіе и перемѣшиваніе промытой каменноугольной мелочи, идущей на коксовальныя печи или брикетныя фабрики.* — Два первыхъ процеса можно считать подготовительными.

1. Сортировка угля по доставкѣ его изъ копи.

[529.] **Конической грохотъ.** Различныя требованія торговли, а также свойства углей добываться въ большихъ или меньшихъ кускахъ — ведутъ къ тому, что сортировка его, по доставкѣ на поверхность, бываетъ весьма различна на различныхъ копяхъ, а потому невозможно установить какихъ-либо общихъ правилъ по этому предмету. Намъ кажется, что будетъ совершенно достаточно описать какое-либо существующее устройство, болѣе или менѣе типичное.

На табл. 64, фиг. 169 представлено зданіе съ сортировочными устройствами, для раздѣленія добытаго угля на пять классовъ. Каждый сортъ здѣсь можетъ имѣть свое назначеніе: № 1-й и № 2-й идутъ на продажу; № 3-й идетъ для пудлинговыхъ и сварочныхъ печей, а также для котловъ. Иногда часть № 3-го идетъ на обогатительныя устройства и затѣмъ на коксъ; № 4-й и № 5-й идутъ исключительно въ обогатительную фабрику. Для привода въ движеніе этого устройства требуется не болѣе 2 пар. лошадей. Длина барабана равна не менѣе 9-ти футовъ. Діаметръ широкой части = 8-ми ф., узкой = 6-ти ф., число оборотовъ = около 12-ти.

При раздѣленіи угля только на два сорта, вышеописанный сортировочный грохотъ, или барабанъ, имѣетъ обширное примѣненіе; но при раздѣленіи на большое число сортовъ, онъ дѣлается неудобнымъ: его приходится строить очень длиннымъ. Во избѣжаніе такого неудобства, употребляются часто двойные барабаны, какъ представлено на фиг. 1 и 2 (табл. 85), изображающихъ сортировочное устройство на Heinrich-Schacht (Mähr. Ostrau). Уголь изъ рудничныхъ вагоновъ падаетъ на рѣшето *A* съ промежутками между колосниками въ 76 mm.; толщина колосниковъ = 31 mm. Провалившійся черезъ эту рѣшетку уголь, при помощи архимедоваго винта *B* и норіи *CC'*, поступаетъ въ двойной конической барабанъ *D*. Діаметръ отверстій внутренняго барабана равенъ 50 mm.; наружный барабанъ имѣетъ два пояса отверстій съ діаметрами въ 33 mm. и 12 mm. Сортъ въ 33 mm. передъ промывкой доставляется винтомъ *F* къ сортировочному барабану. Сортъ въ 12 mm. идетъ на коксъ или брикеты безъ промывки. Остальные сорта идутъ въ продажу Сорта *f* и *g* падаютъ на вращающіеся столы *EE'* для ручной разборки. Сортировочный грохотъ дѣлаетъ 7 оборотовъ въ минуту, а вращающіеся разборочные столы — $1^1/_3$ оборота.

Уклонъ коническихъ барабановъ среднимъ числомъ, изъ многихъ наблюденій, равенъ $^1/_{10}$ до $^1/_{12}$ длины.

Очень часто, впрочемъ, предварительную сортировку производятъ только на плоскихъ грохотахъ.

[530.] Крупность сортовъ угля, идущаго на промывку. Нельзя сказать положительно, какой величины куски каменнаго угля обыкновенно идутъ на промывку: это зависитъ совершенно отъ мѣстныхъ условій и отъ качества угля. Во Франціи и Бельгіи разстоянія между колосниками грохота, черезъ которыя провалившійся уголь идетъ на промывку, — равны отъ 10-ти до 15-ти mm.; въ Германіи отверстія бываютъ иногда = 60-ти mm., а въ Англіи, напротивъ, = до 2-хъ mm. *Для промывки вообще надо брать тотъ сортъ угля, который не идетъ въ продажу.*

На рудникахъ общества Коккериль, въ Бельгіи, уголь раздѣляется грохотами на 4 сорта: *1-й сортъ* (les grosses houilles) — отъ 10-ти до 15-ти cm.; *2-й сортъ* (les gaillettes) — 5-ти cm.; *3-й сортъ* (les gaillette-

ries) — болѣе 2,5 cm.; *4-й сортъ* (le menu) — менѣе 2,5 cm. Послѣдній сортъ, *мелочь*, раздѣляется еще въ коническомъ барабанѣ, съ отверстіями въ 7 mm.; уголь, не провалившійся черезъ эти отверстія, идетъ на промывку, а провалившійся не промывается и, будучи смѣшанъ съ промытымъ, идетъ на коксованіе.

Вообще, болѣе мелкій уголь менѣе чистъ. Слѣдовательно, *чистота сорта обыкновенно прямо пропорціональна крупности*. То же самое можно сказать и относительно содержанія сѣры, т. е. ея больше въ мелкомъ углѣ. Бываютъ и исключенія: напр., на Heinrich-Schacht, напротивъ — самый мелкій уголь чище крупнаго.

Большая или меньшая степень измельченія должна обусловливаться большей или меньшей чистотой угля и тѣмъ, въ какомъ видѣ находятся въ немъ примѣси. Понятно также, что чѣмъ мельче уголь будетъ поступать въ промывку, тѣмъ совершеннѣе будетъ его обогащеніе. Но это положеніе имѣетъ свои предѣлы, ибо слишкомъ мелкій уголь, такъ называемая *угольная пыль*, весьма трудно промывается и по многимъ причинамъ рѣдко поступаетъ на промывку.

Наибольшая величина зеренъ угля, поступающаго на промывку, насколько намъ извѣстно, не превосходитъ 38 mm.; обыкновенно же менѣе.

2. Дробленіе угля.

[531.] **Необходимость дробленія.** Уголь, послѣ доставки изъ копи, не всегда подраздѣляется на столько сортовъ, какъ показано выше, и не всегда получается достаточное количество мелкаго угля, который можетъ идти прямо на сортировку передъ промывкой и далѣе. Чаще встрѣчается надобность промывать и часть крупныхъ сортовъ угля. Впрочемъ, во всякомъ случаѣ, почти всегда уголь, идущій на промывку, находятъ необходимымъ подвергать дробленію. Ниже помѣщаемъ описаніе нанчаще примѣняемыхъ дробильныхъ приборовъ.

[532.] **Дробильные валки.** Въ главѣ „Механическое обогащеніе рудъ" было представлено описаніе валковъ и сообщены необходимыя данныя. Здѣсь сдѣлаемъ только нѣкоторыя дополненія.

На фиг. 3 и 4 (табл. 86) представленъ видъ сбоку и планъ дробильныхъ валковъ, нѣсколько отличныхъ отъ ранѣе приведеннаго чертежа. Валки послѣдняго рисунка спеціально предназначаются для каменнаго угля. Чугунная рама A отлита цѣльною съ выступами d, d, d для помѣщенія между ними подшипниковъ u u. Подшипники оси O' упираютсл въ выступъ d рамы A. Подшипники же оси O упираются посредствомъ стержней k и r въ концы пружины R, прикрѣпленной къ выступу p посредствомъ хомутовъ z z.

Валки пустотѣлые, оси ихъ стальныя. На оси O' насаженъ рабочій шкивъ. Ось O' сцѣпляется съ осью O парой зубчатыхъ колесъ a a. На оси O' насажено маховое колесо N. Для того, чтобы возможно было валки сблизить или удалить одинъ отъ другого и, слѣдовательно, увеличить или уменьшить степень дробленія, служатъ гайки mm, помощію которыхъ ось O можно удалить или приблизить къ оси O', укорачивая болты r и k. Главнѣйшіе размѣры показаны на чертежѣ въ миллиметрахъ. Если приходится дробить валками крупные куски угля, тогда выгоднѣе будетъ установить двѣ пары валковъ одна надъ другой.

Приводимъ ниже таблицу, въ которой показаны главнѣйшіе размѣры различныхъ номеровъ валковъ, предназначенныхъ спеціально для каменнаго угля и имѣющихъ буффера каучуковые. Устройство валковъ совершенно такое, какъ изображено на фиг. 46 (табл. 72).

	Номера модслей валковъ.					
	1	2	3	4	5	6
Діаметръ валковъ въ миллиметрахъ...	942	942	705	705	550	550
Длина валковъ въ миллиметрахъ.....	785	523	785	523	785	523
Число оборотовъ въ минуту.....	20	20	25	25	30	30
Производительность въ часъ въ килог.	30000	25000	25000	20000	20000	15000
Потребная работа.....	12	10	10	8	8	6
Рама занимаетъ мѣсто. Длина....	3,14	3,14	2,8	2,8	2,5	2,5
Рама занимаетъ мѣсто. Ширина.	3,5	3,14	3,14	2,8	2,8	2,5
Вѣсъ прибора въ килограм.....	7000	6500	4000	4000	3750	3250
Вѣсъ пары запасныхъ валковъ килог.	2400	1600	1750	1230	1000	850

[533.] **Форбахская мельница** представлена въ общихъ чертахъ съ главнѣйшими размѣрами на фиг. 5. Мельница состоитъ изъ чугуннаго конуса A съ зубьями z, вращающагося внутри цилиндра B, снабженнаго зубьями z'. Въ нижней части конуса и цилиндра имѣются еще зубья aa болѣе мелкіе, такъ что крупные куски угля раздробляются зубьями zz' и затѣмъ окончательно дробятся зубьями aa. Мельница, имѣющая размѣры, показанные на чертежѣ, при 11 до 12 оборотахъ въ минуту, можетъ раздробить около 450 килограм. угля въ минуту. Для приведенія ее въ движеніе потребна работа отъ 3 до 4 паровыхъ лошадей.

[534.] **Подъемъ измельченнаго угля.** Изъ-подъ дробильнаго прибора уголь поднимается обыкновенно при помощи норій къ сортировочному барабану, изъ котораго идетъ уже на промывку. Устройство норій не имѣетъ тутъ никакихъ особенностей. Желѣзные ящики прикрѣпляются къ безконечной цѣпи, на подобіе цѣпи Галя. Слѣдующая таблица представляетъ нѣкоторыя данныя относительно норій.

	Номера моделей норій.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ширина безконечной ленты или яциковъ норіи.....	105	155	235	315	390	470	625	790
Разстояніе между цапфами цѣпи	157	157	196	196	260	260	314	314
Число оборотовъ шкивовъ, черезъ которые перекинута норія.....	18	16	12	12	10	10	8	8
Производительность въ часъ въ литрахъ	1200	2700	5000	9000	11000	17000	20000	30000

3. Сортировка раздробленнаго каменнаго угля.

[535.] **Грохота и діаметры ихъ отверстій.** Измельченный уголь передъ самой промывкой сортируется согласно законамъ, изложеннымъ въ главѣ IX. Отношеніе діаметровъ отверстій грохотовъ должно быть постоянно, размѣры діаметровъ должны представлять геометрическую прогрессію. Механизмы, употребляющіеся тутъ для сортировки, совершенно такіе же, какъ и при сорровкѣ угля по доставкѣ изъ рудника, т. е. коническіе или цилиндрическіе грохота. Въ цилиндрическихъ грохотахъ по внутренней ихъ поверхности укрѣпляютъ по винтовой линіи гребень, служащій для передвиженія угля отъ одного конца барабана къ другому, такъ какъ ось барабана горизонтальна. При наклонной оси гребень не нуженъ. Нѣкоторые авторы считаютъ цилиндрическіе грохота лучшими; но на практикѣ чаще встрѣчаемъ коническіе барабаны. Фиг. 6 (табл. 87) представляетъ коническій двойной грохотъ для сортировки передъ промывкой. Внутренній конусъ имѣетъ три пояса отверстій: 5 mm., 10 mm. и 23 mm.; наружный конусъ покрытъ ситомъ съ отверстіями въ 1 mm. Барабанъ дѣлаетъ 20 оборотовъ въ 1′. Имѣемъ случай цилиндрическаго барабана: длина — 2 m., діаметръ — 1 m.,

шагъ винтовой линіи, по которой извивается внутренній гребень, равенъ 0,5 m., полная длина винтовой линіи (путь, проходимый углемъ) равна 11,75 m. Барабанъ имѣетъ три пояса отверстій съ діаметрами въ 20, 25 и 40 mm. Два первыхъ сорта идутъ въ промывку. Путь, проходимый 1-мъ сортомъ по винтовой линіи, равенъ 3,7 m., 2-мъ сортомъ — 4,8 m., 3-мъ сортомъ — 3,25 m. Барабанъ сортируетъ въ 10-ти ч. смѣну 100 тон. угля.

Ниже приводимъ нѣсколько примѣровъ діаметра отверстій грохотовъ въ милли метр. для сортировки передъ промывкой.

1) 1,2— 5 — 10 — 23 (Rossitz).
2) 3 — 8 — 18 (Seraing).
3) 6 — 13 — 18 — 26 (Grube Geinitz).
4) 3 — 6 — 12 (Grube Centrum).
5) 6 — 12 — 25 — 38 (Grube Gluckhilf).
6) 5 — 10 — 16 (Grube Dudweiler).

Такъ какъ теоретически отношеніе между діаметрами отверстій должно равняться 4,33 то слѣдовательно, примѣры практики не согласуются съ данными теоріи.

4. Промывка угля, или отсадка на рѣшетахъ.

[536.] а. **Отсадочное рѣшето системы Рексрота.** Система Рексрота одна изъ наиболѣе распространенныхъ. Рексротъ обыкновенно строитъ три рядомъ стоящихъ отсадочныхъ механизма, для трехъ различныхъ сортовъ угля; но эти три аппарата составляютъ одно цѣлое. Все устройство состоитъ изъ деревяннаго ящика *A* фиг. 7 (табл. 87), сдѣланнаго изъ досокъ, толщиною въ 50 mm. Въ этомъ ящикѣ отдѣленіе *a* есть резервуаръ для питательной воды, *b* — поршень съ клапанами, онъ приготовленъ изъ дерева, *c* — рѣшето. Промываемый матеріалъ падаетъ на рѣшето *c*. Вслѣдствіе движеній поршня, а слѣдовательно и воды, находящейся подъ рѣшетомъ, матеріалъ поднимается и потомъ, падая, раздѣляется по удѣльнымъ вѣсамъ, причемъ уголь преимущественно занимаетъ верхній слой, а слапецъ — нижній. При поднятіи воды, верхній слой угля переходитъ вмѣстѣ съ струей воды черезъ порогъ *n* на наклонную рѣшетку *d*, приготовленную изъ листового желѣза съ отверстіями въ 1 до 2 mm и лежащую на желѣзныхъ колосникахъ, причемъ вода проходитъ сквозь эту рѣшетку и поступаетъ въ нижележащій бакъ, а уголь при посредствѣ гребковъ *s*, вращающихся на оси, дѣлающей 30 оборотовъ, переваливается въ желобъ *f*, по которому при помощи архимедова винта *e*, дѣлающаго 24 оборота, передвигается въ перемѣшивающіе

аппараты. Винтъ *e* общій для трехъ приборовъ. Вода изъ резервуара *a* проходитъ подъ поршень черезъ клапаны *g*. Открывая щитъ *m*, отмытый сланецъ будетъ падать въ желобъ *p*, въ которомъ вращается винтъ *v*, дѣлающій 30 оборотовъ и передвигающій этотъ отмытый сланецъ къ безконечной цѣпи.

Отсадочное рѣшето *c* имѣетъ уклонъ къ порогу = 10°. Ширина рѣшета = 1 m., длина = 1,5 m. Отношеніе площади поршня къ площади рѣшета = 1 : 3. Рѣшето *c* приготовляется изъ продырявленнаго листового желѣза, лежащаго на рамѣ изъ углового желѣза. Иногда дѣлаютъ двойное сито: нижнее съ отверстіями большаго діаметра, верхнее съ отверстіями меньшаго діаметра; они расположены относительно первыхъ наискось. Діаметръ отверстій, конечно, долженъ измѣняться сообразно крупности сорта: такъ напр., при сортахъ въ 4, 8 и 18 mm., отверстія въ рѣшетѣ могутъ быть сдѣланы 1,5, 4 и 7 mm.

Кривошипъ устраивается такимъ образомъ, что длину его можно измѣнять, слѣдовательно измѣнять и ходъ поршня; такъ напр., при только-что названныхъ сортахъ, ходъ поршня соотвѣтственно будетъ: отъ 8 до 9 c. t., 12,5 c. m. — 13,5 c. m. Число ударовъ поршня = отъ 30 до 35 въ минуту. Стѣнки той части ящика, гдѣ ходитъ поршень, обшиты внутри тонкими досками въ 35 mm. толщиною; это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы удобнѣе было ремонтировать. Въ днѣ ящика *A* имѣется отверстіе съ задвижкой *n*, посредствомъ которой можно отъ времени до времени выпускать воду изъ ящика, которая и будетъ уносить съ собою въ общій резервуаръ частицы угля и пустой породы, проскочившія черезъ рѣшето *c* и осѣвшія на днѣ ящика. Какъ я уже замѣтилъ выше, Рекротъ строитъ отсадочныя рѣшета для трехъ сортовъ; но онъ обыкновенно раздѣляетъ уголь на четыре сорта, причемъ пыль, или самый мелкій сортъ (отверстія грохота = 3 mm.) не промываетъ. Грохота онъ строитъ цилиндрическіе съ геликоидальными ребрами по внутренней поверхности; діаметръ грохота = 1,2 m.; длина = 4,72 m.; число оборотовъ = отъ 24 — 25 въ минуту. Каждый приборъ въ часъ можетъ обработать среднимъ числомъ отъ 3050 до 3200 килогр. угля.

[537.] b. **Отсадочное рѣшето системы Сиверса.** Предварительно уголь сортируется въ коническомъ грохотѣ; наименьшій діаметръ грохота = $45\frac{1}{2}''$, наибольшій = $64\frac{1}{2}''$; длина грохота = 13′. Діаметры отверстій въ грохотѣ = 1,2 mm., 5 mm., 10 mm. и 23 mm. Самый мелкій сортъ не идетъ на промывку, слѣдующіе же сорта падаютъ прямо въ отсадочныя устройства. Послѣ промывки и отдѣленія отъ воды, промытый уголь смѣшивается съ сухою пылью.

На фиг. 8 (табл. 87) представленъ отсадочный механизмъ описываемой системы. Весь сосудъ сдѣланъ изъ котельнаго желѣза; но лучше дѣлать

приборъ изъ чугуна. *g* — отсадочное рѣшето; *c* — поршень, приводимый въ движеніе кулисой Ферберна *f*.

Промытый уголь, образующій верхній слой, переходитъ черезъ порогъ вмѣстѣ съ водой и идетъ по желобу *i* въ приборъ, отдѣляющій воду. Порогъ сдѣланъ такимъ образомъ, что имѣетъ въ средней своей части выступъ *h*, приходящійся противъ воронки *z*, такъ что уголь уносится только черезъ боковые вырѣзы *o* порога. *n'* — клапанъ, закрывающій отверстіе, черезъ которое спускаютъ отмытый сланецъ по трубѣ въ лабиринты; здѣсь получается осадокъ, содержащій еще нѣкоторое количество угля. Этотъ осадокъ идетъ иногда подъ котлы. Открывать клапанъ слѣдуетъ въ моментъ *спокойнаго состоянія воды*. *a* — труба съ клапаномъ, черезъ который вода входитъ въ приборъ. Поршень обыкновенно чугунный съ деревянными прокладками, безъ клапановъ. Вслѣдствіе примѣненія кулисы, поршень опускается быстро и поднимается медленно, чего нѣтъ въ системѣ Рекрота; это отличіе весьма важно. Ходъ поршня = отъ 65 mm. до 100 mm., смотря по сортамъ. Площадь поршня почти равна площади рѣшета.

Промытый уголь поступаетъ для отдѣленія воды въ *водоотдѣляющій барабанъ*. Этотъ приборъ представляетъ обыкновенный двойной сортировочный грохотъ. Во внутреннемъ конусѣ отверстія съ діаметрами около 23 mm.; діаметры отверстій наружнаго конуса = около 38 mm , но внутри онъ обтянутъ густымъ проволочнымъ ситомъ съ отверстіями приблизительно въ 0,5 mm. Число оборотовъ барабана = около 30 въ минуту. Послѣ отдѣленія воды, весь матеріалъ идетъ на перемѣшиваніе и дробленіе, что разсмотримъ въ особомъ отдѣлѣ. Одинъ приборъ системы Сиверса можетъ промыть въ часъ около 3000 кил. угля.

[538.] с. **Отсадочное рѣшето системы Берара.** Уголь, предварительно раздробленный въ валкахъ, поступаетъ на сортировку, которая въ машинахъ Берара часто дѣлается плоскими грохотами. Зерна, провалившіяся черезъ отверстія грохота въ 20 mm., поступаютъ на рѣшето *c* отсадочнаго прибора, фиг. 9 (табл. 88) и фиг. 10 (табл. 89) концевый видъ. Восходящее и нисходящее движеніе воды надъ рѣшетомъ производится чугуннымъ поршнемъ *B*, приводящимся въ перемѣнно-возвратное движеніе кривошипомъ, кулисой или кулакомъ. Валъ *o* съ маховикомъ *P* приводится въ движеніе безконечнымъ ремнемъ отъ общаго вала фабрики. Нѣкоторые строители приспособляютъ тутъ-же и движитель, такъ что валъ *o* есть въ то же время движущій валъ вертикальной паровой машины, какъ и представлено на прилагаемомъ рисункѣ, гдѣ *M* — цилиндръ паровой машины.

Обогащеніе производится такимъ образомъ, что сланецъ, образуя нижній слой на рѣшетѣ, идетъ черезъ порогъ *H* въ отдѣленіе *p*, откуда по временамъ выпускается черезъ заводню *F*. Порогъ *H* можетъ быть установленъ выше или ниже. Зерна каменнаго угля, занявъ верхній слой, идутъ

черезъ порогъ K въ отдѣленіе N, изъ котораго поднимаются норіей E къ перемѣшивающему аппарату. Черпаки норіи продырявлены, слѣдовательно служатъ въ то же время и для осушенія промытаго угля. Рѣшетка c имѣетъ уклонъ въ 0,03. Отверстіе G служитъ для очистки ящика. Вода наполняетъ приборъ изъ бака черезъ клапанъ b. Лопатки D служатъ для перемѣшиванія матеріала, поступающаго на рѣшето.

Приборъ перерабатываетъ въ часъ 7 — 8 тон. угля при 80 ударахъ поршня. Работа машины = 4 — 5 п. л. Вѣсъ прибора съ машиной 8000 кил.; стоимость = около 2000 руб. сер.

[539.] **Сравненіе различныхъ системъ отсадочныхъ приборовъ.** Въ заключеніе приводимъ слѣдующую таблицу результатовъ, полученныхъ при примѣненіи различныхъ системъ отсадочныхъ механизмовъ для каменнаго угля.

	Система Сиверса.			Система Рекерота				Система Берара.
	Grube Heinitz.	Hütte Burbach.	Rossitz.	Grube Dudweiler.	Mallstadt.	Hirschbach.	St. Lambert.	Sprung.
Количество промытаго угля въ часъ на приборъ.....	кил. 4000	4000—4800	3500	6500—7000	6800	6800—7000	6100—6300	10000
Дастъ промытаго угля.....	% 72	% 75	% 73,5	% 78,4	% 80	% 83—84	% 87,4	—
Дастъ отмытаго сланца и пр.	16,05	12,14	9,6	11,29	10,5	15	10,1	—
Дастъ иламу.....	11,92	10,11	13	9,8	9,5	15	2,5	—
Потери.....				0,4				
Содержаніе золы въ непромытомъ углѣ въ %.....	28,13	20—22	16,5	22,5	18,20	22—23	13—14	17,7
Содержаніе золы въ промытомъ углѣ въ %.....	9,06	12 [1]	8	6	4—5	4	4—4½	5,4 [2]
Въ отмытомъ сланцѣ золы..	60	—	51—52	62,6	65—67	—	68	69,75 [3]

Вышеприведенная таблица дастъ возможность до нѣкоторой степени судить объ относительныхъ достоинствахъ той или другой системы. Я го-

[1] Въ коксѣ.
[2] Безъ прибавленія непромытой каменноугольной пыли.
[3] Только въ отмытомъ сланцѣ.

ворю только до нѣкоторой степени, ибо въ примѣрахъ, приведенныхъ въ таблицѣ, приборы дѣйствовали вообще при различныхъ условіяхъ.

5. Перемѣшиваніе и дробленіе промытаго угля.

[540.] Перемѣшиваніе промытаго угля по системамъ Рексрота и Сиверса. Послѣ промывки и отдѣленія отъ воды, каменный уголь необходимо долженъ подвергнуться перемѣшиванію и вторичному дробленію. Перемѣшиваніе имѣетъ особое значеніе тамъ, гдѣ самый мелкій сортъ (пыль) не промывается, а смѣшивается съ промытыми сортами, уменьшая этимъ процентное содержаніе воды, такъ какъ практика показываетъ, что присутствіе болѣе 5% воды вредно вліяетъ на коксованіе. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ къ промытому спекающемуся углю прибавляютъ нѣкоторое количество неспекающагося, тогда перемѣшиваніе и дробленіе получаютъ еще большее значеніе.

При обогатительныхъ механизмахъ системы Рексрота уголь, частію уже перемѣшанный архимедовымъ винтомъ, идетъ на обыкновенные дробильные валки, діаметръ которыхъ = около 0,54 m., а длина = 0,80 m. Разстояніе между валками = отъ $4\frac{1}{2}$ до 5 mm. Изъ-подъ валковъ уголь поднимается норіей нѣсколько выше горизонта коксовальныхъ печей, на которыя и доставляется въ особыхъ вагонахъ.

При отсадочномъ механизмѣ системы Сиверса, промытый уголь вмѣстѣ съ водой идетъ по желобу въ барабанъ для отдѣленія отъ воды. Въ этомъ приборѣ онъ также и перемѣшивается, а затѣмъ, какъ и при системѣ Рексрота, уголь поступаетъ на дробильные валки; но здѣсь валки нѣсколько меньшихъ размѣровъ, какихъ они обыкновенно строятся. Разстояніе между валками дѣлается отъ 4 до 5 mm.

[541.] Аппаратъ Карра для перемѣшиванія въ особенности превосходитъ всѣ другіе, хотя и требуетъ значительно больше работы.

На фиг. 11 (табл. 89) представленъ описываемый приборъ; сущность его заключается въ томъ, что два диска *ab* и *ee* снабжены кулаками *nn* и *mm*. Диски вращаются въ противоположныя стороны. Уголь поступаетъ въ приборъ черезъ люкъ *A*, и падая между кулаками, передробляется, разбивается ими, и выходитъ въ люкъ *F*. Въ слѣдующей таблицѣ показаны нѣкоторые размѣры и производительность приборовъ Карра разныхъ номеровъ.

№	Діаметръ окружности, по которой расположены кулаки перваго ряда.	Шкивы. Діаметръ.	Шкивы. Ширина.	Число оборотовъ въ 1 м.	Потребная работа двигателя.	Производительность въ день.
	mm.	mm.	mm.		пар. лош.	килограм.
1	2000	500	300	350	25	400000
2	1500	450	250	350	15	200000
3	1200	450	200	400	10	100000
4	1000	400	200	450	6	50000
5	900	300	150	500	5	30000
6	800	250	150	550	4	20000
7	700	200	125	600	3	10000
8	600	200	125	650	2	5000
9	500	200	100	700	1	4000

[542.] **Сравненіе дезинтегратора Карра съ дробильными валками.** Ниже приводимъ таблицу сравнительныхъ опытовъ, произведенныхъ въ Anzin надъ дробильными валками и приборомъ Карра.

	Дробильные валки.	Приборъ Карра.
Число оборотовъ движущей машины	54	54
Число оборотовъ дробильныхъ приборовъ	90	353
Вѣсъ раздробленнаго въ секунду угля	8,05 кил.	7,74 кил.
Работа въ секунду въ килограммометрахъ, поглащенная:		
1) Машиной, передаточнымъ механизмомъ, однимъ дробильнымъ аппаратомъ работавшимъ — и другимъ, дѣйствовавшимъ нахолостую	2130	
2) Машиной, передаточнымъ механизмомъ и приборомъ Карра, работавшими	„	2761
3) Машиной, передаточнымъ механизмомъ и дробильнымъ механизмомъ нахолостую	1511	1351
4) Собственно на дробленіе и на подъемъ норіей	619	1410
5) На подъемъ норіей	107	316
6) Собственно на дробленіе	512	1410

	Дробильные валки.	Приборъ Карра.
7) На раздробленіе въ 1 секунду 1 кил. угля.	49	135
8) Работа, необходимая на раздробленіе 500 кил. угля въ 1 минуту.....	405	1123
9) Отношеніе работы, потребной для прибора Карра къ работѣ, потребной для волковъ, для одного и того же количества угля...	—	2,75

Итакъ, эти опыты показываютъ, что приборъ Карра потребляетъ работы въ 2,75 разъ больше, нежели дробильные валки. Слѣдовательно, если не требуется тщательнаго дробленія и перемѣшиванія, то слѣдуетъ въ этомъ случаѣ предпочесть обыкновенные дробильные валки.

Общее расположеніе обогатительныхъ фабрикъ.

[543.] **Обогатительная фабрика фирмы Венделя въ Seraing**, фиг. 12 и 13 (табл. 90). Отсадочные механизмы системы Рекрота. Уголь доставляется въ вагонахъ къ Форбахской мельницѣ B, дѣлающей 10 оборотовъ въ минуту, наибольшая величина зеренъ = 17 mm. По раздробленіи уголь поднимается норіей CC' въ сортировочный барабанъ T. Барабанъ T, діаметромъ 1,2 m., дѣлаетъ 20 оборотовъ и даетъ четыре сорта. Сортъ, провалившійся черезъ отверстія въ $2^1/_2$ mm., не промывается и скользитъ по наклонной плоскости g къ перемѣшивающимъ винтамъ m и m'. Первая часть барабана T безъ отверстій, на нее падаетъ уголь, подвигаемый винтомъ t. Далѣе барабанъ раздѣленъ на четыре части: части aa' обтянуты проволочнымъ ситомъ съ отверстіями въ $2^1/_2$ mm., отдѣленіе b съ отверстіями въ 5 mm., отдѣленіе c съ отверстіями въ 17 mm. Слѣдовательно, имѣемъ 4 сорта: $2^1/_2$ mm., 5 mm., 17 mm. и сортъ болѣе 17 mm. (непровалившійся черезъ отверстія въ 17 mm.). M — отсадочные аппараты, они представляютъ деревянный ящикъ, раздѣленный на четыре части: часть A' съ наклонною плоскостью g, по которой и скользитъ мелочь, не назначенная для промывки; остальныя части собственно и представляютъ отсадочные приборы; i — отдѣленіе для воды, которая протекаетъ черезъ трубку F. Этотъ резервуаръ отдѣляется отъ M чугунною перегородкою z съ 14 клапанами. Поршень p' приводится въ движеніе кривошипомъ съ прорѣзомъ для измѣненія длины хода поршня. Число ударовъ = 30 въ 1′. Рѣшето E состоитъ изъ нижней части, представляющей металлическое сито съ отверстіями въ 25 mm. и верхняго сита съ отверстіями въ 1 mm.; h — заслонка, открывая которую, дозволяютъ сланцу падать въ желобъ n съ

винтомъ; далѣе сланецъ идетъ по норіи *nn* и падаетъ въ вагоны *N*. Отмытый уголь переходитъ черезъ порогъ *D* и скатывается на рѣшетку съ отверстіями отъ 1 до 2 mm., далѣе при посредствѣ гребковъ, поступаетъ въ перемѣшивающіе винты [1]) *m* и *m* и передвигается въ дробильные валки [2]) *p*″; затѣмъ норіей *ss* доставляется въ вагоны. *R*′ — центробѣжный насосъ, накачивающій воду въ бакъ. Расходъ воды = 4,5 куб. метр. въ 1′, вода оборотная. *Q* — паровая машина: діаметръ цилиндра = 0,36 m., ходъ = 1,10 m.; давленіе пара = 4 атм.

Фабрика эта переработываетъ 180 тоннъ угля въ 10 часовъ. Уголь даетъ золы 10,27%. Передъ дробленіемъ ручною разборкой удаляютъ 0,33% вредныхъ примѣсей. Получается: сланца — 8%, дающаго 53,92% золы; 2,1% шламу, дающаго золы 7,04%, 9,98% — шламу съ дальнихъ бассейновъ и 16,06% — съ ближайшихъ. Уголь, идущій на коксованіе дастъ 6,65% и коксъ 8,58% золы. Рабочихъ задолжаютъ: 1 машинистъ, 1 кочегаръ, 4 челов., занимающихся разгрузкой вагоновъ передъ дробленіемъ, 1 челов. собственно при промывательномъ аппаратѣ, 2 челов. при откаткѣ отмытаго сланца, 1 челов. отбираетъ сланецъ передъ дробленіемъ.

[544.] **Обогатительная фабрика при Heinrich-Schacht** (Mährisch-Ostrau). Выше было описано сортировочное отдѣленіе этой фабрики (фиг. 1 и 2, табл. 85). Тамъ-же было сказано, что сортъ угля въ 33 mm. поступаетъ въ промывку. Этотъ сортъ винтомъ *F* (фиг. 2, табл. 85; фиг. 14 и 15, табл. 91) доставляется въ коническій барабанъ *g* для сортировки передъ отсадкой на рѣшетахъ. Барабанъ — концентрическій, онъ раздѣляетъ уголь на 3 класса. Діаметръ отверстій внутренняго конуса = 23 mm., наружнаго = 16,5 mm. Сортъ № 1 — отъ 12 — 16,5 mm. идетъ на первое отсадочное рѣшето. Сортъ № 2 — отъ 16,5 — 23 mm. идетъ на второе рѣшето, и наконецъ, сортъ № 3 — 23 — 33 mm. идетъ на третье рѣшето. Отсадочныя рѣшета *H*, *H*, *H* (фиг. 14 и 17, табл. 91) — системы Сиверса. На фиг. 15 представленъ фундаментъ (*H*) для отсадочныхъ рѣшетъ.

Изъ отсадочныхъ рѣшетъ промытый уголь передвигается при помощи винта *J* въ приборъ K_I или въ K_{II} для освобожденіи отъ воды. Въ K_{II} идетъ сортъ мелкій. — Пустая порода изъ отсадочныхъ приборовъ выпускается черезъ трубку *m* (фиг. 17) и при помощи винта *L* передвигается на наклонный плоскій грохотъ, гдѣ и освобождается отъ воды, поступая далѣе въ вагоны, въ которыхъ отвозится въ отвалъ.

Коническій барабанъ K_I (фиг. 14, 15 и 17), служащій также и для отдѣленія промытаго угля отъ воды, имѣетъ отверстія, діаметръ которыхъ

---

[1]) Діаметръ винта = 0,5 m., шагъ = 0,4 m.
[2]) Діаметръ валковъ = 0,55, m., длина = 0,7 m.

= 3,3 mm., число оборотовъ барабана = 20; остальные размѣры показаны на чертежѣ. Вода отъ промытаго угля идетъ по желобу p въ освѣтительные бассейны m (фиг. 16), расположенные внѣ фабрики.

Уголь изъ K_1 падаетъ въ вагоны и уже считается *оконченнымъ*, а изъ K_{11} уголь идетъ въ дробильные валки N (фиг. 15 и 18). Раздробленный уголь поднимается норіей o и далѣе по скату поступаетъ въ вагоны.

Центробѣжный насосъ Q (фиг. 17) поднимаетъ воду изъ освѣтительныхъ бассейновъ въ бакъ R, изъ котораго поступаетъ въ отсадочные приборы.

Въ отдѣленіи T (фиг. 15) помѣщается паровая машина, силою въ 16 пар. лош.

Главный валъ u_1 дѣлаетъ 50 оборотовъ въ минуту.

Валъ большаго сортировочнаго барабана дѣлаетъ	7	оборотовъ
Валъ шкивовъ для норій	10	„
Валы вращающихся разборочныхъ столовъ	$1\frac{1}{2}$	„
Винтъ F	12	„
Сортировочный барабанъ G	12	„
Число ударовъ поршней рѣшетъ	50	„
Число оборотовъ валковъ	30	„
Число оборотовъ центробѣжнаго насоса	700	„

Стоимость сооруженія:

Большой сортировочный барабанъ D	930	руб.
Малый барабанъ G	160	„
2 барабана K_1 и K_{11}	400	„
3 отсадочныхъ рѣшета	690	„
Перевозка	560	„
Передаточный винтъ, F	285	„
„ „ J	250	„
„ „ L	210	„
„ „ B	365	„
Норіи	730	„
Два разборочныхъ стола	400	„
Валки	665	„
Вся вообще фабрика съ сортировочными приспособленіями, рѣшетами, передаточными механизмами и пр., но безъ движителя, стоила около	8800	руб.
Отдѣльно зданіе	4700	„
Перерабатываетъ угля въ годъ	67200	тон.

ГЛАВА XI.

(Табл. 92 — 106).

Добыча золота.

I. Развѣдка розсыпей, добыча и промывка золотоносныхъ песковъ.

1. Развѣдка розсыпей.

[545]. О мѣстонахожденіи розсыпей, ихъ напластованіе. Золотоносные розсыпи находятся въ долинахъ и логахъ, по рѣчкамъ и ручьямъ, берущихъ свое начало въ горныхъ хребтахъ. Долины и лога имѣютъ различное паденіе, которое, напр., въ Нерчинскомъ горномъ округѣ среднимъ числомъ составляетъ 0,01, иногда доходитъ до 0,08. Въ Ю. Уралѣ уклонъ вообще несравненно меньшій.

Въ Нерчинскомъ округѣ, въ таежныхъ мѣстахъ почва золотоносныхъ долинъ покрыта мхомъ, густымъ лѣсомъ, валежникомъ и загромождена валунами. Въ мѣстностяхъ безлѣсныхъ или открытыхъ она преимущественно болотиста. Изъ горныхъ породъ, составляющихъ валуны на поверхности и входящихъ въ составъ розсыпей, назовемъ гранитъ, кварцитъ, гнейсъ, преимущественно же сіенитъ, зеленый камень, діоритъ, порфиры, сланцы и проч.

Въ розсыпяхъ различаютъ слѣдующее напластованіе:

1) *Торфъ*, онъ составляетъ верхній слой. 2) *Глинистый, иловатый или землистопесчанистый пластъ* съ болѣе или менѣе угловатыми обломками породъ. 3) *Галистый пластъ* (галька), онъ состоитъ изъ нѣсколько глинистаго песку съ окатистой галькой. Три вышеназванныхъ пласта называются вообще *наносами или торфами*; они или совершенно не содержатъ золота, или такъ мало, что не заслуживаютъ разработки. 4) *Собственно золотосодержащій пластъ* состоитъ изъ болѣе или менѣе вязкой глины, песку и гальки.

[546]. Шурфовка. Если геогностическія данныя даютъ право надѣяться на открытіе золотосодержащей розсыпи, то развѣдку производятъ шур-

---

[1]) Полагая, что будетъ болѣе удобнымъ не разбрасывать свѣдѣній, относящихся вообще до эксплуатаціи розсыпей, я составилъ цѣльный очеркъ, соединивъ въ одно развѣдки, добычу и промывку. При составленіи главы XI, я руководствовался собственными наблюденіями, произведенными на промыслахъ Урала, а также работами профессора Эйхвальда, Кулибина и др

фовкой. По большимъ рѣчкамъ розсыпи встрѣчаются съ меньшимъ содержаніемъ золота, нежели тѣ, которыя расположены по малымъ рѣчкамъ и притокамъ, а потому развѣдку слѣдуетъ начать съ притоковъ и потомъ перейти къ большимъ рѣчкамъ.

Шурфы начинаютъ закладывать отъ устья рѣчки и идутъ вверхъ, или начинаютъ развѣдку съ средины рѣчки и идутъ въ обѣ стороны. Шурфы закладываются первоначально возможно ближе къ руслу то на той, то на другой сторонѣ въ разстояніи одинъ отъ другого отъ 50 — 100 саженъ; чѣмъ благонадежнѣе окажутся признаки, тѣмъ чаще бьютъ шурфы, и наконецъ, проводятъ второй ихъ рядъ по ширинѣ рѣчки, въ обѣ стороны отъ русла.

Продолжая шурфованіе, опредѣляютъ по пробамъ степень благонадежности розсыпи и если окажется, что можно разсчитывать на болѣе или менѣе выгодную добычу золота, тогда развѣдуютъ розсыпь вторично, *детально*. Детальной развѣдкой должно опредѣлить простираніе золотосодержащаго пласта, толщину, ширину, отношеніе толщины пласта къ толщинѣ турфовъ, среднее содержаніе золота, его видъ и свойства песковъ. Детальная развѣдка производится такъже шурфовкой. Шурфы располагаютъ вкрестъ долины рядами, въ шахматномъ порядкѣ. Разстояніе между шурфами въ ряду = 3 — 8 саженъ, а разстояніе между рядами = 10 — 25 саженъ (*A*, фиг. 1, табл. 92).

Шурфы, какъ при первоначальной, такъ и при детальной развѣдкѣ, обозначаются на картѣ номерами. Дойдя шурфомъ до золотосодержащаго пласта, который узнается по пробамъ, пробиваютъ этотъ пластъ шурфомъ до плотика. При выемкѣ пласта складываютъ золотосодержащій песокъ въ отдѣльныя кучи, съ каждой четверти по толщинѣ пласта; въ кучи втыкаются колышки съ дощечками, на которыхъ обозначены номера четвертей. Для опредѣленія содержанія золота въ пластѣ, берутъ изъ каждой четверти не менѣе 2 пуд. песку и промываютъ на ручномъ вашгердѣ, далѣе выводятъ среднее содержаніе для каждаго шурфа; а по среднему содержанію изъ каждаго шурфа опредѣляютъ среднее содержаніе золота въ пластѣ развѣданной площади.

Необходимо обратить особенное вниманіе на крайніе шурфы по ширинѣ, которые опредѣляютъ собою ширину розсыпи и вообще ея границы.

При работахъ составляется карта съ нанесеніемъ шурфовъ и ведется журналъ — *шурфовочныя таблицы*, въ которыхъ показывается для каждаго шурфа толщина наноса, толщина пласта и содержаніе золота, а въ концѣ таблицъ выводятся среднія цифры для всей развѣданной площади.

Шурфамъ придаютъ поперечные размѣры = 2 × $2\frac{1}{2}$ аршина, при глубинѣ ихъ въ $1\frac{1}{2}$ — 3 саженъ; при большей глубинѣ, размѣры поперечнаго сѣченія = 3 × 3 аршина.

Проводъ шурфовъ производится лопатной и кайловой работой. При болѣе значительной глубинѣ, породу поднимаютъ въ бадьяхъ очепомъ, а если средства позволяютъ, то и ручными воротками. Воду отливаютъ также бадьями при помощи того же очепа, а при значительномъ притокѣ — ручными насосами.

При малой глубинѣ и при породахъ неосыпающихся, шурфы проходятъ безъ крѣпи. При большей глубинѣ и при породахъ менѣе вязкихъ, иногда ведутъ шурфъ, съуживая его книзу. При значительной глубинѣ и слабыхъ породахъ, шурфъ крѣпятъ деревомъ такимъ образомъ: устанавливаютъ по стѣнкамъ шурфа плахи и распираютъ ихъ вѣнцами. Въ крайнемъ случаѣ шурфы крѣпятъ вѣнцевою крѣпью и даже забивною.

Въ Сибири шурфованіе въ русловыхъ розсыпяхъ, съ большимъ притокомъ воды, производится зимою способомъ *промораживанія* шурфовъ.

Изъ совокупности всѣхъ данныхъ, добытыхъ развѣдкой, должно быть составлено описаніе розсыпи, въ которое входитъ: 1) краткій геологическій очеркъ мѣстности, 2) протяженіе, ширина и толщина пласта, 3) среднее содержаніе золота въ пескахъ, 4) число куб. саж. песковъ, заключающихся въ пластѣ, 5) количество золота въ пластѣ, 6) видъ золота и свойства песковъ. Кромѣ этихъ данныхъ, необходимо также опредѣлить для составленія будущаго проекта разработки: притокъ воды въ рѣчкѣ, паденіе, близость лѣса и пр.

[547.] Буреніе, какъ уже имѣются примѣры, можетъ быть примѣнено въ нѣкоторыхъ случаяхъ съ успѣхомъ для развѣдокъ золотыхъ розсыпей. Буреніе будетъ удобно и дешево при породахъ глинистыхъ, песчано-глинистыхъ, при слояхъ галечнаго песка съ небольшими обломками горныхъ породъ, вообще при породахъ средней твердости и не дающихъ обваловъ. Діаметръ скважинъ = отъ 1 — 2 фут. Для провода скважины, глубиною около 15 саженъ, потребно: 1) четыре буровыхъ долота, 2) ударная шпанга съ кулисой Эйнгауссена, 3) 15 саженъ колѣнчатой штанги, 4) два мѣшечныхъ бура, 5) два блока, ключи, цѣпи и пр. мелочныя вещи, 6) коперъ, высотою саженъ въ четыре, 7) коромысло и 8) простой воротъ. Буровой инструментъ въ четырехъ экземплярахъ, съ запасными вещами будетъ стоить отъ трехъ до пяти тысячъ рублей. Въ мерзлой почвѣ буромъ можно углубляться въ 10-ч. смѣну на 2 — 4 аршина, причемъ потребно задолжить 6 чернорабочихъ и 1 буровщика; матеріаловъ въ мѣсяцъ: масла коноплянаго — 6 фунт., дегтю — 5 фунт., пеньки — 5 фунт., каната въ 15 саженъ, который можетъ прослужить около трехъ мѣсяцевъ.

Буреніе въ песчаноглинистой и глинистой почвѣ можно производить желонкой съ рѣзаками (Глава I, табл. I, фиг. 13). Если породы не содержатъ большихъ камней, притомъ не рыхлы и не плывучи, тогда лучше взять рѣзакъ.

2. Подготовительныя работы.

[548.] **Плотины** (*a*, фиг. 1) для накопленія воды устраиваютъ въ Сибири слѣдующимъ образомъ: углубляютъ поперекъ долины канаву, шириною въ 2 сажени и съ такою глубиною, чтобы врѣзаться въ глинистый пластъ наносовъ. Въ канавѣ устанавливаютъ срубъ, сложенный на мху и возводятъ его выше поверхности почвы на 6 аршинъ. Пространство между стѣнками сруба затрамбовываютъ глиною, съ внутренней стороны плотины дѣлаютъ насыпь на откосъ. Въ плотинѣ оставляютъ два прорѣза: одинъ *b* — рабочій для выпуска воды въ русло, ведущее къ машинѣ, а къ другому *c* примыкаетъ водоотводная канава, черезъ этотъ прорѣзъ выпускается излишняя вода.

Перемычки *d* представляютъ тѣ же плотины, но меньшихъ размѣровъ. Перемычка возводится на водоотводныхъ канавахъ и на небольшихъ ключахъ, для скопа и направленія воды по руслу къ машинѣ.

Водоотводная канава *e* служитъ для отвода воды изъ рѣчки; вода впослѣдствіи при помощи перемычки *d* и сплотокъ *f* можетъ проводиться къ золотопромывательнымъ машинамъ *N*. Канава идетъ отъ плотины по борту разрѣза и ниже всѣхъ работъ соединяется съ рѣчкой. Ширина водоотводной канавы не болѣе 3-хъ саженъ, глубина = 2 аршинамъ.

Сплотки, или русла *g* и *f* доставляютъ воду къ золотопромывательной машинѣ *M* или *N* отъ плотинъ или перемычекъ. Сплотки сооружаются подобно ларямъ.

Водосточная канава *rr'* (разрѣзная) служитъ для осушенія разрѣза и для отвода отработанной воды отъ машинъ, ширина канавы = 3 аршина.

Фиг. 2 (Табл. 93) представляетъ еще одинъ случай расположенія перемычекъ, канавъ и проч.

3. Добыча песковъ.

[549.] **Добыча на Нерчинскихъ промыслахъ** золотосодержащихъ песковъ обыкновенно производится открытыми работами. Площадь, предназначенную къ добычѣ, очищаютъ и снимаютъ турфы. На Нерчинскихъ промыслахъ вскрыша верхняго слоя производится зимою, когда онъ въ мерзломъ состояніи; весною же, по мѣрѣ протаиванія, добываютъ и слѣдующіе слои наносовъ. Добыча турфовъ производится уступами при помощи лопатной и кайловой работъ, а раздробленіе большихъ валуновъ достигается порохомъ. На 1 куб. саж. задолжается съ отвозкой въ отвалъ отъ 5 — 7 пѣшихъ рабочихъ или отъ 2 — 4 конныхъ и 1,5 лошадей. На Нерчинскихъ про-

мыслахъ верхній пластъ добывается кайлою или ломомъ, которыми одинъ рабочій отворачиваетъ породу, а другой гребкомъ загребаетъ въ лотокъ и вываливаетъ въ таратайку. Добыча средняго пласта болѣе затруднительна и производится преимущественно ломомъ. Почвенный пластъ (глинистый и каменистый съ валунами горныхъ породъ, въ трещинахъ которыхъ заключена золотосодержащая глина) добывается съ большимъ трудомъ и иногда валуны приходится рвать порохомъ.

[550.] **На промыслахъ Енисейскаго округа** золотосодержащій пластъ при значительной толщинѣ очень вязокъ; здѣсь при почвѣ каждаго уступа дѣлаютъ врубъ кайлою и затѣмъ уже ломами отворачиваютъ глыбу пласта, которую потомъ разбиваютъ для нагрузки въ таратайки. Вмѣстимость таратайки 0,73 куб. арш. Для добычи одной кубической сажени золотосодержащаго пласта задолжается: пѣшихъ рабочихъ отъ 4 — 6 человѣкъ, конныхъ отъ 2 — 4 человѣкъ при одной лошади.

[551.] **Вѣсъ одной куб. саж. песковъ.** На Нерчинскихъ промыслахъ считаютъ въ 1 куб. саж. песковъ 1000 пудъ или 50 таратаекъ, по 20 пудъ каждая. При среднемъ разстояніи отъ забоя до машины въ 90 саженъ, лошадь проходитъ въ 10 часовъ 18 верстъ, изъ нихъ 9 верстъ съ грузомъ.

Въ Енисейскомъ округѣ считаютъ въ 1 куб. саж. песковъ 1200 пудъ.

На Уралѣ въ различныхъ мѣстахъ вѣсъ 1 куб. саж. песковъ принимается различно: въ Богословскомъ округѣ 1364 пуд., въ Гороблагодатскомъ 1259 пуд., въ Екатеринбургскомъ 1292 пуд., въ Златоустовскомъ 1416 пуд.

Нагрузка въ таратайки на Уралѣ равна 25 — 35 пуд. Помостъ, или наклонная плоскость, по которой доставляются таратайки на машину, не должны имѣть подъема болѣе $^1/_{12}$.

4. Промывка песковъ.

[552.] **Процесы промывки.** Отдѣленіе золота отъ золотосодержащихъ песковъ, глинъ и пр. есть цѣль промывки, или обогащенія. Смотря по количеству глины, песку и гальки въ золотосодержащемъ пластѣ, онъ можетъ быть болѣе или менѣе рыхлъ или вязокъ. Въ первомъ случаѣ промывка идетъ болѣе легко и совершенно и песокъ называютъ *промывистымъ*; во второмъ случаѣ — *мясниковатымъ*.

Въ полномъ процесѣ промывки золотосодержащихъ песковъ можно различить четыре періода:

1) *Протирка песковъ*, 2) *сокращеніе песка до сыраго шлиха*, 3) *сокращеніе сыраго шлиха до чернаго*, 4) *окончательное извлеченіе зо-*

лота изъ чернаго шлиха въ чистомъ видѣ или амальгамѣ, 5) *перегонка амальгамы*.

Почти во всѣхъ системахъ промывки песковъ мы находимъ четыре первыхъ періода обогатительнаго процеса. Золотопромывательныя устройства различаются между собою въ сущности только тѣмъ, что въ однихъ протирка производится рабочими при помощи гребковъ, въ другихъ же болѣе сложными механическими приспособленіями.

[553.] 1. **Ручной вашгердъ безъ грохота** (фиг. 3, табл. 93). Онъ обыкновенно примѣняется при развѣдочныхъ работахъ, а также при сокращеніи сѣраго шлиха на черный и отбивки золота изъ чернаго шлиха; въ послѣднемъ случаѣ его называютъ *доводнымъ*. Вашгердъ представляетъ широкій и короткій желобъ *a b*. Толщина досокъ для желоба $= 1^1/_2''$. Длина вашгерда = отъ 7 — 9′, ширина = около $3^1/_2'$. Высота въ головной части $a = 14''$, а въ хвостовой $b = 12''$. Уклонъ плоскони вашгерда = отъ $3^1/_2$ до 7″ на всю длину прибора; наивыгоднѣйшій уклонъ опредѣляется всякій разъ опытомъ. Плинтусы *c* и *d* имѣютъ высоту $= 2^1/_2''$.

Промывка производится слѣдующимъ образомъ. На головку *a* вашгерда завaливаютъ песокъ въ количествѣ отъ 2 до 3 пуд. и пускаютъ воду въ ящикъ *W* изъ деревяннаго крана; далѣе начинаютъ *протирать* песокъ гребкомъ, стараясь *разбить*, *размять* комья глины, при этомъ рабочій долженъ стараться гребкомъ завернуть шламъ къ головкѣ вашгерда. Работа продолжается такимъ образомъ до тѣхъ поръ, пока на приборѣ останется уже небольшое количество взятаго песку,—тогда дѣлаютъ вторичную завалку отъ 2 до 3 пуд. и т. д., до тѣхъ поръ, пока не переработаютъ матеріала отъ 12 до 18 пуд. Это будетъ первый періодъ работы — *протирка*.

Далѣе рабочій приступаетъ ко второй операціи — къ *сокращенію на сѣрый шлихъ*. Надо нѣсколько уменьшить притокъ воды и снять плинтусъ *d*; гребкомъ подворачиваютъ матеріалъ къ головкѣ нѣсколько разъ, пока не получится сѣрый шлихъ; этотъ послѣдній или собираютъ въ *яндовы* (на подобіе лотковъ) и на подобномъ же вашгердѣ, часто меньшихъ размѣровъ (очистительный вашгердъ) сокращаютъ на черный шлихъ; или же сокращеніе на черный шлихъ производится на томъ же самомъ вашгердѣ, гдѣ и протирка.

Очистительный вашгердъ длиною въ $2^1/_2$ арш., шириною въ $1^1/_4$ арш. Сокращеніе на черный шлихъ производится гребкомъ на короткой рукояткѣ и требуетъ большого вниманія и навыка. Слѣдуетъ нѣсколько разъ подворачивать сѣрый шлихъ къ головкѣ вашгерда, стараясь не допустить его къ хвосту, какъ бы нѣсколько протираютъ его и такимъ образомъ доводятъ, сокращаютъ до чернаго шлиха, который будетъ по преимуществу состоять изъ магнитнаго желѣзняка. Уменьшивъ притокъ воды, разравниваютъ чер-

ный шлихъ и при помощи щетки, поставивъ гребокъ на плоскони противъ струи, промываютъ шлихъ еще болѣе тщательно, дѣйствуя иногда непосредственно рукой. Такимъ образомъ работаютъ до тѣхъ поръ, пока золото сдѣлается явственнымъ и останется мало магнитнаго желѣзняка, тогда золото собирается въ *сьемы* и просушивается. Черный шлихъ извлекаютъ магнитомъ, а въ остаткѣ получается почти чистое золото.

Ниже описаннаго вашгерда иногда ставятъ другой, на которомъ можетъ быть уловлено еще нѣкоторое количество золота.

Если золото находится въ пескѣ въ весьма мелкомъ видѣ, то его улавливаютъ въ видѣ *амальгамы*. Ртуть слѣдуетъ прибавлять на головку вашгерда и затѣмъ промывать сѣрый шлихъ обыкновеннымъ порядкомъ. Амальгаму собираютъ и прокаливаютъ въ желѣзныхъ чашечкахъ, или лучше еще, перегоняютъ въ особыхъ приборахъ для улавливанія ртути (см. ниже).

[554.] 2. **Ручной вашгердъ съ грохотомъ** (фиг. 4) имѣетъ болѣе значительную производительность, нежели предъидущій приборъ; но примѣняется вообще при малыхъ работахъ. Онъ отличается отъ ручного вашгерда тѣмъ, что здѣсь надъ головкой плоскони установленъ грохотъ чугунный или желѣзный, на этотъ грохотъ заваливаются пески. Діаметръ отверстія грохота = $^3/_8$—$^1/_2$″, иногда, какъ въ с. Уралѣ, $^3/_4$—смотря по крупности гальки. Книзу діаметръ отверстія нѣсколько увеличивается. Собственно вашгердъ ниже грохота имѣетъ ширину = 42″, а длину = 67″; ниже идетъ слѣдующая плосконь (желобъ), ширина которой = 21″, а длина = 3 саж., уклонъ 14″. Головная часть вашгерда подъ грохотомъ имѣетъ уклонъ = 10″. Пріемы при промывкѣ тѣ же, какъ и при ручномъ вашгердѣ.

[555]. **Передвижной вашгердъ.** На промыслахъ Восточной Сибири устраиваютъ передвижной ручной вашгердъ съ грохотомъ, фиг. 5 и 6 (табл. 94), на четырехъ, а иногда и на двухъ колесахъ,—иногда же безъ колесъ и горій. Къ хвостовой части вашгерда *b* приспособляютъ горію *r* для подъема эфеля; горіи приводятся въ движеніе рабочими отъ рукоятки *p*. Къ одной изъ короткихъ сторонъ грохота *q* примыкаетъ галечный люкъ *l* съ западней *z*. Плосконь по длинѣ своей раздѣляется на двѣ части, въ каждой изъ нихъ положена рама *m* съ поперечными брусками или *трафаретами* [1]). Часть рамы съ размѣрами представлена на фиг. 7, гдѣ *bb′* дно плоскони, *c*—трафареты. Золото собирается въ пространствѣ *d*. Длина плоскони = 184″, ширина = 72″, уклонъ = $^3/_{16}$. Ширина грохота = 38″, длина = 72″. При такихъ размѣрахъ, въ 10-ч. смѣну промываютъ на

[1]) Головка шлюза покрывается сверху рѣшеткой *t* съ замкомъ, для предупрежденія похищенія золота.

станкѣ 6 куб. саж. песковъ средней вязкости. Расходъ воды = около 0,275 куб. ф. въ одну секунду. Если принять смѣну въ 10 рабочихъ часовъ, то на грохотъ въ минуту выгружается $^1/_2$ телѣжки, или 3,43 куб. ф. пласта, и при этомъ расходуется воды 16,5 куб. ф., или на 1 куб. ф. пласта расходуется 4,8 куб. ф. воды. Для обработки 6 куб. саж. песковъ необходимо задолжить: протирщиковъ 4, для отвоза гальки 1 чел. и 1 лош., на норіи 2 чел., для отвозки эфелей 1 чел. и 1 лош., промывальщиковъ 1 чел. На 1 куб. саж. промытыхъ песковъ причитается 1,5 поденщ. люд. и 0,33 поден. лошадей.

Описываемый приборъ примѣняется: a) при разработкѣ маловодныхъ розсыпей, *b*) для промывки песковъ изъ оставленныхъ между старыми выработками кромокъ, c) въ помощь другимъ золотопромывальнымъ машинамъ, чтобы при избыткѣ воды имѣть возможность увеличивать промывку, или во время маловодія при остановкѣ другихъ машинъ поддерживать небольшую промывку.

Описываемый приборъ требуетъ весьма мало ремонта и протирка даже мясниковатыхъ песковъ идетъ чисто; но производительность мала и задолженіе рукъ велико.

[556.] **Бочечная золотопромывальная машина**, фиг. 8 и 9 (табл. 95). Здѣсь *a*—свалочный полокъ, *b* — бочка, длина которой = 12′, діаметръ узкаго конца = 44″, діаметръ широкаго конца = 56″, толщина желѣзныхъ листовъ = $^1/_4$″ до $^3/_8$″. Діаметръ отверстій коническаго грохота = $^3/_8$″ — $^1/_2$″, смотря по крупности гальки; разстояніе между отверстіями = $2^1/_2$″. Отверстія располагаются рядами въ шахматномъ порядкѣ; разстояніе между рядами = около 2″. Площадь отверстій = $^1/_{12}$ до $^1/_{16}$ всей поверхности бочки. Внутренній *наборъ* бочки состоитъ изъ зазубренныхъ желѣзныхъ планокъ, укрѣпленныхъ на ребро внутри бочки (фиг. 9 bis). Подъ бочкой расположена плосконь *p*, длина = 32′ 8″, ширина = 10′ 9″, уклонъ = отъ 10° до 14°; *t* — трафареты, *n*—плинтусы. Въ головѣ плоскони иногда дѣлаютъ желобъ *y*, изображенный въ разрѣзѣ на фиг. 10; *e* — эфельные люки, *f*— галечное рѣшето, *g* — доводный вашгердъ. Бочка приводится въ движеніе отъ гидравлическаго колеса *R* безконечнымъ ремнемъ, охватывающимъ шкивы *m*, ширина ремня 9″; *u* — натяжной шкивъ. По трубамъ *m* и черезъ насадки *x* вода пускается въ бочку, а черезъ краны *k* [1]) на плосконь.

Подъ вліяніемъ воды и внутренняго набора пески протираются въ бочкѣ; галька выходитъ черезъ широкій конецъ бочки на галечное рѣшето, а шламъ идетъ черезъ отверстія бочки на плосконь. Разъ или два въ смѣну

[1]) Для провода воды въ бочки, къ вашгердамъ, для всполоска шлюзовъ и проч. примѣняются кожанныя рукава съ желѣзными насадками (*носовки*). Рукава льютъ изъ сырой, выбритой кожи и потомъ кладутъ ихъ на 15 дней въ дегтярную воду.

дѣлаютъ смывку, при этомъ сокращеніе сѣрыхъ шлиховъ и извлеченіе золота на доводномъ вашгердѣ производится обыкновеннымъ порядкомъ.

Иногда соединяютъ въ одинъ приборъ двѣ и болѣе бочекъ. Затѣмъ ниже устраиваютъ еще эфельную бочку или ставятъ рядъ американскихъ желобовъ. Иногда на нижней части шлюза натягиваютъ сукно.

[557.] **Числовыя данныя.** Однобочечная машина съ вышеприведенными размѣрами промываетъ въ день отъ 20 до 30 куб. саж. пласта или въ 1 минуту 50 пуд., при этомъ задолжается:

Завальщиковъ	2	челов.	
На эфельныхъ люкахъ.	2	„	
У галечнаго рѣшета	4	„	
При отвозкѣ эфелей и гальки.	14	„	и 14 лош.
Отвальщикъ.	1	„	
Машинистъ.	1	„	
Промывальщикъ	1	„	
Всего. . . .	25	челов.	и 14 лош.

Или—собственно на промывку 1 куб. саж. пласта причитается 0,8 поденщ. люд. и 0,46 лошад. Сюда надо еще причислить кузнеца, молотобойца и плотника, задолжаемыхъ для ремонта.

На одной изъ бочечныхъ машинъ Енисейскихъ промысловъ, въ которой бочка имѣла такіе размѣры: длина = $4\frac{1}{2}$ арш., большій діаметръ = $1\frac{3}{4}$ арш., меньшій діаметръ = $1\frac{1}{2}$ арш.,—промывалось 21 куб. саж. песковъ въ 13 часовъ рабочаго времени. Бочка приводилась въ дѣйствіе наливнымъ колесомъ: діаметръ = 7 арш., ширина = 1 арш. 2 верш. Колесо приводило въ движеніе также и норіи. Расходъ воды на колесо = 2,5 куб. фут. въ 1″, а для бочки = отъ 1,75 до 3 куб. фут., смотря по свойствамъ промываемыхъ песковъ.

Бочка, приготовленная изъ хорошаго желѣза, выдерживаетъ одно или два лѣта, смотря по количеству галекъ въ пескахъ.

[558.] **Золотопромывальная чаша,** фиг. 11 и 12, (табл. 96) и фиг. 13 (табл. 97). Мясниковатые пески неудовлетворительно промываются на бочкахъ, для нихъ нужны иныя устройства, къ которымъ принадлежатъ вообще *чаши*. Какъ и бочки, чаши примѣняются при розсыпяхъ богатыхъ водою. Сущность устройства вообще чашъ состоитъ въ слѣдующемъ. Чаша *aa* снабжена грохотомъ *b*, толщиною $\frac{3}{4}$ дюйма; отверстія грохота расширяются книзу; меньшій діаметръ отверстій = $\frac{5}{8}$″ до $\frac{6}{8}$″, а большій = $\frac{7}{8}$″ до 1″; разстояніе между отверстіями = $1\frac{1}{4}$″. Діаметръ чаши = отъ $8\frac{1}{2}'$ до $16\frac{1}{4}'$, высота бортовъ = 12″. Дно чаши (грохотъ) состоитъ изъ 15 отдѣльныхъ косяковъ, между которыми оставлено галечное отверстіе *e* (фиг. 12), закрываемое снизу. По бортамъ чаши проходитъ водопроводная труба съ

отверстіями, направленными къ центру чаши или, какъ на фиг. 11, устанавливаютъ кольцевой желобъ *x*, черезъ отверстія въ днѣ котораго вода поступаетъ на чашу. Къ вертикальному валу *o* прикрѣплены спицы *n* по радіусамъ, числомъ отъ 6 до 8, а къ нимъ ручки *p*, нижніе концы которыхъ снабжены металлическими башмаками. Чугунные башмаки изображены на фиг. 14 (табл. 98). Башмаки трехъ видовъ: 1) прямые — навѣниваются къ ручкамъ, идущимъ отъ средины крестовинъ; 2) — съ отворотами направо и 3) — съ отворотами налѣво (фиг. 14). Послѣдніе два вида подвѣниваются на ручкахъ, расположенныхъ у наружнаго борта чаши и у борта *k* центральнаго кольца. При помощи башмаковъ и подъ вліяніемъ струи воды пески, заваленные въ чашу черезъ завалочные люки *aa* (фиг. 13), *протираются*. Шламъ проходитъ черезъ отверстіе грохота и падаетъ на *шлюзъ l*, галька же остается въ чашѣ и по временамъ выпускается черезъ галечное отверстіе *e*, и далѣе по галечному *рогу* падаетъ на *галечное рѣшето n* (фиг. 13); здѣсь гальку подвергаютъ иногда ручной разборкѣ (отыскиваютъ самородки), затѣмъ спускаютъ въ *галечный люкъ t* и отвозятъ въ отвалъ. На галечное рѣшето спускаютъ также нерастертые комья глины, которые иногда просушиваются и затѣмъ оборачиваются. Иногда галька поступаетъ въ обмывку въ галечную бочку, установленную на мѣсто галечнаго рѣшета. Шламъ промывается на плоскони *l*; эфель поступаетъ въ эфельный люкъ *r*, а мутъ идетъ черезъ желобъ *h* въ водоотводную канаву. Сѣрый шлихъ, накопившійся за плинтусами и трафаретами, собирается разъ или два въ день: въ обѣдъ — только съ головки, а вечеромъ — со всего шлюза. Длина шлюза = 40′, ширина = 16′, уклонъ = 11° до 14° (отъ $2^1/_4$ до 3″ на 1 футъ). На плоскони кладутся трафареты въ три ряда, они такихъ же размѣровъ, какъ было описано выше. Вода на машину проводится отъ главнаго русла *f* по руслу *f′* на колесо *R*, а по руслу *f″* — въ резервуаръ *x*.

[559.] **Числовыя данныя.** Смотря по величинѣ машины, по качеству и количеству промытыхъ въ смѣну песковъ, собирается на плоскони сѣрыхъ шлиховъ отъ 20 — 100 пуд.

Чаша съ вышеприведенными размѣрами промываетъ отъ 25 — 40 куб. саж. песковъ. При обработкѣ 40 куб. саж. въ 10 ч. смѣну, въ минуту поступаетъ на чашу 70 пуд. песковъ. При этомъ задолжается:

Завальщиковъ	2	челов.		
На эфельныхъ люкахъ	3	„		
При отвозкѣ эфелей	7	„	и 7	лошад.
„ разборкѣ гальки	6	„		
„ отвозкѣ гальки	8	„	„ 8	„
Отвальщикъ	1	„		
Машинистъ	1	„		
Промывальщикъ	1	„		
Всего	29	челов.	и 15	лошад.

Или — собственно на промывку 1 куб. саж. причитается 0,725 поден. люд. и 0,375 поден. лош. Наборъ чаши приводится въ движеніе гидравлическимъ колесомъ въ 4,5 п. лош. Для ремонта задолжается: кузнецъ съ молотобойцемъ, 2 человѣка на исправленіи таратаекъ и одинъ плотникъ.

Примѣчаніе. Обыкновенно вода съ гидравлическихъ колесъ, приводящихъ въ движеніе чаши, идетъ въ водоотводную канаву; но если мѣстныя условія позволяютъ, то весьма выгодно направить эту воду снова на вторую чашу, поставленную ниже первой (чаша-экономка). При этой машинѣ на 1 куб. фут. песковъ расходуется только 9,7 куб. фут. воды.

[560.] **Чаша Міасскихъ промысловъ.** На фиг. 15 (табл. 98) представленъ геометрическій чертежъ Міасской чаши: *a* — верхняя, или *раздѣлительная* чугунная чаша; діаметръ дна чаши = 9′ 4″, высота бортовъ = 16″, діаметръ отверстій дна = $^5/_8$″. Ниже чаши *a* установлена другая чаша *b* *мутильная*, діаметръ = 7′, высота бортовъ = $10^1/_2$″. Дно мутильной чаши сплошное и имѣетъ уклонъ къ плоскони = около $^3/_4$″ на 1′; *ao* — *рыльце*, это наклонная плосконь, длиною = $10^1/_2$ до 14″, ширина = около 3′, уклонъ = $1^1/_2$″ на 1′; *or* — горизонтальная плосконь съ дверьми *d*; эти двери носятъ названіе *уравнителя*, длина *or* равна 21″. Уравнитель не доходитъ до плоскони, такъ что остается щель, черезъ которую и проходитъ шламъ. *l* — верхній шлюзъ, т. е. наклонная плосконь, длина его = 12′ — 14′ съ уклономъ отъ $^3/_{14}$ до $^7/_{28}$, смотря по качеству песковъ: чѣмъ глинистѣе песокъ, тѣмъ меньше уклонъ; *f* — *бочка* или коническій грохотъ, діаметръ отверстій = $^3/_8$″, большій діаметръ бочки = 28″, меньшій = 21″. Нижній шлюзъ *g* длиною = 14′ — 21′, съ уклономъ отъ 0,125 до 0,152; *n* — нижняя колода, куда идетъ эфель; *m* — эфельный люкъ, *x* — галечный рогъ, *z* — галечное рѣшето, *h* — галечный люкъ. Къ широкому концу бочки также примыкаетъ *галечный желобъ*, но здѣсь въ галечномъ рѣшетѣ нѣтъ надобности.

[561.] **Наборъ чаши.** Въ раздѣлительной чашѣ подвижной наборъ состоитъ изъ 12 *пальцевъ*. Пальцы *t* желѣзные, устройства показаннаго на фиг. 16. Къ *ручкамъ r* подвѣшаны на серьгахъ *s* пальцы *t*, которые удер-

живаются въ извѣстномъ разстояніи отъ дна чаши цѣпью *h*. При помощи скобы *v* можно уравнивать это разстояніе, оно примѣрно равно $1\frac{1}{2}''$. Уравниваніе разстоянія отъ пальцевъ до дна чаши можно достигнуть также устройствомъ, показаннымъ на фиг. 16 bis. При помощи винта *v*, упирающагося въ ручку *r*, можно опустить или нѣсколько поднять палецъ *h*.

Пальцы, какъ и въ другихъ чашахъ, располагаются такимъ образомъ, что каждый изъ нихъ описываетъ свой кругъ. Пальцы бортовые имѣютъ нѣсколько иную форму (какъ на фиг. 17), здѣсь пружина *f* прижимаетъ ихъ къ бортамъ. Валъ съ пальцами дѣлаетъ около 12 оборотовъ въ минуту. На валу въ нижней чашѣ насажена муфта съ четырьмя спицами, а на нихъ 9 лапъ, въ видѣ гребковъ. Итакъ, Міасская чаша представляетъ соединеніе двухъ чашъ и бочки въ одинъ приборъ. Производительность чаши до 20 куб. саж. песковъ въ смѣну. Для чаши потребно до 80 куб. ф. воды въ 1′. Чаша и насосы для доставленія воды требуютъ 14-ти сильной машины.

Надо замѣтить еще ту особенность въ Міасскихъ чашахъ, что рѣшетки для шлюзовъ приняты американскаго типа [1]). Повидимому, длина шлюзовъ Міасскихъ чашъ недостаточна и должна быть увеличена. Прибавка американскихъ желобьевъ къ чашамъ для улавливанія золота изъ хвостовъ, какъ оказалось по опытамъ въ Міассѣ, можетъ принести пользу.

Среднія числовыя данныя и промысловое хозяйство.

[562.] **Количество воды,** потребное для промывки опредѣленнаго объема песковъ на данномъ приборѣ, зависитъ отъ качества песка: чѣмъ болѣе онъ мясниковатъ, тѣмъ болѣе потребуется воды. При средней вязкости песковъ на ручномъ вашгердѣ, потребно 4,8 куб. фут. воды на 1 куб. фут. песковъ. При бочкахъ потребно въ секунду 0,2 куб. фут. воды на каждые 10 кв. фут. поверхности бочки, или при среднихъ размѣрахъ — около 2,5 куб. фут. на бочку въ 1″, при производительности бочки около 25000 пуд.

[563.] **Размѣры золотопромывальныхъ приборовъ и ихъ производительность.** Размѣры бочекъ весьма различны, и на Сибирскихъ промыслахъ эти размѣры колеблются въ довольно широкихъ предѣлахъ. Длина бочекъ — 112″, 119″, 122″ или 142″. Соотвѣтственно этимъ длинамъ, діаметры меньшаго и большаго основанія будутъ: 35″ и 42″, 42″ и 49″, 45″ и 56″, 49″ и 59,3″. По этимъ даннымъ можно принять среднимъ числомъ, что

[1]) Углубленія въ рѣшеткахъ расположены длинными боками по направленію теченія струи. По моему мнѣнію, такое расположеніе вообще нерацiонально при короткихъ и относительно крутыхъ шлюзахъ.

уклонъ производящей конуса равенъ 3°. На бочкѣ промываютъ отъ 25 до 35 тысячъ пудовъ песку въ день, при этомъ можно положить, что бочка требуетъ около 3-хъ пар. лош. Такъ что на 1 пар. лош. круглымъ числомъ причитается отъ 8 до 12 тысячъ пудъ песковъ.

Діаметръ золотопромывательныхъ чашъ на Нерчинскихъ промыслахъ обыкновенно около 168″, на Міасскихъ же 112″. Чаша Нерчинскихъ промысловъ вышеприведенныхъ размѣровъ обработываетъ въ день отъ 25 — 40 куб. саж. песковъ, смотря по количеству расходуемой воды; при этомъ требуетъ 4,5 пар. лош. Міасская чаша переработываетъ 20 куб. саж. песковъ и требуетъ машины въ 8 пар. лош. (собственно для чаши).

Число оборотовъ, дѣлаемыхъ бочкой, колеблется отъ 12 до 16 въ минуту; такъ что скорость на средней окружности коническаго грохота будетъ отъ 2,35 до 3,75 фут. въ секунду. Валъ съ наборомъ въ чашахъ дѣлаетъ около 12-ти оборотовъ въ минуту.

Что касается до распространенія тѣхъ или другихъ золотопромывальныхъ приборовъ, то въ этомъ отношеніи имѣемъ слѣдующія данныя:

Въ В. Сибири:

Бочекъ	30%
Бутаръ (ручной станокъ)	60%
Чашъ	7%
Американокъ	1,5%

Въ З. Сибири:

Бочекъ	10%
Бутаръ	50%
Чашъ	11%

[564.] Промысловое хозяйство. Организація хозяйственной части разработки золотоносныхъ песковъ состоитъ въ своевременной и экономической заготовкѣ: а) *продовольствія для людей и лошадей*, b) *одежныхъ вещей для рабочихъ*, c) *желѣза, стали, запасныхъ машинныхъ частей, инструментовъ и т. п.*, d) *разнаго сорта лѣса, а также угля, кирпича, извести, смолы, дегтя, кожъ и проч.*, e) *рабочаго скота, т. е. лошадей, а иногда и воловъ.*

На Нерчинскихъ промыслахъ рабочая лошадь получаетъ въ сутки овса отъ 5 до 15 фунтовъ, или въ сѣчку муки 4 фунта и 8 золотн. соли, сѣна отъ 20 до 30 фунт. Въ зимнее время продовольствуютъ лошадей однимъ сѣномъ, полагая по 35 — 40 фунт. на лошадь.

На Енисейскихъ промыслахъ полагаютъ на лошадь зимою — овса и

сѣна 20 фунт., а лѣтомъ—овса 17 фунт., муки въ сѣчку 3 фунта и сѣна менѣе 20 фунт.. Лошадь работаетъ съ 5 ч. утра до 7 ч. вечера. Вообще, круглымъ числомъ содержаніе лошади въ день обходится 1 р. 10 к.

Волы употребляются на промыслахъ для домашняго обихода для доставки матеріаловъ,—но только не песковъ. На содержаніе вола полагается: сѣна отъ 20 до 30 фунт., въ сѣчку муки по 4 фунта и соли $^1/_4$ фунта.

Наемъ рабочихъ долженъ производиться заблаговременно. Рабочіе нанимаются или на годъ, или только на лѣтнія работы.

На Нерчинскихъ промыслахъ отпускается въ мѣсяцъ на человѣка слѣдующее продовольствіе: муки — 2 п. 10 ф., крупъ — $7^1/_2$ ф., мяса — 30 ф., сала — 1 ф., соли — 3 ф., чаю — $^1/_4$ кирпича, спирту въ теченіе лѣтнихъ работъ — 0,2 ведра.

На Нерчинскихъ промыслахъ мѣсячная плата рабочихъ слѣдующая: мастеровые — отъ 7 до 25 руб., прочіе рабочіе — отъ 5 до 20 руб., надворные рабочіе — отъ $4^1/_2$ до 12 руб. Задѣльная плата: за выработку 1 куб. саж. пѣшими рабочими — 2 р. 25 коп., при помощи лошади — 1 р. 50 к., при проходѣ канавъ и т. п. работъ за 1 куб. саж. платятъ отъ 2 р. 25 к. до 2 руб. 75 коп.

Въ с. Уралѣ простой рабочій получаетъ въ день 25 — 35 к., плотникъ 50 — 75 к., кузнецъ отъ 50 — 75 к. Продовольствіе рабочаго обходится около 15 к. Содержаніе лошади около 50 к.

Примѣчаніе. При описаніи приборовъ для промывки песковъ мы не упомянули о способѣ, извѣстномъ у насъ подъ именемъ *промывки на желобьяхъ или американкахъ*. Пропускъ этотъ объясняется тѣмъ, что въ послѣднее время этотъ способъ почти оставленъ.

Мы не упомянули также о *гидравлическомъ американскомъ способѣ*, ибо онъ у насъ не примѣняется и едва-ли ему предстоитъ у насъ хорошая будущность. Измѣненный гидравлическій способъ, болѣе приноровленный къ нашимъ условіямъ, является въ золотопромывальномъ приборѣ К. Кулибина; но примѣненіе его было только въ одномъ случаѣ и надо ожидать дальнѣйшихъ опытовъ.

II. Извлеченіе золота изъ жильныхъ породъ.

[565.] **Процесы извлеченія.** Въ механической обработкѣ золотосодержащихъ жильныхъ породъ, напр. кварца, надо различать слѣдующіе отдѣльные процесы:

1) *Измельченіе породы сухое и далѣе мокрое съ прибавленіемъ ртути.*

2) *Обогащеніе шламовъ, или извлеченіе золота и амальгамы изъ шламовъ, полученныхъ въ дробильныхъ приборахъ.*

3) *Перегонка амальгамы.*

Въ большемъ или меньшемъ развитіи эти процесы входятъ почти во всѣ способы механической обработки золотосодержащихъ жильныхъ породъ. Мы разсмотримъ здѣсь способъ уральскій, венгерскій, американскій и австралійскій.

а. Уральскій способъ.

[566.] **Процесы извлеченія.** На Уральскихъ фабрикахъ при извлеченіи золота изъ золотосодержащихъ породъ наблюдаемъ слѣдующіе процесы:

1) *Дробленіе крупное на машинѣ Блека,* 2) *мелкое дробленіе въ толчеяхъ или подъ бѣгунами съ прибавленіемъ ртути,* 3) *обогащеніе шламовъ на гердахъ или амальгамація въ венгерскихъ мельницахъ, а также въ амальгамирныхъ ящикахъ,* 4) *отдѣленіе амальгамы на доводныхъ вашгердахъ* и 5) *перегонка амальгамы.*

[567.] **Дробленіе крупное** на Уральскихъ обогатительныхъ фабрикахъ производится на машинахъ Блека. Устройство машинъ Блека нѣсколько отличается въ деталяхъ отъ устройства, описаннаго въ отдѣлѣ обогащенія рудъ, и вообще рисунокъ уральскихъ дробилокъ Блека плохо выработанъ въ деталяхъ.

При расчетахъ и проектированіи машинъ Блека, слѣдуетъ руководствоваться тѣми данными и тѣмъ чертежемъ, которые приведены выше (см. гл. IX).

Болѣе мелкое дробленіе производится послѣ машины Блека на дробильныхъ валкахъ, которыхъ устанавливаютъ двѣ пары одна надъ другой. Данныя, относящіяся до дробильныхъ валковъ, приведены также въ главѣ IX. Обыкновенно послѣ машины Блека матеріалъ поступаетъ непосредственно въ *мокрое мелкое дробленіе* и только на Березовской фабрикѣ производилось промежуточное дробленіе на валкахъ.

[568.] **Мелкое мокрое дробленіе** производится бѣгунами, а иногда толчеями, обыкновенно съ прибавленіемъ ртути въ томъ и другомъ случаѣ. Толчеи не имѣютъ ничего оригинальнаго и при проектированіи ихъ слѣдуетъ руководствоваться данными, приведенными въ гл. IX. Здѣсь опишемъ только бѣгуны, не придерживаясь, впрочемъ, строго рисунка уральскихъ обогатительныхъ фабрикъ, такъ какъ тамъ конструкція бѣгуновъ несовершенна.

Чаша *а* для бѣгуновъ (фиг. 18, табл. 99) дѣлается изъ чугуна или только одно дно чугунное, а борта деревянные; можно также строить чаши изъ кубоваго желѣза. Верхній діаметръ чашъ = отъ 7′ до $9\frac{1}{2}$′, высота бортовъ = отъ 11″ до 17″. Діаметръ дна чаши на 12″ менѣе діаметра верхней окружности чаши. Дно чашъ составляется изъ отдѣльныхъ кося-

ковъ, которые укладываются на кошму. Число косяковъ = 4, вѣсъ = около 9 пудъ въ каждомъ. Косяки служатъ около 2-хъ мѣсяцевъ. Бѣгуны *R* чугунные, составные, діаметръ = 42″, ширина обода = 19″ (при діаметрѣ чаши въ 112″); ободъ отливается отдѣльно и вѣситъ около 80 пуд., онъ заклинивается на тѣлѣ бѣгуна деревянными клиньями. Полный вѣсъ бѣгуна = отъ 110 до 150 пуд. Бѣгуны съ большимъ вѣсомъ даютъ лучшіе результаты. Ободъ бѣгуна служитъ около 5 мѣсяцевъ. Вертикальная ось *o* дѣлаетъ отъ 13 до 18 оборотовъ въ минуту. Передача движенія при чашахъ, имѣющихся на уральскихъ фабрикахъ, совершается зубчатыми колесами. Зубчатое колесо, насаженное на валу бѣгуновъ, помѣщается или подъ чашей, или надъ чашей (съ верхнимъ или нижнимъ приводомъ).

Расположеніе устройства, представленнаго на фиг. 18, составлено раціонально. Валъ *o* заключенъ во втулкѣ *i*, муфта же *s* служитъ для того, чтобы воспрепятствовать валу *o* подняться кверху. Крестовина *f* бѣгуновъ проходитъ черезъ прорѣзъ *d* верхняго конца вала и можетъ имѣть въ этомъ прорѣзѣ вертикальныя перемѣщенія. Болтъ *v* ходитъ также въ соотвѣтствующемъ прорѣзѣ головки вала. Бѣгуны слѣдуетъ располагать не въ равномъ разстояніи отъ вертикальной оси. За бѣгуномъ слѣдуютъ гребки для перемѣшиванія раздробленнаго матеріала. Чѣмъ меньше должна быть степень измельченія, тѣмъ выгоднѣе дѣлать ободъ бѣгуна болѣе широкимъ, но тѣмъ не равномѣрнѣе будетъ происходить истираніе обода. Бѣгуны по временамъ хорошо переставлять. Валъ *o* можетъ быть и чугунный, діаметръ его = около 6″.

Для выхода шлама изъ чаши, въ борту ея сдѣлано выпускное окно шириною около 17″, закрытое рѣшеткой изъ желѣза, толщиною $^1/_8$″; отверстія въ рѣшеткѣ въ нижнемъ ряду имѣютъ діаметръ 0,5 миллиметровъ, а въ верхнихъ рядахъ больше—до 4 миллиметровъ. Иногда ряды круглыхъ отверстій перемежаются съ рядами продолговатыхъ, что мнѣ кажется нераціональнымъ.

Дробленіе подъ бѣгунами производится въ присутствіи воды и ртути, которую прибавляютъ въ чашу, въ количествѣ около $^1/_2$ фунт. въ смѣну; иногда, впрочемъ, прибавляютъ и до 2-хъ фунт. На одной чашѣ въ 8 ч. смѣну можно переработать до 300 пуд. золотосодержащаго кварца, если вѣсъ бѣгуновъ не менѣе 150 пуд. При вѣсѣ въ 112 пуд. перерабатываютъ только 250 пуд. породы. При очень крѣпкой кварцевой породѣ при вѣсѣ бѣгуновъ въ 140 пуд., на чашу въ день приходится только 175 пуд. Для приведенія въ движеніе бѣгуновъ потребна работа 2 — 3 паровыхъ лошадей, слѣдовательно на 1 пар. лошадь причитается около 100 пуд. переработанной породы въ сутки. Производительность при очень крѣпкихъ рудахъ можетъ еще понизиться.

На каждую пару бѣгуновъ слѣдуетъ разсчитывать расходъ воды около

$1^1/_2$ — 2 куб. фут. въ одну минуту; избытокъ воды въ данномъ случаѣ не помѣшаетъ дѣлу.

[**569.**] **Обогащеніе шлама,** выпедшаго изъ-подъ дробильныхъ приборовъ черезъ рѣшетку, закрывающую выпускное окно, можетъ производиться различнымъ образомъ. Здѣсь можетъ быть два случая: 1) улавливаютъ унесенную изъ дробильныхъ приборовъ амальгаму и золото на гердахъ, и затѣмъ обогащенные шламы со шлюзовъ перерабатываютъ на доводныхъ вашгердахъ, или 2) улавливаютъ золото изъ шламовъ послѣ дробильныхъ приборовъ непосредственно на венгерскихъ мельницахъ или въ амальгамирныхъ ящикахъ.

На фиг. 19 представленъ эскизъ общаго расположенія чашъ *a* съ бѣгунами, а также шлюзовъ *b c d*. Изъ чашъ шламъ прямо поступаетъ на плосконь *bc*, длина = 14′, ширина = 31″, уклонъ = отъ $^6/_{28}$ — $^7/_{28}$. По плоскони расположены мѣшки *ïï*... для улавливанія амальгамы. Части плоскони между мѣшками покрываются амальгамирными латунными листами. Для натирки листовъ для одного прибора расходуется ртути около $^1/_2$ фунта. Слѣдовательно, для одной чаши и принадлежащихъ сюда нартученныхъ листовъ идетъ ртути 1 фунтъ. Потеря ртути = 15 — 20%. Ниже плоскони *bc* идетъ плосконь *cd*, длиною $11^2/_3$ фут., съ уклономъ равнымъ или нѣсколько меньшимъ, нежели уклонъ верхней плоскони, обыкновенно — около 5″ на 28″. На этой плоскони помѣщены трафареты для задержанія тяжелаго шлама.

Весь матеріалъ со шлюзовъ поступаетъ на очистительные вашгерды, гдѣ при помощи ртути улавливаютъ золото въ видѣ амальгамы. Ширина очистительныхъ вашгердовъ = $1^1/_4$ арш., длина = $2^1/_2$ до 3 аршина, паденіе = 2 вершка на 3 арш. Для 4-хъ чашъ съ бѣгунами достаточно имѣть 2 — 3 очистительныхъ вашгерда.

Иногда шлюзы ниже бѣговъ располагаютъ иначе. Вмѣсто одинарной плоскони *cd* (фиг. 19) съ трафаретами, помѣщаютъ двойную плосконь, какъ на фиг. 20. Шламъ пускаютъ то на одну половину, то на другую, направляя струю наискось поставленнымъ щитомъ *n*. Въ то время, когда одна половина плоскони свободна, съ нея снимаютъ сукно, положенное тамъ для улавливанія тяжелыхъ шлиховъ и ополаскиваютъ его въ чанахъ. Верхняя часть плоскони покрывается латунными амальгамирными листами, какъ и въ первомъ случаѣ. Полная длина шлюза = 9 арш., ширина = 1 арш. Паденіе головной части шлюза = 3 вершка, а хвостовой (для сукна) только $2^1/_3$ вершка. Впрочемъ, надо вообще замѣтить, что наивыгоднѣйшій уклонъ шлюзовъ долженъ быть опредѣленъ въ каждомъ частномъ случаѣ опытомъ. Загоняя клинья болѣе или менѣе подъ нижній конецъ шлюза, придаютъ ему большій или меньшій уклонъ.

Находимъ еще *иное расположеніе*: между плосконью *bc* и *cd* (фиг. 19) ставятъ, такъ называемую, *мутильную чашу*, въ которую притекаетъ шламъ

съ плоскони *bc*; здѣсь, т. е. въ мутильной чашѣ, онъ перемѣшивается при притокѣ воды; болѣе тяжелыя части остаются въ чашѣ, а легкій шламъ уносится черезъ центральную трубу чаши на плосконь, ниже поставленную; изъ мутильной чаши осадокъ выбирается разъ въ 2 недѣли и обработывается на очистительныхъ вашгердахъ для извлеченія амальгамы.

На Уралѣ примѣнялись также и венгерскія амальгамирныя чаши (см. венгерскій способъ). Золотосодержащій кварцъ, послѣ передробленія на машинѣ Блека и валкахъ, поступаетъ подъ бѣгуны. Изъ-подъ бѣгуновъ шламъ идетъ на венгерскія чаши.

[570.] Амальгамирные ящики. На Березовскихъ промыслахъ въ видѣ опыта примѣнялись (послѣ дробленія на толчеяхъ) *ступенчатые амальгамирные ящики* (фиг. 21). Рядъ деревянныхъ ящиковъ, въ числѣ десяти, располагается одинъ подъ другимъ такимъ образомъ, что дно одного ящика располагается ниже дна, лежащаго выше его на $1\frac{1}{2}''$. На $\frac{1}{2}$—1 куб. фут. шлама, проходящаго на ящики въ минуту, придаютъ длину ящику $= 7''$, ширина ящика $= 4''$, глубина $= 3''$. Въ ящики наливается ртуть слоемъ, высотою $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}''$. Въ нижніе ящики нѣсколько меньше, нежели въ верхніе. По длинѣ ящиковъ помѣщаются бруски *g*, не доходящіе до поверхности ртути на $\frac{1}{4}''$; бруски отстоятъ отъ передней стѣнки ящиковъ на $\frac{3}{8}''$, а отъ задней — на $\frac{3}{4}''$. Шламъ изъ-подъ толчей поступаетъ въ ящики, проходитъ подъ брусками *g* и отдаетъ золото ртути. По временамъ выпускаютъ содержимое ящиковъ черезъ трубку *f* и подвергаютъ дальнѣйшей обработкѣ амальгаму обыкновеннымъ путемъ.

[571.] Замѣчаніе относительно дробленія подъ бѣгунами и въ толчеяхъ. Изъ вышеприведенныхъ данныхъ видно, что на Уралѣ примѣняются бѣгуны и толчеи для мокраго измельченія, которое производится въ присутствіи ртути, т. е. здѣсь *соединяютъ измельченіе съ процесомъ амальгамаціи на однихъ и тѣхъ же приборахъ*. Такой принципъ не выдерживаетъ критики и долженъ быть оставленъ, что въ послѣднее время и замѣчается на практикѣ; необходимо раздѣлять измельченіе отъ процеса амальгамаціи, особенно это важно при бѣгунахъ. Бѣгуны не могутъ одновременно удовлетворять требованію хорошаго амальгаматора и измельчителя. Для хорошаго измельчителя необходимо, чтобы измельченныя частицы породы немедленно уходили изъ прибора, а для амальгаматора полезно задерживать ихъ дольше въ приборѣ; два требованія, несогласимыя въ одномъ и томъ же приборѣ При толчеяхъ это замѣчаніе, повидимому, не составляетъ такой важности, и на самомъ дѣлѣ, какъ увидимъ ниже, напр. въ Австраліи находятъ полезнымъ прибавлять ртуть въ толчеи, но за толчеями слѣдуютъ еще амальгаматоры. Съ другой стороны, на Калифорнскихъ фабрикахъ толченіе производится безъ ртути, вообще здѣсь амальгамацію строго отдѣляютъ отъ измельченія.

Что касается до сравненія работы бѣгунами и толчеями, то немногіе сравнительные опыты на уральскихъ фабрикахъ даютъ предпочтеніе толчеямъ. Но подлежитъ сомнѣнію, что для крѣпкихъ породъ толчеи дадутъ лучшіе результаты. Вѣсъ перерабатываемой породы въ сутки подъ бѣгунами, считая на одну паровую силу, меньше, нежели при толчеяхъ. Такъ, при обработкѣ одной и той же породы на 1 пар. лош. при бѣгунахъ (вѣсъ бѣгуна 112 пуд.) причиталось 66 пуд. въ сутки, а при толчеяхъ американскаго типа (вѣсъ песта 12 пуд.) — 120 пуд. Въ другомъ случаѣ при обработкѣ на американскихъ толчеяхъ имѣемъ результатъ: на 1 пар. силу при пестахъ (вѣсъ песта 19 пуд.) причитается переработанной породы около 100 пуд., а на пару бѣгуновъ — только 50 пуд. при той же породѣ. При очень твердой породѣ, на 1 п. силу приходилось на одной фабрикѣ въ Ю. Уралѣ при бѣгунахъ (вѣсъ 140 пуд.) только 30 пуд. руды; при этомъ въ годъ на ремонтъ бандажей и вкладышей чаши расходовалось чугуна 817 пуд. Ремонтъ толчей, во всякомъ случаѣ, обойдется дешевле, нежели бѣгуновъ. Обращаясь къ Калифорнскимъ фабрикамъ, мы тамъ не находимъ бѣгуновъ, а исключительно толчеи.

[572.] **Перегонка амальгамы**, отдѣленной на доводныхъ вашгердахъ отъ шламовъ, полученныхъ изъ чашъ, толчейныхъ корытъ, шлюзовъ и проч., — производится слѣдующимъ образомъ. Амальгаму предварительно прожимаютъ иногда черезъ холщевую густую ткань и затѣмъ уже перегоняютъ. Перегонка производится въ особыхъ *ретортахъ* или въ такъ называемыхъ *жаровняхъ* болѣе простого устройства. Реторты будутъ описаны при Калифорнскомъ способѣ обработки, жаровни же имѣютъ видъ, представленный на фиг. 22 (табл. 100). Жаровня сдѣлана изъ листового желѣза. Ставятъ чашку *a* съ водой, въ ней на штативѣ *b* помѣщается чашечка *c* съ амальгамой; все это прикрывается жаровней такимъ образомъ, что центральная труба *d* жаровни нѣсколько погружается въ воду. Ртуть перегоняется и собирается подъ водой въ чашкѣ *a*.

[573.] **Расчетъ фабрики.** Если допустимъ, что принятый приборъ для мокраго измельченія — жернова, ниже которыхъ расположены плоскони съ латунными листами и покрывалами изъ сукна, то общее расположеніе фабрики представится въ такомъ видѣ, какъ изображено на фиг. 23 (табл. 100); *a* — паровой котелъ, *b* — движитель, *c* — дробилка Блека, *d* — бѣгуны, *e* — шлюзы, *f* — доводные вашгерды, *g* — помостъ для доставки породъ, *K* — конторка. На подобной фабрикѣ съ 4-мя парами бѣгуновъ можно обработывать до 1,200 пуд. рудъ въ сутки. Размѣры бѣгуновъ и шлюзовъ приведены выше. Сила машины = 15 паровыхъ лошадей, считая на каждую чашу $2^1/_2$ пар. силы, на дробилку Блека 2 п. на насосы 3 пар. силы. Если допустимъ, что зданіе фабрики деревянное, то вся фабрика съ машиной, котломъ и проч. обойдется около 23 тыс. руб. Добыча и обработка

1200 пуд. руды будетъ обходиться отъ 100 до 120 руб. Собственно механическая обработка обходится около 50 руб. за 1000 пуд. При содержаніи въ 8 — 10 золотниковъ, расходы на 1 золотникъ золота — отъ 1 руб. — 2 руб. Цѣны на матеріалы, которые могутъ понадобиться при составленіи смѣты (для Ю. Урала) слѣдующія: чугунныя вещи — по 4 руб. за пудъ, желѣзныя — по 6 руб., доски одно-верш., длиною 6 арш. — по 30—33 руб. за 100 штукъ, тесъ — 12 руб. за 100 штукъ, бревна толщиною 3 — $3^1/_2$ вершка, длиною 6 арш. — по 20 — 23 к. Желѣзо шинное — по 1 руб. 60 к. — 1 руб. 80 к. за пудъ, листовое — 2 руб. 60 к., круглое — 1 руб. 80 к., рѣзное — 2 руб. Отливка бѣгуновъ изъ домны — по 76 к. за пудъ, изъ вагранки — по 1 руб. 50 к. за пудъ. Плотники — по 60 к. въ день, кузнецъ — 25 руб. въ мѣсяцъ.

b. Венгерскій способъ.

[574.] **Процесы извлеченія.** Полный процесъ обогащенія золотосодержащихъ рудъ на Венгерскихъ фабрикахъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей:

1) *Измельченіе руды на толчеяхъ.*

2) *Амальгамація въ венгерскихъ чашахъ.*

3) *Улавливаніе амальгамы на плосконяхъ.*

4) *Сортировка легкаго шлама, напр. на воронкахъ или лабиринтахъ.*

5) *Обогащеніе тяжелыхъ шламовъ изъ воронокъ или лабиринтовъ на штосгердахъ или постоянныхъ гердахъ.*

6) *Обработка шлиховъ на золото-промывальныхъ гердахъ и шейтроахъ.*

Если золото *несвободно*, то послѣ измельченія нѣтъ цѣли пускать шламы въ мельницы: тогда направляютъ ихъ изъ толчей въ воронки и лабиринты и далѣе обрабатываютъ на штосгердахъ. Изъ богатыхъ шламовъ золото получается металлургическимъ путемъ.

[575.] **Измельченіе**, обыкновенно мокрое, производится на толчеяхъ. Устройство толчей не отличается отъ описаннаго въ отдѣлѣ обогащенія рудъ. Вѣсъ песта = 275 фунт., подъемъ пестовъ = 8″ — 12″, число ударовъ = 60 — 70. Производительность песта въ 24 часа = 40 пуд., потребно воды въ минуту на пестъ 0,3 куб. фута, сила машины на каждый пестъ = 0,3 — 0,4 пар. лош. На 1 пар. лошадь въ 24 часа перерабатывается отъ 100 до 130 пуд. руды.

[576.] **Венгерскія мельницы**, въ которыя поступаетъ шламъ изъ толчей для амальгамаціи золота, представлены на фиг. 24 (табл. 100) въ общемъ расположеніи, и на фиг. 25 (табл. 101) въ деталяхъ; *a* — чугунная чаша,

въ которой вращается деревянный жерновъ P, приводимый въ движеніе вертикальной осью b. Жернова вооружаются съ нижней поверхности желѣзными лопатками c, расположенными въ порядкѣ, показанномъ на планѣ A. На дно чаши помѣщается ртуть. Лопатки доходятъ почти до поверхности ртути, однако не соприкасаются съ нею. Шламъ изъ толчейнаго корыта поступаетъ по желобу t и p къ центру чаши и выходитъ черезъ порогъ по желобу d.

Размѣры прибора: діаметръ чаши вверху $= 24''$, діаметръ чаши по дну $= 16''$, толщина стѣнокъ $= {}^1/_2''$, діаметръ центральной втулки $k = 3''$, высота чаши $= 6''$, высота выпускного порога надъ дномъ чаши $= 3{}^1/_2''$, ширина выпускного отверстія $= 4''$, зазоръ между бѣгуномъ и чашей $= {}^3/_4''$, длина лопатокъ $c = 2{}^1/_2 - 3''$, ширина лопатокъ $= {}^3/_4''$, число оборотовъ бѣгуна при бѣдныхъ шламахъ $= 12$, при богатыхъ $= 24$, работа двигателя $= 0{,}4$ п. л.

При содержаніи шлама въ 5 — 10%, мельница можетъ переработать въ часъ около 3 пуд. шлама. При богатыхъ шламахъ надо разсчитывать на каждую мельницу только 13 — 15 фунтовъ въ часъ съ ${}^1/_2$ — 1 куб. фут. воды. При этомъ скорость жернова удваивается.

Чаши на фабрикахъ располагаются въ два ряда, попарно (фиг. 24, табл. 100) такъ, что шламъ проходитъ вообще черезъ двѣ чаши. Вертикальное разстояніе между двумя рядами чашъ $= 5''$. Ртуть въ чашу наливаютъ въ количествѣ около 50 фунт. для верхняго ряда, при высотѣ слоя ртути въ чашахъ отъ ${}^1/_2''$ — ${}^3/_4''$ и при діаметрѣ внизу — $16''$. Изъ верхнихъ рядовъ чашъ получается золота 65 — 74%, изъ нижняго — 20—25%.

Амальгаму вынимаютъ изъ чашъ разъ въ 2 — 4 недѣли. Потеря ртути на 1000 пуд. руды $= {}^1/_2$ — ${}^2/_3$ фунта. Въ мельницахъ улавливается до 30% золота, находящагося въ шламѣ.

Надо разсчитывать на каждый толчейный ставъ въ 5 пестовъ отъ 2 до 3 паръ мельницъ.

[577.] **Улавливаніе амальгамы, сортировка и частію обогащеніе шламовъ.** Улавливаніе амальгамы изъ шламовъ, выходящихъ изъ венгерскихъ мельницъ производится на шлюзахъ, или желобахъ съ покрывалами. Эти шлюзы покрываются парусиной, продолжительность службы которой отъ 6 до 8-ми недѣль. Длина шлюзовъ $= 9'$, ширина $= 15 - 16''$, уклонъ $= 6 - 10''$ на $6'$ длины. Одинъ подростокъ полагается на 10 шлюзовъ, или желобовъ. Покрывала снимаютъ каждые два часа и ополаскиваютъ въ чанахъ. Въ 1 минуту на такой желобъ притекаетъ отъ 0,5 до 0,6 куб. фут. шламу.

Сортировка, а частію и обогащеніе бѣднаго шлама послѣ шлюзовъ, производится въ ларяхъ или въ приборахъ имъ подобныхъ; но лучше на Риттингеровскихъ воронкахъ. Эти воронки были описаны въ своемъ мѣстѣ. Число сортовъ, получаемыхъ изъ ларей или воронокъ отъ 4 — 6. Размѣры

какъ ларей, такъ и воронокъ опредѣляются по объему протекающаго шлама, какъ выше было показано.

[578.] **Обогащеніе шлама,** полученнаго изъ воронокъ, для извлеченія шлиховъ производится на обыкновенныхъ штосгердахъ или на штосгердахъ Риттингера, которые здѣсь будутъ особенно пригодны, или, наконецъ, на неподвижныхъ или вращающихся гердахъ.

Для проектированія штосгердовъ обыкновенныхъ и Риттингеровскихъ должны послужить тѣ данныя, которыя приведены въ отдѣлѣ обогащенія рудъ. Замѣтимъ только, что пара обыкновенныхъ штосгердовъ въ 12-ти ч. смѣну можетъ переработать 130 пуд. шлама и потребуетъ работы машины въ $^1/_4$ п. л. Пара Риттингеровскихъ штосгердовъ въ 24 чаши можетъ переработать около 200 пуд. матеріала и потребуетъ работы въ $^1/_4$ п. л. На штосгердѣ получается три сорта, изъ нихъ самый бѣдный отбрасывается, а два остальныхъ поступаютъ во вторичную переработку. Богатые продукты изъ вторичной обработки на штосгердѣ, а также съемы съ покрывалъ, поступаютъ на доводные герды и шейтроги или на фабрику для извлеченія золота металлургическимъ путемъ. Гердъ для сконцентрированія продуктовъ со штосгердовъ и покрывалъ имѣетъ размѣры: длина $= 12'$, ширина $= 16 - 24''$, высота бортовъ $= 9''$, уклонъ плоскони $= 10 - 16°$, проходитъ шлама въ $1' - 0{,}05$ куб. ф., рабочихъ задолжается — 2. Бѣдные шламы обращаются два раза, а богатые шлихи оканчиваются на шейтрогахъ. *Шейтрогъ* представляетъ какъ-бы корыто, открытое съ одного конца; длина $= 18''$, ширина $= 15''$. Помѣстивъ шлихъ въ шейтрогъ, рабочій придаетъ ему опредѣленное движеніе и толчки, вслѣдствіе чего шлихи отмываются. Сконцентрированные шлихи амальгамируютъ.

[579.] **Перегонка амальгамы,** полученной изъ венгерскихъ мельницъ, производится въ ретортахъ, потеря ртути при этомъ только $^1/_{12}\%$. Устройство реторгъ см. ниже.

[580.] **Расчетъ фабрики.** Допустимъ, что требуется построить небольшую обогатительную фабрику для обработки въ 24 часа 600 пуд. золотосодержащаго кварца и допустимъ, что на фабрику доставляются руды въ такомъ видѣ, что онѣ могутъ идти непосредственно въ толченіе. Здѣсь потребуются слѣдующія устройства:

1) **Толчеи.** Вѣсъ песта $= 7$ пуд., высота подъема $= 8''$, число ударовъ $= 60$. При этихъ данныхъ число пестовъ получится изъ того соображенія, что на 1-мъ пестѣ въ 24 часа можно переработать 35 — 40 пуд. матеріала, слѣдовательно всѣхъ пестовъ потребуется 15, или 5 ставовъ по 3 песта. Работа, потребная для 15 пестовъ, будетъ $= 15. 0{,}4 = 6$ п. л. Считая, что каждый пестъ даетъ жидкаго шлама 0,3 куб. фут., всѣ 5 ставовъ дадутъ 4,5 куб. фут. шлама.

2) **Венгерскихъ мельницъ** потребуется шесть паръ, считая на 1 ставъ въ 3 песта 1 пару мельницъ.

3) **Шлюзы.** Шламъ изъ венгерскихъ мельницъ направляется по желобамъ (шлюзы) для удержанія унесенной амальгамы. Такъ какъ въ минуту на шлюзъ съ размѣрами, приведенными выше, притекаетъ шламу отъ 0,5 — 0,6 кубич. футъ, то слѣдовательно въ данномъ случаѣ потребуется шлюзовъ 6 штукъ, по одному на каждую пару чашъ.

4) **Раздѣленіе и обогащеніе шлама послѣ шлюзовъ** можетъ производиться въ зумфахъ или ларяхъ, а также въ воронкахъ. Примемъ, что наибольшій объемъ шламовъ будетъ 4,5 куб. фут. въ минуту, тогда ширина перваго ларя будетъ $= 4{,}5 \times 0{,}5 = 2^1/_4$ фута, второго $= 2^1/_4 \times 1{,}5 = 3{,}75$, третьяго $= 2^1/_4 \times 2{,}25 = 5$ фут., четвертаго $= 2^1/_4 \times 3{,}37 = 7{,}58$ фут. Сообразуясь съ этими цифрами и имѣя въ виду, что должны быть и запасныя лари, будемъ имѣть 4 ряда ларей:

1 рядъ для 1 сорта — 2 ларя, шир. каждаго $= 12''$, запасн. 2, всего 4
2 „ „ 2 „ — 3 „ „ „ $= 12''$ „ 2, „ 5
3 „ „ 3 „ — 3 „ „ „ $= 20''$ „ 2, „ 5
4 „ „ 4 „ — 7 „ „ „ $= 12''$ „ 1, „ 8

Если бы здѣсь вмѣсто ларей установили воронки, то размѣры ихъ, на основаніи правилъ, намъ уже извѣстныхъ, будутъ:

1-я воронка: ширина $= 0{,}1 \times 4{,}5 = 0{,}45$ фут.
длина . . . . . 6 „
2-я воронка: ширина . . . . . 0,90 „
длина . . . . . 9 „
3-я воронка: ширина . . . . . 1,8 „
длина . . . . . 12 „
4-я воронка: ширина . . . . . 3,6 „
длина . . . . . 15 „

5) **Обогащеніе осадковъ изъ ларей или воронокъ** можетъ быть произведено на обыкновенныхъ или Риттингеровскихъ штосгердахъ. Лари, или воронки, дали 4 сорта шлама, каждый изъ этихъ сортовъ долженъ идти на спеціально для него установленный штосгердъ. Пара штосгердовъ перерабатываетъ въ 12-ти ч. смѣну 120 — 130 пуд. матеріала, слѣдовательно, для переработки въ 12 ч. 600 пуд., полученныхъ въ 24 ч. работы толчей, надо установить 4 пары обыкновенныхъ штосгердовъ. Риттингеровскихъ штосгердовъ надо было бы установить только 3 пары; но при этомъ пришлось бы уже подраздѣлить шламъ на три сорта, а при 4-хъ сортахъ необходимо и 4 штосгерда.

Для 4-хъ паръ обыкновенныхъ штосгердовъ потребуется работа:

$0{,}25 \times 4 = 1$ п. л. Для 3-хъ паръ Риттингеровскихъ штосгердовъ потребна работа $0{,}25 \times 3 = 0{,}75$ п. л.

[581.] **Расположеніе фабрики** для помѣщенія вышеописанныхъ обогатительныхъ устройствъ представлено на фиг. 26 (табл. 101): p — песты, q — венгерскія мельницы, l — шлюзы, r — подъемное колесо, m — лари, h — рядъ штосгердовъ (не показано на чертежѣ). Шламъ со шлюзовъ l долженъ быть поднятъ на горизонтъ ларей m при помощи черпальныхъ колесъ или другихъ какихъ-либо подъемныхъ устройствъ, если мѣстность не позволяетъ расположить приборы уступами.

Если золото въ шламѣ не находится въ свободномъ состояніи, такъ что амальгамація на мельницахъ не можетъ имѣть мѣста, тогда изъ вышеописанной фабрики надо исключить только венгерскія мельницы и шлюзы. Для этого послѣдняго случая расположеніе фабрики представлено на фиг. 27: p — толчеи изъ 15-ти пестовъ, m — лари, h — 4 пары штосгердовъ, n — лари для сконцентрированія бѣдныхъ шламовъ, поступающихъ со штосгердовъ.

Замѣтимъ здѣсь, что вмѣсто штосгердовъ, если шламы очень бѣдны, то можно примѣнить кергерды постоянные или круговращающіеся. На производительность въ 600 пуд. надо 16 штукъ кергердовъ или 8 паръ, по парѣ на каждый изъ 4-хъ сортовъ шлама. На каждый кергердъ надо присчитать расходъ воды 0,70 куб. фут. въ минуту.

[582.] **Примѣръ.** Въ Гурараши, въ Трансильваніи, обогатительная фабрика имѣетъ 126 пестовъ. Изъ-подъ пестовъ шламъ направляется въ венгерскія мельницы, коихъ 64 пары, т. е. на два песта причитается круглымъ числомъ 1 пара мельницъ; верхній діаметръ чаши мельницы $= 18''$, нижній $= 9''$, глубина $= 7\frac{1}{2}''$, въ чашу вливаютъ 30 фунт. ртути, выемка ртути производится каждыя двѣ недѣли. Изъ чашъ шламъ проходитъ черезъ резервуары, въ которыхъ улавливается амальгама, унесенная изъ амальгаматоровъ; далѣе направляется въ воронки Риттингера, коихъ 6, т. е. получается 6 сортовъ шлама. Эти шесть сортовъ обогащаются на Риттингеровскихъ штосгердахъ, которыхъ 18 паръ, т. е. по три пары на воронку и по одной парѣ на 7 пестовъ. Длина штосгердовъ $= 8'$, ширина каждаго штосгерда $= 4'$, число ударовъ $= 80 - 140$; чѣмъ мельче шламъ, тѣмъ больше толчковъ. Въ годъ на фабрикѣ перерабатывается 515625 пуд. руды, содержаніе которой около 1 зол. 35 дол. въ 100 пуд. Шлихи со штосгердовъ обрабатываютъ металлургическимъ путемъ.

c. Австралійскій способъ.

[583.] **Процесы обработки, приборы.** Золотосодержащій кварцъ подвергается мокрому толченію подъ пестами *D*, фиг. 28 (табл. 102), съ прибавленіемъ туда ртути. Находятъ, что прибавленіе ртути въ толчейное корыто полезно, ибо ртуть подъ пестами разбивается на мелкія брызги и приходитъ въ тѣсное соприкосновеніе съ частицами золота. На нѣкоторыхъ заводахъ Австраліи извлекаютъ около 80% золота изъ толчейныхъ корытъ.

Размѣры толчей:

Вѣсъ песта	отъ	9	до	24 пуд.
Высота подъема песта	„	5″	„	8″
Числа ударовъ песта въ минуту	„	48	„	80 (обыкновенно 70)
Количество воды, расходуемое на 1 пестъ въ часъ	„	12	„	70 куб. ф.
Расходъ работы на 1 пестъ	„	¾	„	2 п. л.
Производительность одного песта	„	60	„	270 пуд. въ 24 ч.
Число пестовъ въ ставѣ	„	4	„	5.

Сито въ выносномъ отверстіи пестовъ имѣетъ до 40 отверстій на 1 квадр. сантиметрѣ. Большая или меньшая степень измельченія зависитъ отъ качества породы.

Шламъ изъ толчей проходитъ черезъ сито и поступаетъ въ желобъ *E* съ рѣшетчатымъ дномъ, вслѣдствіе чего онъ равномѣрно распространяется по нижеслѣдующему прибору. Прежде всего шламъ проходитъ по ящикамъ *a* и *b* со ртутью, которой и отдаетъ золото. Шламъ протекаетъ подъ брусками *cc*, которые *соприкасаются* съ поверхностью ртути. Далѣе шламъ поступаетъ на наклонную плосконь *d* съ ящиками *e*, также наполненными ртутью, въ которыхъ также задерживается золото. Ниже шлюза *d* помѣщенъ амальгамирный ящикъ *H*, далѣе слѣдуетъ плосконь *k* съ амальгамирными ящиками *q* и *p*. На частяхъ плоскони *m′* и *m* кладутся латунные амальгамирные листы. Въ этой части прибора снова задерживается часть золота. Далѣе шламъ поступаетъ на плосконь *i*, покрытую парусиной, и наконецъ, пройдя черезъ амальгамирный ящикъ *M*, идетъ въ желобъ *N*.

Приборъ въ 10 толчей требуетъ 5 рабочихъ въ 8-ми ч. смѣну. Продукты со шлюза собираютъ, и въ количествѣ 18 пуд. помѣщаютъ въ бочку, куда прибавляютъ еще около 3½ пуд. ртути. Въ бочку кладутъ чугунный шаръ и придаютъ ей вращательное движеніе на горизонтальной оси. Операція длится 12 часовъ, послѣ чего весь продуктъ обработываютъ на приборахъ, подобныхъ штосгердамъ, гдѣ и получаютъ амальгаму. Золото изъ

амальгамы извлекаютъ перегонкой. Шламъ по желобу *N* направляется въ лабиринты, откуда осадки обрабатываютъ на гердахъ; затѣмъ шлихи обжигаются. Обоженные шлихи перерабатываются въ чилійскихъ мельницахъ, съ прибавленіемъ ртути. Здѣсь мельница играетъ роль измельчителя и амальгаматора и въ этомъ смыслѣ не заслуживаетъ подражанія. Американскіе амальгаматоры болѣе раціональны. Послѣ амальгаматоровъ продуктъ обрабатывается, какъ и въ Калифорніи (см. ниже).

d. Американскій способъ.

1. Обработка золотосодержащихъ кварцевъ.

[584.] **Процесы обработки.** Добыча золота состоитъ изъ слѣдующихъ отдѣльныхъ процесовъ: 1) *Крупное дробленіе и толченіе безъ присутствія ртути. Машина Блека и толчеи.* 2) *Обогащеніе шлама на гердахъ съ покрывалами.* 3) *Извлеченіе золота изъ шламовъ въ амальгаматорахъ.* 4) *Обработка бѣдныхъ шламовъ (хвостовъ).* 5) *Извлеченіе золота изъ амальгамы.*

Если золото находится вмѣстѣ съ сѣрнистыми или мышьяковистыми серебряными рудами, то обработка ведется нѣсколько отличная отъ вышепоказаннаго типа и о ней данныя приведены будутъ ниже.

[585.] **1. Измельченіе золотосодержащихъ кварцевъ,** послѣ крупнаго дробленія на машинѣ Блека, производится почти исключительно въ толчеяхъ съ вращающимися пестамы или, какъ ихъ называютъ, *калифорнскихъ толчеяхъ*. Ртуть въ толчеи обыкновенно не прибавляется, но если золото находится въ свободномъ состояніи, безъ примѣсей сѣрнистыхъ, мышьяковистыхъ и другихъ рудъ, тогда прибавка ртути можетъ имѣть мѣсто, какъ это мы уже видѣли въ австралійскомъ способѣ.

Калифорнскія толчеи строятся въ настоящее время такимъ образомъ, что пестъ и толчейное корыто металлическіе; но имѣются и такіе примѣры, гдѣ все корыто дѣлается изъ дерева или, по крайней мѣрѣ, его боковыя стѣнки деревянныя. Здѣсь приведемъ чертежъ толчеи, фиг. 29 (табл. 102) и фиг. 30 (табл. 103), съ деревяннымъ корытомъ, далѣе будетъ описано и чугунное корыто [1]).

Основаніемъ става служатъ вертикально вкопанные въ землю брусья *u*, длиною 6′—12′. На торцы брусьевъ *u* положена чугунная доска *a*, при-

[1]) Мы приводимъ детальные чертежи американскихъ толчей съ цѣлью рекомендовать эти устройства нашимъ техникамъ.

крѣпленная къ стойкамъ вертикальными болтами v. По концамъ става укрѣплены вертикально стойки c, связанныя вверху брусками dd и скрѣпленныя съ основными стойками болтами k. Вертикальныя стойки c укрѣплены тягами c_1 и упорами e. На основной доскѣ установленъ стулъ f, высотою 5″; стулъ имѣется для каждаго песта. Размѣры доски a и стула f показаны на чертежѣ E (фиг. 30). Толщина стѣнокъ h равна 2″. Рама l съ рѣшетомъ расположена въ разстояніи 2″ отъ стѣнки h. Діаметръ отверстій рѣшета = не болѣе 0,5 mm., число отверстій на 1 кв. сант. = 36 — 49. Иногда отверстія дѣлаютъ продолговатыми. Раму l лучше ставить нѣсколько наклонно. Чѣмъ больше площадь рѣшетки, тѣмъ выгоднѣе. Стержень m песта желѣзный, діаметръ его = 3″ — 3½″, длина = 10′ — 15′. Нижній конецъ стержня нѣсколько коническій, онъ входитъ въ головку n песта (фиг. 30, C) и при работѣ песта самъ собою заклинивается въ головкѣ. Съ нижней стороны головка имѣетъ коническое гнѣздо, куда входитъ коническимъ отросткомъ бой o, отлитый изъ крѣпкаго бѣлаго чугуна (фиг. 30, D). Головка n — чугунная, скрѣплена желѣзными кольцами по краямъ. Отверстія n_1 въ головкѣ песта служатъ для того, чтобы забивкой туда клина снять головку со стержня.

Палецъ песта p (фиг. 30, B), какъ видно на детальномъ чертежѣ, представляетъ чугунную муфту, надѣтую на стержень и въ опредѣленномъ мѣстѣ закрѣпленную шпонками p_1, которую клинья p_2 нажимаютъ къ стержню. Это соединеніе очень просто, практично и не ослабляетъ стержня. Песты приводятся въ движеніе двойными кулаками q. Кулаки насажены на соотвѣтствующемъ валу; для каждаго става установленъ отдѣльный кулачный валъ съ соотвѣтствующими приводами, такъ что работа одного става можетъ идти совершенно независимо отъ работы другого. Если ось служитъ только для пяти пестовъ, то діаметръ ея равенъ 4½ дюймамъ. Ось вала находится въ разстояніи 7—9″ отъ оси пестовъ. Кулаки на валу насаживаются въ такомъ порядкѣ, что если ставы состоятъ изъ 5 пестовъ, то обозначивъ ихъ номерами по порядку расположенія, подъемъ будетъ совершаться такъ: 2, 4, 1, 3, 5 или 3, 5, 2, 4, 1. Ширина кулака = 2 — 2½″. Кулаки чугунные, но трущуюся поверхность кулаковъ иногда покрываютъ желѣзомъ, какъ это нерѣдко дѣлается въ машиностроеніи. Кулаки очерчиваются по эвольвентѣ круга по извѣстнымъ правиламъ (фиг. 29 bis, табл. 102). Высота подъема пестовъ = отъ 6 до 12″. Число подъемовъ = отъ 60 до 80 въ 1′. Пестъ имѣетъ вѣсъ = 10½ до 16¼ пудъ, иногда = до 22½ пудовъ. Расходъ воды на пестъ = 0,3 — 0,5 кубич. фут. въ минуту. Производительность песта въ 24 часа равна 100 пудамъ и болѣе, смотря по рудѣ.

[586.] Примѣры толчей. Имѣются примѣры толчей, размѣры которыхъ и др. данныя приведены ниже.

№ №	Движитель.	Число пестовъ.	Вѣсъ песта въ фунтахъ.	Число подъемовъ песта въ минуту.	Высота подъема песта въ дюймахъ.	Работа машины, потребная на одинъ пестъ въ пар. лош.	Высота выпускн. порога надъ дномъ корыта.	Число тонн руды, протолченныхъ въ 24 часа.	Количество дровъ расходуемыхъ на тонну въ куб. саж.	Потеря ртути на тонну.	Расходы на толчение на тонну въ металлич. рублях.
							дюйм.				
1	вода	64	550	60	12	1,00	5	80	—	0,0027	2,07
2	паръ	8	1000	65	12	1,97	—	20	0,060	0,007	2,15
3	паръ	24	500	56	10	0,71	—	26	0,067	0,019	2,54
4	вода	20	500	60	13	0,98	—	20	—	0,031	4,18
5	паръ	10	500	58	13	0,95	—	$8^1/_2$	0,049	0,030	3,75
6	вода	8	650	58	14	1,33	—	15	—	0,016	1,65
7	паръ	12	600	60	10	0,91	6	8	0,190	0,128	5,21
8	паръ	16	490	50	—	0,62	10	24	0,049	0,125	2,43
9	вода	16	400	80	10	0,81	—	25	—	0,055	0,86
10	паръ	30	500	65	12	0,98	—	14	0,141	0,114	5,05
11	паръ	10	600	60	13	1,18	6	12	0,055	0,051	1,22
12	паръ	21	730	52	14	1,34	$1^1/_2$	35	0,065	0,044	2,13
13	паръ	8	950	55	13	1,71	5	17	0,067	0,023	2,23
14	паръ	6	900	62	14	1,97	5	18	0,054	0,109	—
15	—	5	920	61	10	1,3	—	$20^1/_2$	—	—	—

[587.] **2. Обогащеніе шламовъ,** выходящихъ изъ толчейнаго корыта, будетъ ли толченіе совершаться съ прибавленіемъ ртути или безъ нея, производится на шлюзахъ, покрытыхъ шерстяною тканью. Уклонъ шлюзовъ, или желобовъ = 3 — 4°. Шлюзы имѣютъ ширину = 14 — 16″, глубину = 3″, длину = 21′. Число шлюзовъ должно быть разсчитано такимъ образомъ, чтобы на каждый пестъ приходилось 4″ ширины шлюза. Кромѣ этого долженъ быть одинъ запасный шлюзъ, который замѣняетъ тотъ шлюзъ, съ котораго въ данное время снимаютъ покрывала. Покрывала должны часто ополаскиваться въ чанахъ; напр., съ головной части шлюзовъ — черезъ 15 минутъ, съ нижнихъ же шлюзовъ — рѣже. Иногда ниже шлюзовъ съ покрывалами ставятъ еще шлюзы съ латунными нартученными листами.

Шламъ со шлюзовъ поступаетъ въ лари или простые зумфы (ящики), гдѣ и осаждается, — *улавливаніе хвостовъ.*

[588.] **Амальгаматоры** служатъ для переработки осадковъ изъ чановъ послѣ ополаскиванія покрывалъ, а также осадковъ изъ толчейныхъ корытъ. Амальгаматоръ Атууда изображенъ на фиг. 31 (табл. 104), онъ представляетъ собою шлюзъ, въ головной части котораго имѣется два желоба *a* и *b*. Валы *e d* установлены надъ желобами и вращаются въ направленіи, показанномъ стрѣлкой; спицы валовъ перемѣшиваютъ ртуть, налитую въ желоба. Шламъ помѣщаютъ въ головку шлюза и пускаютъ струю тепловатой воды изъ желоба *c*. Часть золота будетъ улавливаться ртутью въ желобахъ, а часть —на плоскони *q*, которая можетъ быть покрыта амальгамирными листами. Въ хвостѣ шлюза *q* поставленъ ящикъ для сбора осадковъ, которые обыкновенно состоятъ изъ различныхъ сѣрнистыхъ соединеній, которыя обработываются подобно рудамъ, содержащимъ золото съ сѣрнистыми и другими соединеніями серебра.

[589.] **Обработка хвостовъ** состоитъ первоначально въ обогащеніи ихъ, что въ Америкѣ дѣлается на *качалкахъ* или обыкновенныхъ штосгердахъ. Ни тотъ ни другой приборъ не заслуживаетъ подражанія и должны быть замѣнены штосгердами Риттингера. Богатые шлихи (съ значительнымъ содержаніемъ колчедана) со штосгердовъ обжигаются (иногда подвергаются хлоринаціи) и далѣе поступаютъ въ амальгамацію на мельницахъ. Вообще шлихи изъ хвостовъ, смотря по своему составу, могутъ быть обработываемы, какъ руды золотосеребряныя, о которыхъ будетъ сказано особо.

[590.] **Извлеченіе золота изъ амальгамы.** Амальгама, собранная при различныхъ процесахъ обработки, сначала отжимается въ парусиновыхъ мѣшкахъ и далѣе идетъ въ перегонку въ ретортахъ, устройство которыхъ см. ниже.

2. Обработка золотосодержащихъ серебряныхъ рудъ.

[591.] **Процесы обработки.** Мы здѣсь опишемъ механическую обработку только такихъ рудъ, въ составъ которыхъ входятъ сѣрнистыя и хлористыя соединенія. Для мышьяковистыхъ и сурьмянистыхъ золотосодержащихъ серебряныхъ рудъ, хотя механическіе пріемы остаются тѣ же, но здѣсь уже значительную роль играютъ и различные металлургическіе процесы (см. курсъ металлургіи).

Полный процесъ распадается на слѣдующіе части: 1) *дробленіе и мокрое толченіе*; 2) *амальгамація съ прибавленіемъ различныхъ реагирующихъ веществъ*; 3) *обработка бѣдныхъ шламовъ*; 4) *извлеченіе золота изъ амальгамы.*

[592.] **Дробленіе** производится на машинѣ Блека *A*, фиг. 32 (табл. 104), степень дробленія должна быть такова, чтобы величина кусковъ не превосходила 3″. Раздробленная руда по наклонной плоскости спускается на пло-

щадку h, откуда сталкивается въ приборъ B, служащій для равномѣрной нагрузки въ толчею. Приборъ B въ увеличен. масштабѣ представл. на фиг. 33 (табл. 105), устройство его понятно само собою изъ чертежа. Впрочемъ, не всегда прибѣгаютъ къ этому прибору, часто нагрузку производятъ рабочими. Для нагрузки руками полагается на каждые 10 пестовъ 2 — 3 человѣка.

Толчеи P (фиг. 32) принадлежатъ къ типу Калифорнскихъ. Толчейное корыто A, фиг. 34 (табл. 105) отлито цѣльнымъ; a — завалочное отверстіе, b — пазъ, въ который вставляется деревянная рама съ рѣшеткой. Рѣшетка приготовляется изъ лучшаго желѣза (Russia sheetiron), діаметръ отверстій = 0,1 — 0,5 до 1 миллиметровъ. Иногда рѣшетку замѣняетъ проволочное сито, число отверстій на одномъ квадратномъ сантиметрѣ = 200 — 1000. Рѣшетка служитъ около мѣсяца. Наиболѣе часто встрѣчаемъ размѣры, обозначенные на чертежѣ, гдѣ представлено толчейное корыто для става въ 4 песта; обыкновенно ставъ состоитъ изъ 4 — 5 пестовъ, рѣже 10 — 12. Стулъ f толчеи ничѣмъ не укрѣпляется въ корытѣ; верхній его край лежитъ на одномъ горизонтѣ съ нижнимъ краемъ рѣшета или ниже на 2—3″. Желѣзный стержень песта имѣетъ діаметръ = $3^1/_4$″, длина = $9\ ^3/_4$ — 12′. Вѣсъ песта съ наконечникомъ и боемъ = 15 — 20 пудъ, очень часто = 18 пудъ. Вѣсъ частей песта слѣдующій:

Стержень	7,8	до	7 пуд.
Головка	6,3	„	5,5 „
Палецъ	3,1	„	1,8 „
Бой	3,3	„	2,6 „
	20,5	до	15,9 пуд.

При кварцевыхъ породахъ бой можетъ прослужить отъ 4 до 5 недѣль. Иногда бой дѣлаютъ желѣзнымъ и тогда онъ служитъ 12 недѣль. Число ударовъ песта = 60—80, высота подъема = 8—9″, производительность въ 24 ч. = отъ 120 — 180 пудъ, смотря по степени измельченія и крѣпости породы. При проектированіи фабрикъ иногда считаютъ на 1 пестъ только 60 пудъ. На 1 тон. обработанной руды во всемъ процесѣ идетъ воды 250 — 300 куб. фут., считая здѣсь и расходъ воды на чаши, такъ какъ для чашъ требуется чистая вода. Собственно на каждый пестъ въ минуту расходуется воды $^1/_4$ куб. фут. и болѣе. Работа, потребная для каждаго песта = $1^1/_8$ п. л.

По выходѣ изъ толчей, жидкій шламъ по желобамъ направляется въ шламовые зумфы D (фиг. 32), т. е. деревянные ящики, расположенные попарно для того, чтобы въ то время, когда изъ одного выбираютъ осадки, тогда шламъ направлялся бы въ другой. Въ зумфахъ осаждается тяжелый (болѣе богатый) шламъ, идущій далѣе въ амальгамацію (амальгаматоръ E,

фиг. 32), легкій же шламъ направляется изъ ящиковъ или въ водоотводныя канавы, или въ освѣтительные бассейны, въ которыхъ осаждается шламъ, еще стоющій иногда обработки.

[593.] **Амальгамація** производится въ чашахъ. Наиболѣе употребительная чаша будетъ Варни, представляющая только усовершенствованный первоначальный типъ чашъ, извѣстныхъ подъ именемъ „Wheeler pan".

Къ чугунному дну чаши, которая можетъ быть деревянною или чугунною, укрѣпленъ нижній чугунный жерновъ *a* фиг. 35 (табл. 105), разрѣзанный на части по радіусамъ; плоскость сѣченія составляетъ уголъ въ 45° съ вертикальною плоскостью. Верхній жерновъ представляетъ кольцо *b*, къ нижней поверхности котораго привинчены или приклепаны сегменты *c*. Валъ *C* приводитъ въ движеніе коническую втулку *v*, къ которой и прикрѣпленъ верхній жерновъ. Для поднятія или опусканія верхняго жернова служитъ рычагъ *z*, при помощи котораго приподнимается подшипникъ. Къ внутренней поверхности чаши прикрѣплены изогнутыя лопатки *r*, назначеніе которыхъ заключается въ томъ, чтобы направить жидкій матеріалъ при его движеніи въ чашѣ къ центру ея. Такихъ лопатокъ четыре. Пространство между внѣшней окружностью нижняго жернова и чашей служитъ для скопленія ртути. Чаша иногда имѣетъ двойное дно, въ промежутокъ между днами впускаютъ паръ черезъ трубку *f* (фиг. 36, табл. 106). Прежде паръ впускали прямо въ чашу, но первый способъ болѣе раціоналенъ, ибо при немъ можно воспользоваться мятымъ паромъ, а во второмъ случаѣ надо брать паръ изъ котла. Діаметръ чашъ = 48″—60″, высота = 29″—24″, рѣже встрѣчаемъ діаметръ чашъ = 76″. Число оборотовъ жернова = 60—90 въ минуту.

Чаша съ малыми размѣрами (діаметръ = 48″, высота = 24″) допускаетъ завалку 1 тон., чаша большая (60″ и 29″) допускаетъ завалку въ 2 тонны. Первая требуетъ $1^1/_2$ н. л., вторая же — 3 н. л. Разсчитываютъ, что необходимо имѣть одну большую чашу на 2 — 3 песта.

Работа на чашахъ производится слѣдующимъ образомъ. Приподнимаютъ нѣсколько верхній жерновъ и заваливаютъ въ чашу шламы, которые разжижаются водой до степени жидкаго тѣста, настолько однако, чтобы шарикъ ртути, опущенный на массу, не погружался. Далѣе опускаютъ жерновъ, закрываютъ чашу, и пускаютъ паръ, заставляя жерновъ работать. Нагрѣваніе доводятъ до 75° *C.*, впослѣдствіи нѣсколько болѣе. Жерновъ мало-по-малу понижаютъ до послѣдняго предѣла. По истеченіи 1 — 3 часовъ, прибавляютъ въ чашу ртути въ количествѣ отъ 66 — 88 фунт., вообще — 4,16% — 4,50% на вѣсъ шлама, затѣмъ снова заставляютъ жернова работать въ продолженіе 1 — 3 часовъ. Вся вообще операція продолжается около 5 часовъ и болѣе, смотря по нагрузкѣ. Химическій реактивъ прибавляютъ или вмѣстѣ съ шламомъ, или въ то время, когда вводятъ ртуть. Реактивы: соль, мѣдный

или желѣзный купоросъ, а иногда сѣрная кислота. Мѣднаго купоросу прибавляютъ 0,02%, соли — 0,22%. Въ чашѣ можно переработать въ 24 часа отъ 4 до 5 завалокъ.

[594.] **Раздѣлители.** Изъ чашъ переработанный матеріалъ, разжиженный водой, выпускаютъ въ приборъ, называемый *раздѣлителемъ* (settler). Раздѣлитель представляетъ чугунную или деревянную чашу *a*, какъ изображено на фиг. 32 или детально на фиг. 37 (табл. 106). Въ чашѣ, при помощи вала *o* съ четырьмя спицами и башмаками *s*, весь матеріалъ перемѣшивается при притокѣ чистой, холодной воды. Амальгама и ртуть собираются въ *b*; начиная сверху, постепенно открываютъ отверстія *p* и выпускаютъ остатки. Одинъ раздѣлитель достаточенъ на 2 амальгаматора. Число оборотовъ вала раздѣлителя отъ 14 — 20 въ минуту.

Итакъ, продукты полнаго процеса въ чашахъ и раздѣлителяхъ будутъ амальгама и бѣдные шламы, такъ называемые tailings.

[595.] **Обработка бѣдныхъ шламовъ** (tailings) заключается въ томъ, что концентрируютъ ихъ на *мѣшалкахъ* (agitator) и *концентраторахъ* (*b*. фиг. 32). Мѣшалка представляетъ тотъ же раздѣлитель, но башмаки котораго замѣнены простыми спицами *s* (фиг. 38); вращеніе вала со спицами медленное. Шламъ перемѣшивается, болѣе тяжелыя части (амальгама, ртуть) осаждаются на днѣ прибора и выпускаются черезъ отверстія *i*. Рядъ отверстій въ стѣнкахъ чаши служатъ для спуска легкихъ шламовъ, которые могутъ еще заслуживать обработки, ихъ обогащаютъ на различныхъ приборахъ, напр. концентраторахъ (въ сущности тѣ же штосгерды); здѣсь очень хорошо было бы примѣнить штосгерды Риттингера. Бѣдные шламы со штосгердовъ иногда направляются на герды съ покрывалами. Эти герды нерѣдко получаютъ весьма большую длину = 98′ — 131′, ширина = 1,6′. Шламы, осѣвшіе на покрывалахъ, обработываютъ въ амальгамирныхъ чашахъ. Хвосты этихъ гердовъ собираютъ въ большихъ резервуарахъ, сушатъ на солнцѣ и далѣе обработываютъ также въ амальгамирныхъ чашахъ большаго діаметра, нагрузка въ нихъ = 6 — 8 тоннъ; амальгамація ведется съ прибавленіемъ соли и сѣрнокислой мѣди.

Обработка бѣдныхъ шламовъ (slimes), не осѣвшихъ въ зумфахъ около толчей и собравшихся далѣе въ ларяхъ, лабиринтахъ и т. п. приборахъ. Эти шламы просушиваются на солнцѣ и поступаютъ въ амальгамацію въ чашахъ. Нагрузка 60 пудъ, — на это количество прибавляютъ 12 фунт. сѣрнокислой мѣди и 22 — 29 фунт. поваренной соли. Процесъ продолжается около 2 часовъ; въ концѣ этого времени прибавляютъ ртути 8 пудъ, далѣе работа еще длится 3 — 4 часа. Потеря ртути 25 фунт. на 1 тон. шламовъ. Полученная отъ этого процеса амальгама промывается и дистилируется. Бѣдные же шламы поступаютъ въ концентрацію. Стоимость обработки slimes обходится около 18 руб. за тонну.

На нѣкоторыхъ заводахъ шламъ отъ чашъ (tailings) совершенно бросаютъ, что впрочемъ не слѣдуетъ допускать. Всѣхъ шламовъ (tailings + slimes) на фабрикахъ получается до 20% всего количества обработываемой руды.

[596.] **Обработка амальгамы**, полученной изъ различныхъ приборовъ, заключается въ томъ, что ее промываютъ теплой водой, отжимаютъ въ холщевыхъ мѣшкахъ, имѣющихъ коническую форму и вмѣщающихъ 15—18 пудъ матеріала. Отдѣленную амальгаму складываютъ въ цилиндрическіе желѣзные савки, куда ея помѣщается отъ 18 до 33 пуд. и болѣе. Такихъ 3 — 4 савка ставятъ въ реторту для перегонки. Реторта представлена на фиг. 39. Длина реторты = 35″—58″, внутренній діаметръ = 10 — 12″, толщина стѣнокъ = $^3/_4$″; діаметръ трубки b = 2″ — $2^3/_4$″. Для печи съ 4 ретортами на процесъ перегонки требуется 8 — 10 часовъ времени и расходуется дровъ нѣсколько менѣе 0,4 куб. саж. Полагаютъ, что вышеописаннымъ способомъ можно извлечь изъ руды 80—85% золота и серебра, заключающихся въ рудѣ.

[597] **Расчетъ фабрики.** Если требуется переработывать въ сутки 20 топ. руды, то потребно машинъ [1]):

Дробилка Блека	1
Пестовъ	20
Амальгамирныхъ чашъ	12
Раздѣлителей (settler)	6
Мѣшалокъ (agitator)	3

Опредѣленіе работы машины:

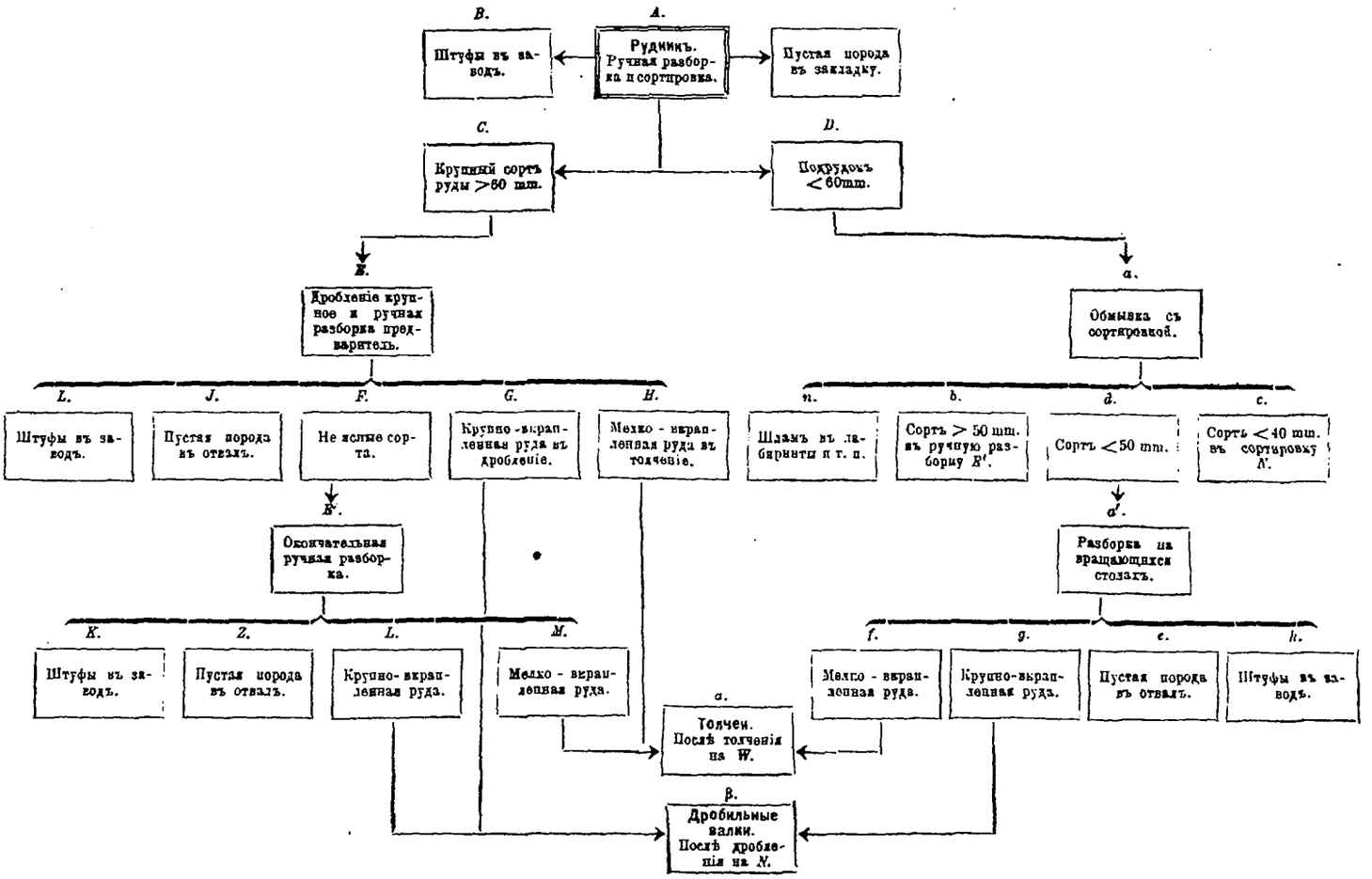
На машину Блека	5	пар. лош.
На толчеи (по 1½ п. с. на пестъ)	22½	
На чаши	36	
На раздѣлители	18	
На мѣшалки	6	
На разныя вредныя сопротивленія (около 15%)	12½	
Всего	100	пар. лош.
Рабочихъ задолжается	10 — 12	челов.

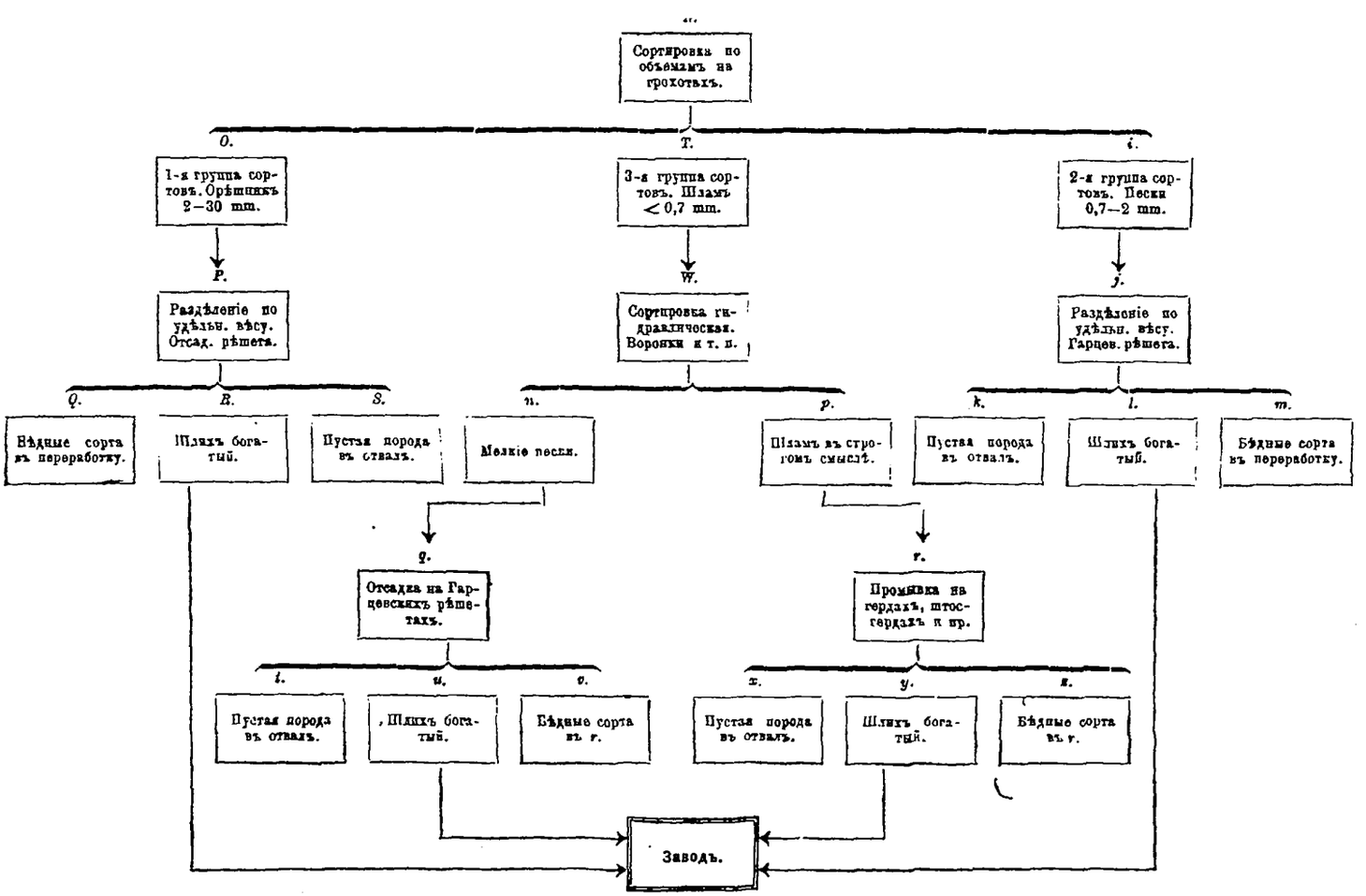
Расходъ воды въ минуту:

На толчеи (по ¼ к. ф.)	5	куб. фут.
На чаши (по ½—⅛)	1,2	„ „
На раздѣлители (по 0,015)	0,1	„ „
	6,3	куб. фут.

[1]) Обработка tailings и slimes сюда не введена; въ Америкѣ часто эти шламы продаются для переработки на спеціальныхъ фабрикахъ.

Синоптическая таблица процеса механическаго обогащенія рудъ.





ПРИБАВЛЕНІЕ.

1) Къ парагр. 22. Въ послѣднее время алмазное буреніе скважинъ по своимъ замѣчательнымъ результатамъ обратило на себя вниманіе. Сущность дѣла заключается тутъ въ томъ, что на конецъ пустотѣлой штанги навинчиваютъ стальной полый патронъ (коронка) съ закрѣпленными въ него алмазами, въ числѣ отъ 15 до 20 штукъ для средней твердости породъ. Вѣсъ алмазовъ около 2 каратовъ, стоимость карата — 40 франковъ. При проводѣ скважинъ въ относительно мягкихъ породахъ, алмазную коронку можно замѣнить обыкновенною стальною зубчаткою. Буровая мука выносится изъ скважинъ струей воды, вгоняемой подъ давленіемъ отъ 3 — 8 атмосферъ чрезъ полую буровою штангу. Число оборотовъ бура зависитъ отъ глубины скважины: чѣмъ больше глубина, тѣмъ меньше число оборотовъ. Такъ, при глубинѣ до 3000 фут., число оборотовъ — 100 въ минуту: при глубинѣ скважинъ до 1500 фут., число оборотовъ прибора — 350. Для приведенія въ движеніе всего прибора задолжается паровая машина силою отъ 8 — 18 пар. л., смотря по глубинѣ скважины; 18-ти сильный движитель требовался для глубины въ 700 m. Самое главное преимущество алмазнаго буренія — это необыкновенная быстрота работы. Такъ напр., въ одномъ случаѣ въ Богеміи при діаметрѣ скважины въ 0,18 m. проходили по песчанику и конгломерату въ 24 часа 18,30 m., въ кварцитахъ — 13,50 m. Припомнимъ для сравненія, что обыкновеннымъ способомъ при породахъ средней крѣпости въ 24 часа проходится не болѣе $2^1/_2$ фут. Что касается до стоимости, то въ этомъ отношеніи алмазное буреніе обходится вдвое и даже, при не глубокихъ скважинахъ, втрое дороже обыкновеннаго. При работахъ въ Rheinfelden'ѣ, производившихся формой Schmidman et C-ie изъ Лейпцига, первые 1 — 400 m. стоили 250 франковъ за 1 m. Въ Америкѣ компанія «Pensylvania-Diamand-Drill-Company» провела днѣ шахты при помощи алмазнаго буренія и динамита, но тутъ примѣнялись совершенно особые пріемы.

2) Къ парагр. 44. Слѣдующая таблица представляетъ чрезвычайно интересныя цифры относительно одноручнаго и двуручнаго буренія.

	Порода слабая.		Порода средней крѣпости		Порода крѣпкая.	
	Буреніе 1-ручное.	Буреніе 2-ручное.	Буреніе 1-ручное.	Буреніе 2-ручное.	Буреніе 1-ручное.	Буреніе 2-ручное.
Вѣсъ молотка..... въ килог.	1,56	2,79	1,6	3	1,8	2,8
Вѣсъ бура..... въ килог.	1,4	2,36	1,57	1,82—4,52	1,36	2,26
Число ударовъ молотка въ минуту...	71	51	73	50	77	53
Углубленіе шпура въ минуту въ mm..	29	26,5	9,2	10,2	3,5	4
Полезная работа бурильщика въ 1′, въ к. m	136	77,7	99,6	65,5	102,4	63,1
Потеря работы отъ удара въ %.....	53	53,5	50,5	51,5	57	53
Объемъ породы, измельчаемой въ 1′, въ куб. сант.....	23	27	6,07	9,57	2,37	3,81
Работа, расходуем. на измельч. 1 куб. сант. породы, въ кил.-метр..... ..	6,3	5,9	16,4	12,8	48,6	37,5
Число шпуровъ, проводимыхъ въ 8 ч. смѣну.....	6,4	8	4,35	5,25	2,5	1,61
Передвиженіе забоя въ 12 смѣнъ, въ m.....	15,30	11,50	8	6,20	1,53	1,38

3) Къ парагр. 59. Діаметръ лезвія бура для перфораторовъ долженъ быть больше діаметра стержня на 10 — 12 mm.

4) Къ парагр. 61. Расходъ воды при механическомъ буреніи штуровъ равенъ 40 litres. на 1 mm. шпура.

Считаютъ, что необходимо для надлежащей вентиляціи забоя 100 litr. чистаго воздуха въ 1″ на одинъ перфораторъ.

5) Къ парагр. 261. По недостатку мѣста, мы не могли останавливаться долго на эксплуатаціи и механической обработкѣ торфа. Лицамъ, интересующимся торфянымъ дѣломъ, рекомендуемъ превосходное сочиненіе *Hausding*'а — *Industrielle «Torfgewinnung und Torverwerthung.»* Сочиненіе сопровождается хорошими рисунками и представляетъ много числовыхъ данныхъ.

6) Къ парагр. 585. Калифорнскія толчеи совершенно металлическія готовитъ заводъ «Humboldt». Вотъ нѣкоторыя данныя относительно этихъ приборовъ.

	Номера моделей.				
	1	2	3	4	5
Число пестовъ въ ставѣ	3	5	6	10	15
Вѣсъ песта въ килог	300	300	300	300	300
Высота подъема въ mm	314	314	314	314	314
Число подъемовъ въ минуту	70—80	70—80	70—80	70—80	70—80
Потребная работа въ пар. лош	3	5	6	9	12
Производительность въ килог. въ 10 ч. смѣну при отверстіяхъ въ выносномъ ситѣ въ 0,5 mm	1500	2500	3000	5000	7500
Расходъ воды въ минуту въ литрахъ	50	90	100	185	280
Полной вѣсъ прибора въ килог	4600	7000	8000	11000	15000