И. А. Корзухинъ
горный инженеръ.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

(ОБОГАЩЕНІЕ)

ПОЛЕЗНЫХЪ ИСКОПАЕМЫХЪ

Съ 481 рисункомъ

ГН
ОБ
ОВ.1952 г.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ
Типографія Т-ва М. О. Вольфъ
Вас. Остр., 16 лин., 5—7
1908

Предисловіе.

Механическая обработка полезныхъ ископаемыхъ распространена до сихъ поръ въ Россіи крайне слабо, и врядъ-ли я ошибусь, если скажу, что въ тѣхъ немногочисленныхъ случаяхъ, когда на нашихъ горнопромышленныхъ предпріятіяхъ прибѣгаютъ къ помощи ея, то дѣлается это лишь скрѣпя сердце, за полной невозможностью поступить иначе.

Конечно, имѣть въ своемъ распоряженіи полезное ископаемое, настолько богатое, что всякая механическая обработка его совершенно излишня, является идеаломъ для горнопромышленника.

Противъ такого положенія и спорить невозможно. Точно также вполнѣ естественно, что въ тѣхъ случаяхъ, когда полезное ископаемое въ томъ видѣ, въ какомъ оно извлекается изъ земли, не можетъ быть пущено ни въ продажу, ни въ обработку, примѣненіе процессовъ механической обработки является вынужденнымъ и безусловно необходимымъ.

Такъ какъ, однако, въ природѣ нигдѣ не замѣчается скачковъ, то и въ горномъ дѣлѣ между указанными двумя крайними случаями существуетъ цѣлый рядъ промежуточныхъ, причемъ число именно этихъ случаевъ является преобладающимъ въ горнопромышленности.

Вотъ по отношенію именно къ этимъ случаямъ слабое развитіе въ Россіи механической обработки полезныхъ ископаемыхъ и является безусловно крупнымъ недостаткомъ нашей горнопромышленности.

Я не буду говорить про то, что при отсутствіи механической обработки разработка многихъ мѣсторожденій принимаетъ хищническій характеръ, такъ какъ изъ мѣсторожденій выбираются только наиболѣе богатыя его части, но считаю нужнымъ обра-

тить вниманіе на то, что непримѣненіе способовъ механической обработки лишаетъ многихъ горнопромышленниковъ крупной части дохода, который могло бы дать имъ мѣсторожденіе.

Я думаю, что вообще, а въ Россіи, которая есть по преимуществу страна огромныхъ разстояній, а слѣдовательно, и перевозокъ, въ особенности, пора перестать смотрѣть на механическую обработку полезныхъ ископаемыхъ какъ на неизбѣжное въ нѣкоторыхъ случаяхъ зло.

Для выясненія такого, можетъ быть, на первый взглядъ, нѣсколько страннаго положенія, разсмотримъ нѣсколько примѣровъ.

Допустимъ, что добываемый на какомъ-нибудь рудникѣ каменный уголь содержитъ 12% золы и что при помощи механической обработки можно содержаніе это уменьшить до 5%.

Для большей наглядности расчетовъ допустимъ, что рыночныя цѣны угля съ 12% золы и съ 5% ея одинаковы, что, конечно, не соотвѣтствуетъ истинному положенію вещей и будетъ вліять въ сторону, неблагопріятную для нашихъ выводовъ.

Изъ 100 пудовъ сырого угля съ 12% золы мы получимъ послѣ механической его обработки

x пудовъ угля съ содержаніемъ золы въ 5% и
$110 - x$ пуд. пустой породы, въ которой, конечно, будетъ содержаться нѣкоторое количество угля, составляющее неизбѣжную потерю при всякой механической обработкѣ.

Имѣемъ уравненіе:

$$100 \times 0{,}12 = x \,.\, 0{,}05 + 100 - x.$$

Откуда

$$0{,}95\,x = 88 \text{ и}$$
$$x = 92{,}63 = \infty 93 \text{ пудамъ}.$$

Такимъ образомъ мы видимъ, что, обработавъ механически добытые нами 100 пудовъ угля, мы вмѣсто 100 пудовъ должны будемъ направить, напримѣръ, по желѣзной дорогѣ всего 93 пуда, и это-то обстоятельство и можетъ дать намъ крупный доходъ.

Въ самомъ дѣлѣ, статистика показываетъ, что среднее разстояніе, на которое перевозится, напримѣръ, донецкій уголь, равняется 371 верстѣ при провозной платѣ за это разстояніе въ 4,67 коп. съ пуда.

Такимъ образомъ перевозка

100 пудовъ сырого угля на это разстояніе обойдется намъ въ 467 коп.
а 93 » обогащеннаго угля на это же разстояніе обойдется намъ въ . . . . . 434,31 »

Выгода, полученная при этомъ нами, составитъ, очевидно, 32,69 коп. на 100 пудовъ сырого угля, и за счетъ ея мы, очевидно, и можемъ производить затраты на механическую обработку нашего ископаемаго.

Въ концѣ настоящей книги, на стр. 511, указывается, по примѣру заграничныхъ обогатительныхъ фабрикъ, что обогащеніе каменнаго угля ложится на тонну сырого угля стоимостью отъ 8 до 4 пфениговъ, т.-е. отъ 4 до 2 коп. на 60 пуд., или отъ 6,8 до 3,4 коп. на 100 пуд. сырого угля.

Увеличивъ для запаса первую изъ послѣднихъ двухъ цифръ, т.-е. 6,8, до 10 коп., мы видимъ изъ вышеизложеннаго, что при перевозкѣ угля на 371 версту мы, затративъ на механическое обогащеніе всего 10 коп., можемъ увеличить свой доходъ на 32,69 коп., т.-е. получить болѣе 22 коп. чистой прибыли.

Такимъ образомъ каменноугольный рудникъ, находящійся въ перечисленныхъ условіяхъ и отправляющій по желѣзной дорогѣ въ годъ всего 5.000.000 пудовъ угля, можетъ, введя у себя механическую обработку, получить увеличеніе своего дохода на 11.000 рублей въ годъ.

Прибыль эта, конечно, будетъ увеличиваться по мѣрѣ увеличенія разстоянія, на которое требуется перевезти уголь и, напримѣръ, при перевозкѣ тѣхъ же 5.000.000 пудовъ въ годъ на разстояніе въ 1,200 верстъ, гдѣ провозная плата составляетъ уже 9,50, составитъ, при сохраненіи прочихъ условій безъ измѣненія, болѣе 28.000 р. въ годъ.

Если же принять во вниманіе, что, съ уменьшеніемъ количества золы и съ достиженіемъ прочихъ результатовъ механической обработки, цѣна угля возрастетъ (какъ видно изъ таблицы на стр. 346),то дѣйствительный доходъ, который можетъ получить рудникъ введеніемъ у себя механической обработки, выразится еще болѣе крупной цифрой.

Каковъ же низшій предѣлъ перевозокъ, при которыхъ введеніе механической обработки не даетъ каменноугольному руднику никакой выгоды?

На стр. 347 настоящей книги я попытался вывести аналитически слѣдующій отвѣтъ на этотъ вопросъ:

$$s - s' = b + t'\omega.$$

Здѣсь

s — стоимость продуктовъ, полученныхъ изъ единицы по вѣсу, тонны или, напримѣръ, изъ 100 пудовъ сырого угля.

s' — стоимость той же единицы по вѣсу сырого угля.

b — стоимость механической обработки единицы по вѣсу тонны, или, напримѣръ, 100 пудовъ сырого угля.

t' — стоимость провоза тонны, или 100 пудовъ угля до мѣста продажи.

ω — количество пустой породы, выдѣленной изъ тонны, или 100 пудовъ сырого угля.

Рѣшеніе этого выраженія въ общемъ случаѣ не представляется возможнымъ, такъ какъ s и s' должны вычисляться для каждаго даннаго случая отдѣльно.

Для примѣра допустимъ, что стоимость 100 пудовъ сырого угля, т.-е. s' равняется 10 рублямъ, средняя же стоимость каждаго изъ 93 пудовъ полученныхъ нами при механической обработкѣ 100 пудовъ сырого угля, равняется 11 коп.

ω по прежнему примемъ равнымъ 7 пудамъ на 100 пудовъ, а b' примемъ равнымъ 10 коп.

Назвавъ t' черезъ x имѣемъ

$$10{,}23 - 10{,}00 = 0{,}10 + 0{,}07x.$$
$$0{,}07x = 0{,}13.$$
$$x = 1{,}86.$$

Этотъ расчетъ показываетъ намъ, что наименьшимъ разстояніемъ, при которомъ механическая обработка угля не дастъ намъ никакой прибыли, явится такая перевозка, попудная плата за которую равняется 1,86 коп. за 100 пуд.

Изложенный примѣръ съ каменнымъ углемъ при очень умѣренномъ сокращеніи, благодаря механической обработкѣ, подлежащей перевозкѣ массы полезнаго ископаемаго, достаточно ясно показываетъ, какимъ крупнымъ экономическимъ факторомъ можетъ явиться въ горномъ дѣлѣ распространеніе способовъ механиче-

ской обработки, но еще яснѣе это обстоятельство видно въ случаѣ механической обработки рудъ.

Я не буду разсматривать того факта, что увеличеніе содержанія металла въ рудѣ, т.-е. уменьшеніе содержанія въ ней пустой породы гораздо сильнѣе увеличиваетъ ея стоимость, чѣмъ сокращеніе содержанія золы, т.-е. пустой породы въ углѣ.

Даже и при такомъ допущеніи экономическіе результаты механической обработки рудъ достигаютъ поистинѣ поразительныхъ примѣровъ.

Допустимъ, что мы добываемъ на рудникѣ мѣдную руду съ 7% *Cu*, и что механической обработкой мы увеличиваемъ это содержаніе до 20% при потерѣ мѣди въ 15%.

При этихъ допущеніяхъ мы можемъ составить слѣдующее равенство:

$$100 \times 0{,}07 = x \,.\, 0{,}20 + 7 \times 0{,}15, \text{ откуда}$$

x — количество богатой руды, получаемой нами путемъ механической обработки $= 29{,}75 = \infty\, 30\%$.

Такимъ образомъ намъ въ данномъ случаѣ вмѣсто каждыхъ 100 пудовъ сырой руды придется перевозить всего $29{,}75 = 30$ пудовъ обогащенной руды, что на каждые 100 пудовъ производительности рудника составляетъ экономію:

при разстояніи отъ 1 до 200 верстъ отъ $\frac{70}{45}$ до $\frac{200.70}{45}$ = отъ 1 р. 56 к. до 3 р. 12 к.

при разстояніи отъ 200 до 400 отъ $4{,}44.70$ до $4{,}44.70 + \frac{200.70}{55}$ = отъ 3 р. 12 к. до 5 р. 66 к.

при разстояніи отъ 401 до 900 отъ $8{,}08 \times 70$ до $8{,}08.70 + \frac{500.70}{57}$ = отъ 5 р. 66 к. до 11 р. 80 к.

при разстояніи отъ 901 до 1600 отъ $16{,}85 \times 70$ до $16{,}85.70 + \frac{700.70}{63}$ = отъ 11 р. 80 к. до 19 р. 57 к.

при разстояніи отъ 1601 до 2759 отъ $27{,}96 \times 70$ до $27{,}96.70 + \frac{1160.70}{80}$ = отъ 19 р. 57 к. до 32 р. 52 к.

свыше 2760 по разсчету $\frac{\text{разстояніе} \times 70}{65}$.

Если принять стоимость кубической сажени вѣсомъ въ 1500 пудовъ вынутой изъ рудника сырой 7% руды, равной 150 руб-

лямъ, то только что найденныя цифры должны заставить призадуматься надъ значеніемъ механической обработки каждаго управляющаго рудникомъ, каждаго рудовладѣльца.

Само собой разумѣется, что абсолютнаго значенія найденныя нами цифры не имѣютъ, такъ какъ перевозка по желѣзнымъ дорогамъ 7% мѣдной руды на сколько-нибудь значительныя разстоянія, вообще говоря, невозможна, что видно хотя-бы и изъ слѣдующей таблицы примѣрныхъ цѣнъ на мѣдныя руды въ Swansea.

Какъ извѣстно, основаніемъ для опредѣленія стоимости мѣдной руды при этой системѣ является курсъ best selected, причемъ въ зависимости отъ этого курса опредѣляется стоимость единицы металлической мѣди въ рудѣ.

При курсѣ best selected въ 50 фунт. стерл. единица по вѣсу мѣди въ рудѣ съ содержаніемъ въ 50% *Cu* стоитъ 8 шилл. 1,8 пенсовъ, т.-е приблизительно 3 р. 91 коп.

Изъ этой стоимости при содержаніи мѣди въ рудѣ меньшемъ чѣмъ 50% до 20% вычитаютъ по ½ пенса за каждые недостающіе 2½% *Cu*, затѣмъ съ 20 до 17%—по ½ пенса за 1%, а далѣе по 1 пенсу за 1%.

Такимъ образомъ, напримѣръ, при содержаніи мѣди въ рудѣ въ 37,5% изъ стоимости единицы мѣди вычитаютъ 2,5 пенса, при содержаніи въ 19%—6,5% пенсовъ, при содержаніи *Cu* въ 10%—1 шилл. 2,5 пенса, при 7% *Cu*—4 шилл. 2,5 пенса и т. д.

На основаніи этихъ данныхъ можно представить себѣ, насколько сильно возрастаніе стоимости мѣдной руды съ возрастаніемъ процентнаго содержанія въ ней мѣди.

1 тонна	45%	мѣдной	руды	стоитъ	franco	Swansea	45 (391— 4) =	174 р. 15 к.
»	»	30%	»	»	»	»	30 (391—16) =	112 » 50 »
»	»	20%	»	»	»	»	20 (391—24) =	73 » 40 »
»	»	10	»	»	»	»	10 (391—58) =	33 » 30
»	»	7	»	»	»	»	7 (391—70) =	22 » 47 »

Кромѣ того для рудъ съ содержаніемъ меньшимъ чѣмъ 15% *Cu* изъ найденной указаннымъ способомъ стоимости тонны руды вычитается еще особо 10 шиллинговъ, т.-е. приблизительно 4 руб. 80 коп.

Попробуемъ теперь на основаніи только что опредѣленныхъ цѣнъ мѣдной руды съ различнымъ содержаніемъ *Cu* опредѣлить

съ помощью предложенной мною формулы то предѣльное разстояніе, при которомъ обогащеніе нашей мѣдной руды въ указанныхъ предѣлахъ не дастъ руднику никакого дохода.

Формула $s - s' = b - t'\omega$ выведена мною спеціально въ примѣненіи къ случаю обогащенія каменнаго угля.

Примѣнимъ ее къ случаю обогащенія рудъ, ее необходимо нѣсколько видоизмѣнить.

Дѣло въ томъ, что при выводѣ ея сдѣлано допущеніе, что стоимость единицы по вѣсу угля до момента начала его обогащенія и по окончаніи послѣдняго является, если не принимать въ расчетъ стоимость обогащенія, величиной, постоянной для даннаго рудника.

На самомъ дѣлѣ это не совсѣмъ такъ: въ стоимость единицы по вѣсу ископаемаго на рудникѣ, кромѣ расходовъ собственно по добычѣ, входятъ и общіе накладные расходы. Если, съ одной стороны, накладные расходы по руднику остаются безъ измѣненія, и совершенно не зависятъ отъ того, примѣняемъ-ли мы механическую обработку, или нѣтъ, то съ другой стороны, величина, падающая отъ нихъ на единицу ископаемаго, далеко не остается постоянной.

Если мы обрабатываемъ механически наше полезное ископаемое, то получаемъ меньше вѣсовыхъ единицъ его, и накладные расходы на каждую единицу будутъ, очевидно, больше, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда механической обработки у насъ не существуетъ.

Поэтому a', стоимость добычи единицы по вѣсу ископаемаго, если оно не подвергается обогащенію, будетъ всегда меньше таковой же стоимости, a, ископаемаго, прошедшаго черезъ механическую обработку.

Въ виду того, что при обогащеніи угля, вообще говоря, количество выдѣляемой изъ него пустой породы, сланцевъ, сравнительно мало, этой разницей ради простоты формулы можно было пренебречь, въ особенности, если принять во вниманіе нѣкоторое увеличеніе вѣса обогащеннаго угля отъ влажности.

Въ случаѣ обогащенія рудъ, гдѣ изъ добытаго сырого матеріала обогащеніемъ выдѣляется очень большая часть его, этого сдѣлать уже нельзя.

Поэтому, какъ легко усмотрѣть изъ вывода формулы (стр. 347), ее слѣдуетъ видоизмѣнить слѣдующимъ образомъ:

$$s - s' = a - a' + b - t'\omega.$$

Зависимость между a и a' опредѣляется очень легко.

Пусть k — величина накладныхъ расходовъ, падающихъ на единицу сырого ископаемаго. Тогда очевидно

$$a - a' = \frac{k}{1-\omega} - \frac{k}{1} = \frac{k\omega}{1-\omega} \text{ и}$$

наша формула принимаетъ слѣдующій окончательный видъ

$$s - s' = \frac{k\omega}{1-\omega} + b - t'\omega.$$

Причявъ за единицу по вѣсу 100 пудовъ и принявъ $k = 3$ руб., имѣемъ для нашего случая обогащенія рудъ съ $7^0/_0$ до $20^0/_0$ слѣдующее уравненіе:

$$36{,}09 - 28{,}96 = \frac{3 \cdot 70}{30} + b - t'\,0{,}70.$$

Принявъ $b = 70$ коп. $= 0{,}7$ рублей, получимъ

$$-0{,}57 = -0{,}70\,t',$$

$$t' = 0{,}81$$

Т. е. только при перевозкѣ на 0,81 верстъ введеніе обогащенія не принесетъ пользы.

Пользуясь выраженіемъ

$$s - s' = \frac{k\omega}{1-\omega} + b - t'\omega,$$

мы можемъ всегда отвѣтить и на другой крупнаго практическаго значенія вопросъ: какова предѣльно допустимая стоимость обогащенія, если остальныя величины только что найденнаго выраженія извѣстны.

Для примѣра возьмемъ допущенный нами случай мѣдной руды, причемъ разстояніе, на которое намъ нужно возить руду, примемъ равнымъ 400 верстамъ.

Имѣемъ:

$$36{,}09 - 28{,}96 = \frac{3 \cdot 70}{30} + b - 8{,}0.8.\,0{,}7, \text{ откуда}$$

$b = 5{,}78$, руб. что значитъ, что при данныхъ условіяхъ мы можемъ на обогащеніе пуда сырой руды затратить 5,78 коп.

Возьмемъ другой примѣръ.

По послѣднимъ бюллетенямъ цѣна пуда $60^0/_0$ крупной криворожской руды — 7 к., цѣна той же руды, но съ $58^0/_0$ Fe—5,5 коп. Допустимъ, что съ мѣста добычи руда должна перевозиться

на такое разстояніе, что доставка 100 пудовъ ея обходится 3 рубля.

Сколько можно затратить на обогащеніе руды съ 56% до 60% *Fe*?

Опредѣлимъ ω при потерѣ *Fe* въ 10%,

$$100 \times 0{,}58 = x \,.\, 0{,}60 + 58 \,.\, 0{,}10$$

$$x = \frac{52{,}2}{0{,}6} = 87, \text{ а слѣдовательно}$$

$$\omega = 13.$$

Имѣемъ:

$$6{,}09 - 5{,}50 = \frac{k\omega}{1-\omega} + b - 3.\omega.$$

Пусть $k = 1$ коп. съ пуда, т.-е. 1 р. со 100 пудовъ.

$$0{,}59 = \frac{1 \times 0{,}13}{0{,}87} + b - 3 \times 0{,}13 \,.$$

$b = 0{,}98 - 0{,}15 = 0{,}83$ р., т.-е. на 1 пудъ сырой руды — 0,83 к.

При существующихъ методахъ механической обработки введеніе обогащенія въ указанныхъ предѣлахъ и условіяхъ, конечно, вообще говоря, себя не окупитъ.

Иначе, конечно, сложится дѣло, если мы будемъ обогащать руду не до 60%, а до 65% и будемъ возить на такія разстоянія, провозная плата для которыхъ составитъ болѣе чѣмъ 3 рубля.

Я не буду вдаваться въ дальнѣйшія разъясненія моей основной мысли объ экономическомъ значеніи механической обработки.

Пусть каждый, интересующійся вопросомъ, разсмотритъ въ данномъ направленіи имѣющіеся у него жизненные примѣры.

Буду болѣе чѣмъ удовлетворенъ, если изложенное послужитъ къ приложенію критической мысли къ современному положенію дѣла механической обработки полезныхъ ископаемыхъ въ Россіи, гдѣ такъ часто раздаются жалобы на затрудненія, создаваемыя огромными, чисто русскими разстояніями.

Въ заключеніе считаю необходимымъ добавить, что выпускаемый нынѣ въ свѣтъ настоящій трудъ мой первоначально былъ составленъ мною въ качествѣ лекцій для студентовъ горнаго института, гдѣ одно время мнѣ было поручено ближайшее руководство преподаваніемъ этой отрасли горнаго дѣла.

Начало настоящей книги было даже отлитографировано студентами названнаго института.

Будучи оставленъ за штатомъ, я, къ сожалѣнію моему, окончить этого изданія не могъ, и, нѣсколько расширивъ содержаніе, представляю его нынѣ въ напечатанномъ видѣ.

Введеніе въ текстъ многочисленныхъ таблицъ каталожнаго характера казалось мнѣ необходимымъ, потому что безъ этихъ данныхъ невозможно раціонально хотя бы въ общемъ видѣ спроектировать обогатительную фабрику.

Вездѣ, гдѣ только возможно, я старался приводить цѣны описываемыхъ мною приборовъ.

Кто въ жизни хоть разъ имѣлъ дѣло съ механической обработкой, поймете, отчего, къ сожалѣнію, далеко не вездѣ, мнѣ удалось осуществить это свое намѣреніе.

Цѣны, приведенныя мною, не могутъ считаться точными, и я убѣдительно прошу считать ихъ лишь приблизительными и имѣть въ виду возможныя и весьма значительныя колебанія ихъ въ ту или другую сторону.

И. Корзухинъ.

Спб., 3 декабря 1907 г.

Содержаніе.

Стр

Введеніе 1

I. ОБОГАЩЕНІЕ РУДЪ 5

А. Сухое обогащеніе.

В. Мокрое обогащеніе.

Общая схема обогащенія рудъ 8

I. Рудоразборка.

1. Рудоразборка въ рудникѣ 12

2. Раздѣленіе доставленной на поверхность руды на крупный сортъ и подрудокъ 12

3. Рудоразборка 14

II. Дробленіе 19

1. Дробилки 20

2. Дробленіе посредствомъ валковъ 28

3. Дробленіе при помощи мельницъ 38

Мельница Heberle 38

Вальцовая мельница Шранца 43

Шаровыя мельницы 45

4. Толченіе. Толчейные ставы 50

1. Стулъ 51

2. Пестъ 51

3. Устройства для поднимания пестовъ 54

4. Стержни съ направляющими 59

5. Толчейное корыто 61

6. Устройства, подающія руду въ толчей 68

7. Производительность толчей 71

III. Обмывка 72

IV. Теорія отсадки 75

V. Основныя схемы обработки измельченныхъ рудъ . . 111

А. Обработка руднаго орѣшника и крупы . 115

Грохота 116

Плоскіе 120

Барабанные 125

Стр

VI. Раздѣленіе (отсадка) 137
VII. B. Обработка рудной муки 173
a. шницкастены 173
b. коническія воронки 184
c. штромъ—аппараты 188
d. желоба (шлюзы) 188
Освѣтлительные бассейны 197
VIII. Раздѣленіе сортовъ 203
1. Отсадочныя рѣшета для быстрыхъ сортовъ 203
2. Герды 207
A. Герды съ неподвижной поверхностью 211
a. шлеммгерды 211
b. кертгердъ 214
c. круглый гердъ Линкенбаха 218
B. Герды съ подвижной поверхностью 226
a. круглый гердъ 226
b. штосгерды 229
1. продольные герды 229
2. поперечные герды 235
3. столъ Вильфли 240
4. плангердъ Штейна Бильгарца 247
5. круглый штосгердъ Барча 252
6. tanner'ы 258
IX. Воздушное обогащеніе 267
X. Магнитное обогащеніе 274
XI. Электростатическое обогащеніе 336
XII. Обогащеніе рудъ при помощи масла 337

II. ОБОГАЩЕНІЕ КАМЕННАГО УГЛЯ 345
1. Углеразборка 354
2. Грохоченіе угля 365
3. Опрокидыватели 370
4. Дробленіе 379
Дробилка Humboldt 382
Валки 383
Угольная мельница 385
Винтовая мельница 387
Дезинтеграторъ Карра 389
5. Классификація обогащаемаго угля . . . 393
Грохотъ Берара 394
Грохотъ Клейна 395
Грохотъ Кокса 400
Грохотъ Карлика 408

Стр.

Барабанные грохота:
Грохоть Neuerburg'a 408
Грохоть Шмитта-Мандербаха 409
6. Раздѣленіе классовъ угля (отсадка) . . . 410

III. ОБОГАЩЕНІЕ ЗОЛОТЫХЪ РУДЪ 421

I. Обработка руднаго золота 424
Бѣгуны 424
Шаровыя мельницы 430
Мельница Хентингтона 430
Мельница Гриффина 436
Амальгамація 438
Амальгаматоры 457
Раздѣленіе 464

II. Обработка золотосодержащихъ песковъ 465
1. Шлюзы (кулибинки) 473
2. Бочечныя машины и чаши 481
3. Плинтусы, трафареты и пр. 493

XIII. Общія данныя относительно постройки и результатовъ дѣйствія обогатительныхъ фабрикъ 496

ВВЕДЕНІЕ.

Полезныя ископаемыя—руды, или твердые минеральные горючіе матеріалы — лишь въ исключительныхъ случаяхъ добываются изъ нѣдръ земли въ такомъ видѣ, что могутъ идти непосредственно въ дальнѣйшее употребленіе. Почти всегда они содержатъ большую или меньшую примѣсь „пустой породы", т.-е. породы, не имѣющей цѣнности въ промышленности и являющейся лишь въ исключительныхъ случаяхъ полезной (самоплавкія руды), въ лучшемъ случаѣ — безполезной, а чаще даже вредной примѣсью къ полезнымъ ископаемымъ.

Такъ, напримѣръ, въ добываемомъ въ рудникѣ каменномъ углѣ почти всегда содержатся большія или меньшія количества сланцевъ или другихъ минеральныхъ веществъ, а также колчедановъ. Первые, не представляя собой горючаго матерьяла, присутствіемъ своимъ въ массѣ угля уменьшаютъ его теплопроизводительную способность и, образуя при сгораніи угля несгораемый остатокъ—золу, причиняютъ не мало затрудненій при устройствѣ топокъ.

Колчеданы, содержащіеся въ углѣ, дѣйствуютъ уже двоякимъ образомъ. Сѣра, содержащаяся въ нихъ, сгораетъ и является вредной при различныхъ металлургическихъ процессахъ. Металлическія же части колчедановъ (желѣзо) образуютъ окиси, которыя присоединяются къ золѣ, увеличивая ея количество и вліяя на ея качество (дѣлая ее болѣе спекающейся и т. п.).

Очевидно, что удаленіе сланцевъ и колчедановъ изъ добытой массы угля является вопросомъ первостепенной важности: чѣмъ

меньше уголь содержитъ золы и сѣры — тѣмъ больше цѣна его на рынкѣ.

Что касается рудъ, — то, какъ извѣстно, онѣ почти всегда содержатъ большую или меньшую примѣсь тѣхъ породъ, въ которыхъ онѣ залегаютъ въ корѣ земной.

Въ добываемой изъ рудника массѣ руды пустая порода является какъ-бы разжижающимъ ее элементомъ, уменьшая въ ней процентное содержаніе собственно полезной и цѣнной части ея, которое можетъ уменьшиться настолько, что металлургическая обработка руды становится невозможной: руда слишкомъ *убога*. Очевидно въ этомъ случаѣ прежде чѣмъ пускать руду въ металлургическую обработку, нужно тѣмъ или другимъ способомъ выдѣлить изъ нея пустую породу, увеличивъ такимъ образомъ содержаніе въ ней цѣнной части, т.-е. сдѣлавъ ее богаче, или *обогативъ* ее.

Слѣдуетъ, кромѣ того, замѣтить, что весьма часто руды не являются *простыми*, т.-е. содержащими *одинъ какой-нибудь* металлъ, а *сложными*, т.-е. представляющими смѣсь соединеній нѣсколькихъ металловъ. Такъ — свинцовый блескъ почти всегда встрѣчается вмѣстѣ съ цинковой обманкой, мѣдный колчеданъ— съ сѣрнымъ колчеданомъ и т. д. Какъ извѣстно, металлургическая обработка подобныхъ сложныхъ рудъ въ лучшемъ случаѣ является затруднительной и дорого стоющей, обыкновенно же прямо невозможной. Въ подобныхъ случаяхъ, чтобъ использовать добытую руду, ее необходимо передъ металлургической обработкой раздѣлить на отдѣльныя составныя части, т.-е. въ вышеприведенныхъ примѣрахъ, отдѣлить свинцовый блескъ отъ цинковой обманки, мѣдный колчеданъ отъ сѣрнаго колчедана и т. д. Конечно, параллельно съ этимъ должно идти и отдѣленіе пустой породы.

Изъ всего вышеизложеннаго ясно видно — въ чемъ состоитъ задача механической обработки или „механическаго обогащенія“ полезныхъ ископаемыхъ. Что касается примѣняемыхъ съ этой цѣлью *средствъ*, то, являясь довольно разнообразными, они имѣютъ то отличительное свойство, что измѣняютъ полезныя ископаемыя т о л ь к о м е х а н и ч е с к и, т.-е. дѣйствуютъ на ихъ *физическія* свойства, не измѣняя химическихъ, что наблюдается, напримѣръ, при обжигѣ рудъ, который въ *нѣкоторыхъ* случаяхъ

также увеличиваетъ процентное содержаніе цѣнной части въ рудахъ (напримѣръ, при обжигѣ шпатоватыхъ желѣзняковъ,—вслѣдствіе выдѣленія CO_2).

Если мы вникнемъ въ сущность вышеуказанныхъ примѣровъ, посредствомъ которыхъ мы выяснили задачи обогащенія, то найдемъ, что въ первомъ случаѣ цѣль наша состояла въ отдѣленіи отъ каменнаго угля, имѣющаго удѣльный вѣсъ $\delta = 1{,}3$, сланца съ удѣльнымъ вѣсомъ $\delta_1 = 2{,}3$ и сѣрнаго колчедана съ $\delta_2 = 5{,}2$. Въ слѣдующемъ примѣрѣ — обогащенія убогой руды — мы раздѣляемъ добываемую въ рудникѣ массу на собственно руду, т.-е. часть, имѣющую довольно значительный удѣльный вѣсъ (свинцовый блескъ, $\delta = 7{,}5$) отъ пустой породы, удѣльный вѣсъ которой въ большинствѣ случаевъ равняется приблизительно 2—3.

Наконецъ, въ третьемъ примѣрѣ мы раздѣляемъ сложную руду ($PbS + ZnS$) на составныя ея части: свинцовый блескъ съ удѣльнымъ вѣсомъ $\delta = 7{,}5$, цинковую обманку съ удѣльнымъ вѣсомъ $\delta_1 = 4{,}1$ и пустую породу съ удѣльнымъ вѣсомъ $\delta_2 =$ около 2.

Слѣдовательно, во всѣхъ трехъ примѣрахъ общая задача обогащенія состояла въ раздѣленіи добытой въ рудникѣ массы на ея составныя части по ихъ удѣльному вѣсу. Къ этой же самой задачѣ сводятся въ настоящее время всѣ случаи механической обработки полезныхъ ископаемыхъ — или обогащенія.

Поэтому можно сказать, что задача механической обработки полезныхъ ископаемыхъ состоитъ въ раздѣленіи *) добытыхъ изъ рудниковъ массъ на части различнаго удѣльнаго вѣса, при чемъ тѣ, которыя не имѣютъ промышленнаго значенія — отбрасываются, т.-е. идутъ въ отвалъ.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что *полнаго раздѣленія* всѣхъ частей полезныхъ ископаемыхъ на практикѣ не достигается, такъ какъ это повело бы къ слишкомъ большимъ расходамъ, а иногда было бы прямо невозможно (слишкомъ тѣсное и близкое сростаніе между собой отдѣльныхъ частей полезныхъ ископаемыхъ). Расходы не окупились бы полученными результатами. Дѣло въ томъ, что полной чистоты поступающихъ въ металлургическую обработку матерьяловъ техника и не требуетъ. Такъ,

*) Въ нѣмецкой литературѣ по обогащенію для выраженія понятія «раздѣленіе по удѣльному вѣсу» существуетъ одно слово — «Separation».

напримѣръ, содержаніе извѣстнаго, для различныхъ случаевъ различнаго, количества золы въ каменныхъ углѣхъ при современномъ состояніи техники является безусловно допустимымъ. Примѣсь небольшого количества пустой породы къ металлическому соединенію, представляющему собою руду, облегчаетъ образованіе потребнаго количества шлаковъ, что при металлургическихъ процессахъ является прямою необходимостью.

Предѣлъ, до котораго слѣдуетъ вести раздѣленіе, опредѣляется путемъ расчета для каждаго отдѣльнаго случая. Очевидно, что во всякомъ случаѣ 1) стоимость добычи + 2) стоимость обогащенія + 3) стоимость металлургической обработки извѣстной единицы по вѣсу полезнаго ископаемаго не должна превышать существующей на рынкѣ цѣны металла или каменнаго угля, заключающагося въ этой единицѣ.

Что касается стоимости самаго обогащенія, то слѣдуетъ всегда помнить, что чѣмъ больше степень раздѣленія, тѣмъ больше потери полезнаго ископаемаго, происходящія при этомъ. Потери эти происходятъ главнымъ образомъ отъ содержанія цѣнной части полезнаго ископаемаго въ поступающей въ отвалъ пустой породѣ, а также вслѣдствіе увлеченія мельчайшихъ частицъ полезнаго ископаемаго водою (при мокромъ обогащеніи) или теченіемъ воздуха (пыль). Чѣмъ больше цѣнность полезнаго ископаемаго, тѣмъ, очевидно, тщательнѣе слѣдуетъ по возможности уменьшать эти потери *).

---

*) Потери эти для каждаго раза легко вычислить, зная вѣсъ поступившей въ обработку массы полезнаго ископаемаго и технически цѣнной части его, а затѣмъ вѣсъ полученнаго готоваго продукта и содержащейся въ немъ цѣнной части.

Если G — вѣсъ всей массы поступающаго въ обработку полезнаго ископаемаго, α — процентное содержаніе въ немъ цѣнной части, G_1 — вѣсъ готоваго продукта, β — процентное содержаніе въ немъ цѣнной части, то потеря выразится въ процентахъ:

$$\frac{100\,(G\alpha - G_1\beta)}{G\alpha} = x.$$

Отношеніе $\frac{G_1}{G} = \varphi$,

т.-е. вѣса полученныхъ продуктовъ къ вѣсу всей обработанной массы называется степенью сокращенія.

Изложеніе процессовъ обогащенія различныхъ полезныхъ ископаемыхъ мы раздѣлимъ на три группы:

I. Обогащеніе рудъ вообще.

II. Обогащеніе каменнаго угля.

III. Обогащеніе золото- и платиносодержащихъ песковъ.

Дѣленіе это чисто искусственное: что бы мы ни обогащали — сущность примѣняемыхъ процессовъ остается одна и та же, мѣняются только нѣкоторыя детали. Для болѣе яснаго выдѣленія послѣднихъ мы и раздѣлили наше изложеніе ученія объ обогащеніи на три означенныя категоріи.

I. Обогащеніе рудъ.

Обогащеніе рудъ можетъ производиться съ помощью воды — въ такомъ случаѣ оно называется „мокрымъ“, — и безъ помощи воды — тогда оно называется „сухимъ“.

Какъ мокрое, такъ и сухое обогащеніе производится съ помощью машинъ или силами человѣческихъ рукъ. Поэтому каждое изъ нихъ можно раздѣлить еще на ручное и машинное (механическое въ строгомъ смыслѣ слова).

A. Сухое обогащеніе.

Ручное сухое обогащеніе представляетъ собою просто „рудоразборку“, при которой рабочіе изъ массы добытой въ рудникѣ руды руками выбираютъ и выбрасываютъ куски пустой породы, отбираютъ куски, представляющіе собою совершенно чистую руду, а также сортируютъ куски сложныхъ рудъ по ихъ различной оруденѣлости. Вода при этой операціи или не примѣняется вовсе или же имѣетъ второстепенное значеніе.

Къ машинному сухому обогащенію можно отнести:

1) Воздушное обогащеніе.

2) Обогащеніе, основанное на различной твердости различныхъ минераловъ, входящихъ въ составъ руды и

3) Магнитное обогащеніе *) (какъ посредствомъ естествен-

*) До настоящаго времени мокрое магнитное обогащеніе имѣетъ сравнительно съ сухимъ небольшое распространеніе.

ныхъ магнитовъ, такъ и посредствомъ искусственныхъ — электромагнитовъ).

Для воздушнаго обогащенія руда должна быть настолько измельчена, чтобы движущійся съ извѣстной скоростью воздухъ могъ подхватывать частицы ея и уносить на большее или меньшее разстояніе, въ зависимости отъ удѣльнаго вѣса этихъ частицъ. До сихъ поръ, однако, этотъ способъ обогащенія не получилъ широкаго примѣненія.

Второй способъ заслуживаетъ упоминанія лишь какъ интересная попытка. Онъ основанъ на томъ, что минералы различной твердости, ударяясь о какое-нибудь препятствіе, измельчаются въ различной степени. Въ измельченной подобнымъ образомъ рудѣ зерна болѣе или менѣе одинаковой величины будутъ состоять изъ какого-нибудь одного опредѣленнаго минерала.

Само собой разумѣется, что первоначальная смѣсь должна состоять изъ зеренъ одинаковаго размѣра.

Магнитное обогащеніе основано на различной магнитной проницаемости минераловъ. Суть его состоитъ въ томъ, что смѣсь минеральныхъ зеренъ вводится по извѣстному направленію въ болѣе или менѣе сильное магнитное поле, при чемъ минералы съ большей магнитной проницаемостью подъ вліяніемъ магнитныхъ силовыхъ линій отклоняются отъ пути остальныхъ, менѣе проницаемыхъ для силовыхъ линій частей рудной смѣси, и собираются, благодаря этому, отдѣльно.

Способъ этотъ примѣнялся прежде исключительно для рудъ сильно-магнитныхъ, т.-е. главнымъ образомъ для магнитнаго желѣзняка. Измельченная руда пропускалась мимо полюсовъ магнита. Частицы желѣзняка приставали къ послѣднимъ, а остальная, не содержащая желѣза, масса проходила мимо полюсовъ безъ задержки. Въ настоящее время магнитный способъ примѣняется и для тѣлъ слабо-магнитныхъ, напримѣръ, — для отдѣленія цинковой обманки отъ шпатоватаго желѣзняка.

Изъ всѣхъ перечисленныхъ способовъ сухого машиннаго обогащенія наибольшее значеніе имѣетъ послѣдній, т.-е. магнитный, хотя и онъ по своей примѣняемости не можетъ конкурировать со способами

B. Мокраго обогащенія.

Способы эти основаны на различіи законовъ паденія и движенія тѣлъ различнаго удѣльнаго вѣса въ водѣ, какъ спокойной, такъ и обладающей извѣстнаго рода движеніемъ *).

Мокрое обогащеніе является почти исключительно машиннымъ, такъ какъ ему подвергаются лишь настолько измельченныя руды, что ручная обработка ихъ была бы невозможной.

Сухое и мокрое обогащенія употребляются почти всегда совмѣстно, при чемъ, обыкновенно, сухое обогащеніе въ видѣ ручной рудоразборки предшествуетъ мокрому. Магнитное же обогащеніе вступаетъ въ свои права въ большинствѣ случаевъ уже *послѣ* мокраго обогащенія — когда руда уже въ достаточной степени измельчена и обогащена.

---

*) Приводимъ списокъ удѣльныхъ вѣсовъ минераловъ, съ которыми чаще всего приходится встрѣчаться при обогащеніи.

Платина	17—19
Золото съ примѣсью серебра	12—20
Ртуть	13,6
Серебро	10,4
Мѣдь	8,4—9
Свинцовый блескъ	7,5
Вольфрамитъ	7,2—7,5
Оловянный камень	6,8—7,1
Киноварь	6,7—8,2
Мышьяковый колчеданъ	6,0—6.2
Красная серебряная руда	5,5
Желѣзный (сѣрный) колчеданъ	5—5,2
Блеклая руда	5—5,1
Пестрая мѣдная руда	4,9—5,1
Магнитный желѣзнякъ	4,8—5.2
Сурьмяный блескъ	4,6
Тяжелый шпатъ	4,3—4,7
Мѣдный колчеданъ	4,1—4,3
Цинковая обманка	4,1
Шпатоватый желѣзнякъ	3,6—3,9
Галмей	3,3—3,6
Известнякъ	2,6—3,0
Кварцъ	2,5—2,7

Колебаніе въ удѣльномъ вѣсѣ одного и того же минерала зависитъ отъ колебаній въ химическомъ составѣ его.

Упомянемъ еще о 1) способахъ обогащенія посредствомъ жидкости средняго удѣльнаго вѣса — ртути (способы эти примѣняются исключительно для обработки золотосодержащихъ рудъ, и состоятъ въ томъ, что ртуть, соединяясь съ золотомъ и образуя амальгаму, отдѣляетъ золото отъ пустой породы), а также объ 2) Обогащеніи, основанномъ на различной смачиваемости различныхъ минераловъ.

Въ различныхъ частяхъ своихъ мѣсторожденій чистая руда находится въ видѣ вростковъ большей или меньшей величины. При значительной величинѣ вростковъ, при чемъ нижнимъ предѣломъ принимается обыкновенно 16 мм. — руду называютъ сплошной или сливной.

Такіе вростки руды могутъ быть отдѣлены отъ пустой породы молоткомъ. Если вростки руды меньше 16 мм., — то руда называется *вкрапленной* въ породѣ. Различаютъ крупно-вкрапленныя руды (рудныя зерна отъ 16—1 мм.) и мелко-вкрапленныя (зерна менѣе 1 мм.) *).

По процентному содержанію полезныхъ частей можно раздѣлить руды на:

1) богатыя или штуфныя,
2) среднія по богатству и
3) бѣдныя или убогія.

Измѣряясь, вообще говоря, процентнымъ содержаніемъ цѣнной части въ общей массѣ руды, для золота или платины богатство руды выражается золотниками въ 100 пудахъ руды.

Прежде чѣмъ перейти къ подробному описанію различныхъ процессовъ обогащенія, изложимъ въ общихъ чертахъ послѣдовательный ходъ его.

Добываемая у забоевъ руда прежде всего здѣсь же подвергается сортировкѣ, при чемъ изъ общей массы ея, насколько то

---

*) Охарактеризировать оруденѣлость какого-нибудь мѣсторожденія однимъ изъ упомянутыхъ терминовъ можно только приблизительно. Въ огромномъ большинствѣ случаевъ изъ одного и того же мѣсторожденія добываются руды всѣхъ трехъ упомянутыхъ категорій, вслѣдствіе чего, строго говоря, можно говорить только о преобладаніи того или другого характера оруденѣлости.

позволяютъ неблагопріятныя условія въ рудникѣ (недостаточное освѣщеніе и пр.), отбираются: a) чистые куски (штуфы) руды, b) чистые куски пустой породы. Первые доставляются изъ рудника на поверхность отдѣльно отъ прочей массы руды и иногда дальнѣйшей механической обработкѣ не подвергаются, поступая непосредственно въ металлургическую обработку, иногда же, какъ увидимъ ниже, поступаютъ въ окончательную рудоразборку (A, II). Пустая же порода остается въ рудникѣ и идетъ на закладку. Остальная, доставленная изъ рудника на поверхность, масса руды, состоящая изъ кусковъ самой различной величины, раздѣляется на два класса:

A Крупный сортъ (обыкновенно куски $>$ 60 мм.).

B. Подрудокъ (куски $<$ 60 мм.).

Раздѣленіе это производится посредствомъ грохотовъ, представляющихъ собою рѣшета съ отверстіями въ 60 мм. Куски болѣе 60 мм. величиною остаются на грохотѣ, болѣе же мелкіе проваливаются.

Разсмотримъ ходъ обогащенія для каждаго изъ этихъ классовъ отдѣльно.

A. Обработка крупныхъ сортовъ.

Эту часть руды подвергаютъ ручному или машинному,

I. Крупному дробленію (до 30 мм.) и затѣмъ ручной сортировкѣ (рудоразборкѣ), при чемъ получаютъ:

c — чистые куски руды (штуфы),

d — крупновкрапленную руду,

e — мелковкрапленную руду,

f — неясные сорта,

g — пустую породу.

Послѣдняя идетъ въ отвалъ. Сортъ *c* (штуфы) поступаетъ или непосредственно въ металлургическую обработку или же, подобно сортамъ *d*, *e* и *f**), въ

---

*) Слѣдуетъ замѣтить, что всѣ сорта, получающіеся при предварительной сортировкѣ, поступаютъ въ окончательную отдѣльно. Рудоразборка производится въ два пріема ради большей точности сортировки руды. При этомъ задача каждаго рабочаго значительно упрощается, что влечетъ за собой улучшеніе его работы, какъ количественное, такъ и качественное.

II. Окончательную рудоразборку, сопровождающуюся, подобно предварительной рудоразборкѣ, ручнымъ или машиннымъ измельченіемъ кусковъ руды.

Здѣсь сорта *a*, *c*, *d*, *e* и *f* окончательно сортируются, при чемъ получаютъ:

h — чистые штуфы,

i — крупновкрапленныя руды,

k — мелковкрапленныя руды,

l — пустая порода.

Послѣдняя идетъ въ отвалъ. Штуфы (*h*) поступаютъ въ металлургическую обработку, сорта же *i* и *k* подлежатъ дальнѣйшему обогащенію и для этой цѣли поступаютъ въ

III. Измельченіе (дробленіе).

Дробленіе производится различными механизмами, при чемъ степень его зависитъ отъ величины вкрапленныхъ зеренъ руды. Очевидно, что сортъ *i* измельчается въ меньшей степени, чѣмъ сортъ *k*.

B. Обработка подрудка.

Такъ какъ подрудокъ, по доставкѣ изъ рудника, является обыкновенно нечистымъ (напримѣръ — смѣшаннымъ съ глиной и тому под.), то онъ прежде всего подвергается

IV. обмывкѣ, при которой получаются:

m — чистый подрудокъ,

n — шламмъ, заключающій въ себѣ отмытыя отъ подрудка мелкія части руды и пустой породы.

Сортъ *n* (шламмъ) поступаетъ впослѣдствіи въ обработку вмѣстѣ съ другими шламмами (опер. VII).

Сортъ *m* поступаетъ въ

V. раздѣленіе на грохотахъ на 2 сорта:

o — сортъ $>$ 30 мм.

p — сортъ $<$ 30 мм.

Сортъ *o* идетъ въ ручную окончательную рудоразборку (операція A II), при чемъ изъ него получаются сорта:

h' — чистые штуфы,

i' — крупновкрапленная руда,

k' — мелковкрапленная руда,

l' — пустая порода.

Всѣ эти сорта соединяются съ соотвѣтствующими имъ сортами—h, i, k для дальнѣйшей обработки, а l' идетъ въ отвалъ. Сортъ p, а также измельченные при операціи А III сорта i и k (вмѣстѣ съ i' и k') раздѣляются прежде всего на два большихъ класса:

A' — крупные сорта (30 мм. — 1 мм.).

B' — мелкіе сорта (меньше 1 мм.).

Какъ сортъ A', такъ и сортъ B' подвергаются прежде всего VI. Классификаціи.

Для сорта A' классификація эта производится на нѣсколькихъ грохотахъ (или рѣшетахъ). Число получаемыхъ при этомъ классовъ опредѣляется, какъ увидимъ ниже, отдѣльно для каждаго случая.

Для сорта же B', вслѣдствіе слишкомъ малой величины его частицъ, классификація на грохотахъ непримѣнима, а потому, на основаніи соображеній, которыя будутъ изложены въ своемъ мѣстѣ, вмѣсто нея сортъ этотъ подвергаютъ

VII. сортировкѣ, т.-е. на группы частицъ, падающихъ въ водѣ съ извѣстной, болѣе или менѣе значительной, высоты съ одинаковою скоростью. Такія зерна можно поэтому назвать также равнопадающими. Иногда ихъ называютъ эквивалентными.

Въ нѣмецкой литературѣ по обогащенію для раздѣленія по крупности зеренъ существуетъ выраженіе Classieren и для эквивалентности — Sortieren. Примѣняясь къ этому въ нижеслѣдующемъ изложеніи, вмѣсто раздѣленія по крупности зеренъ будемъ говорить — классификація, и вмѣсто раздѣленія по эквивалентности — сортировка. Классы, получающіеся при классификаціи сорта A' и сортà, получающіеся при сортировкѣ сорта B' подвергаются окончательной операціи, являющейся основной задачей всего обогащенія, а именно:

VIII. раздѣленію по удѣльному вѣсу (Separation) или просто — раздѣленію, которое производится въ зависимости отъ величины частицъ класса или сорта на различнаго рода приборахъ.

Изъ этой послѣдней операціи, вообще говоря, мы получаемъ чистыя руды (въ зависимости отъ крупности частицъ въ видѣ шлиховъ или въ видѣ зеренъ) и пустую породу.

Слѣдуетъ замѣтить, что въ изложенной схемѣ процессъ обогащенія является въ самой идеальной своей формѣ, на дѣлѣ же можетъ болѣе или менѣе отклониться отъ нея.

Послѣ всего вышеизложеннаго перейдемъ къ описанію отдѣльныхъ операцій.

I.

1. Рудоразборка въ рудникѣ.

Задача этой операціи состоитъ въ уменьшеніи количества породы, имѣющей быть доставленной изъ рудника на поверхность, и слѣдовательно, въ уменьшеніи массы руды, подлежащей обогащенію. Рудоразборка можетъ происходить какъ вблизи самого забоя, такъ и въ рудничныхъ дворахъ. Выборъ мѣста для этой операціи зависитъ отъ различныхъ обстоятельствъ даннаго случая.

При рудоразборкѣ въ рудникѣ лучше избѣгать дробленія руды (молотками), такъ какъ въ этомъ случаѣ можетъ увеличиться потеря руды вслѣдствіе образованія пыли и мелочи.

Какъ извѣстно, руда въ мѣсторожденіяхъ распредѣляется неравномѣрно, мѣняясь не только по богатству, но и по характеру оруденѣлости.

Всегда слѣдуетъ стараться организовать доставку добытой и разобранной въ рудникѣ руды такимъ образомъ, чтобы различныя по оруденѣлости, а также по богатству части мѣсторожденія доставлялись на поверхность отдѣльно другъ отъ друга. Изъ всего нижеслѣдующаго будетъ ясно, что возможно полное соблюденіе этого условія можетъ существенно упростить задачу обогащенія.

2. Раздѣленіе доставленной изъ рудника на поверхность руды на крупный сортъ и подрудокъ.

Операція эта имѣетъ цѣлью упростить работу поверхностной рудоразборки. Устройство примѣняемыхъ при ней грохотовъ дѣлается возможно простымъ. Часто пользуются старыми рудничными рельсами, которые укрѣпляютъ на деревянной рамѣ на извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга (рис. 1).

Въ другихъ случаяхъ грохотъ составляется изъ полосового или круглаго желѣза (рис. 2). Если подъ руками нѣтъ желѣза такихъ размѣровъ, чтобы составляемый изъ него грохотъ могъ выдержать тяжесть лежащей на немъ руды, то рѣшетку грохота можно сдѣлать изъ деревянныхъ брусьевъ, прикрывъ ихъ верхнюю часть той или другой формы желѣзомъ (рис. 3, 4).

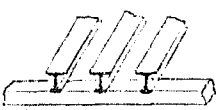


Рис. 1.

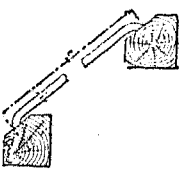


Рис. 2.

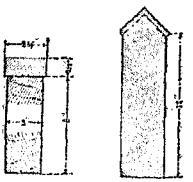


Рис. 3.



Рис. 4.

Для характеристики размѣровъ наичаще встрѣчаемыхъ грохотовъ можетъ служить слѣдующая таблица, относящаяся къ типу рис. 2.

Ширина.	Длина.	Ширина пространства между брусьями.	Размѣры брусковъ.	Вѣсъ грохота.
Футы.	Футы.	Дюймы.	Дюймы.	Пуды.
3	6	2	$^3/_8 \times 3$	10
3	8	2	$^3/_8 \times 3$	15
3	10	2	$^3/_8 \times 3$	20
4	8	2	$^3/_8 \times 3^1/_2$	25
4	10	2	$^3/_8 \times 3^1/_2$	30
4	12	2	$^3/_8 \times 3^1/_2$	45
5	10	2	$^3/_8 \times 3^1/_2$	60
5	12	2	$^3/_8 \times 3^1/_2$	72,5

Грохота въ большинствѣ случаевъ располагаются наклонно (подъ угломъ около 40°). При этомъ падающая на грохотъ руда сама скатывается внизъ. Если по мѣстнымъ условіямъ грохоту приходится дать меньшій уклонъ, то при грохотѣ необходимо поставить рабочаго, который скребкой помогалъ бы движенію руды внизъ по грохоту.

Граница между крупнымъ сортомъ и подрудкомъ колеблется въ большинствѣ случаевъ между 40 и 90 мм., въ среднемъ ее можно принять за 60 мм.

3. Рудоразборка.

Полученный при предыдущей операціи крупный сортъ руды прежде всего подвергается измельченію въ большинствѣ случаевъ ручному. Молотки, употребляемые при этомъ (рис. 5—8), вѣсятъ 4—6 ф. (рукоятки около 2 ф. длиной). Для удобства работы иногда одинъ конецъ молотка дѣлается заостреннымъ. Работа

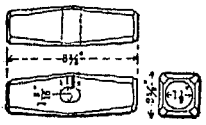


Рис. 5.

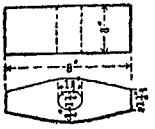


Рис. 6.

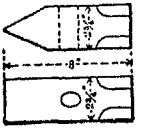


Рис. 7.

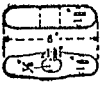


Рис. 8.

эта сдается обыкновенно сдѣльно, по объему, при чемъ у каждаго рабочаго стоитъ ящикъ опредѣленной емкости, напримѣръ 1 куб. ф. За среднюю дневную производительность рабочаго можно принять 0,8—1,1 m^3.

Проф. Ричардсъ даетъ для разборки свинцоваго блеска слѣдующую таблицу, составленную при томъ предположеніи, что руда поступаетъ къ рудоразборщикамъ автоматически:

Величина выб. изъ руды кусковъ PbS; дюймы въ сторонѣ куба . .	6	5	4	3	2	1½	1	¾	½
Вѣсъ PbS, выбираемаго рабочими въ 10 часовую смѣну; тонны	50,1	50,75	51,97	52,62	25,98	16,442	2,743	4,112	1,218
Стоимость рудоразборки на тонну отобранной руды, при поденной платѣ (за 10 часовъ) въ 1 долл.; долл.	0,40	0,039	0,038	0,038	0,077	0,122	0,205	0,486	1,642

Таблицей этой можно пользоваться и для другихъ минераловъ. Для этого производительность рабочаго нужно умножить на отношеніе удѣльнаго вѣса нашего минерала къ удѣльному вѣсу PbS, а стоимость на обратное отношеніе. Такъ, напр., для кварца, производительность рабочаго слѣдуетъ помножить на $\frac{2,6}{7,5}$, стоимость же — на $\frac{7,5}{2,6}$.

Ниже мы увидимъ, что стоимость всѣхъ операцій обогащенія больше стоимости рудоразборки. Поэтому введеніе ея въ процессъ обогащенія имѣетъ существенное экономическое значеніе. Такъ, напр., въ Южной Африкѣ, въ 1895 г. стоимость рудоразборки равнялась 14 центамъ за тонну, въ то время какъ обработка 1 тонны подъ пестами стоила 1,10 долл., а ціанированіе—1,24 долл. Рудоразборкой удалялось изъ руды 9,7%. Отсюда легко вычислить экономію, получившуюся отъ этой операціи.

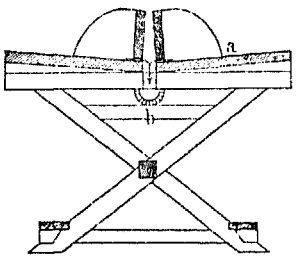


Рис. 9.

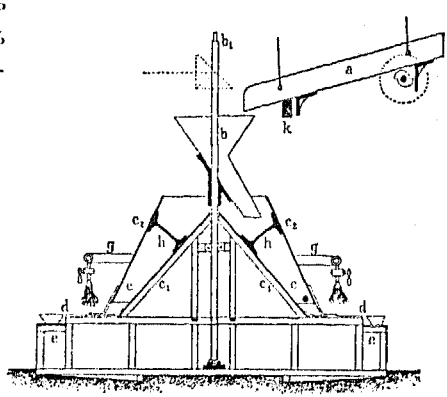


Рис. 10. $\frac{1}{100}$ н. в.

Количество удаляемой рудоразборкой руды, конечно, бываетъ различно. Извѣстны случаи, когда ею удаляется 30 и болѣе процентовъ.

Рудоразборные столы весьма часто представляютъ собой родъ наковальни. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ они отливаются изъ чугуна, иногда же представляютъ собою глыбу какой-нибудь твердой породы.

У каждаго рабочаго имѣется лейка, чтобы въ случаѣ надобности онъ могъ омыть кусокъ руды.

Сорта, полученные при первой рудоразборкѣ, поступаютъ, какъ сказано выше, въ окончательную рудоразборку.

Операція эта можетъ производиться совершенно подобно предыдущей, при чемъ каждый рабочій, сортируя руду, въ то же время дробитъ ее небольшимъ молоткомъ. Въ другихъ случаяхъ куски руды, полученные при предыдущей рудоразборкѣ (сорта

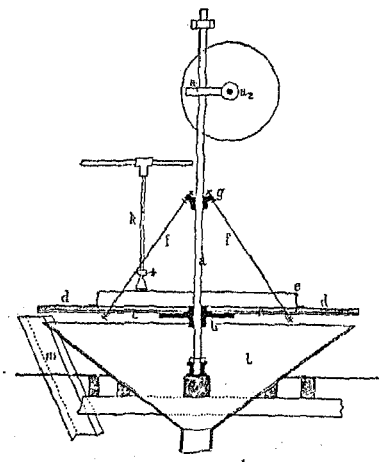


Рис. 10. $\frac{1}{80}$ н. в.

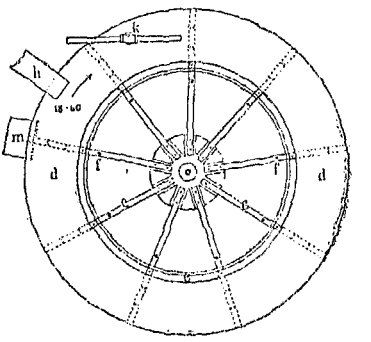


Рис. 12. $\frac{1}{80}$ н. в.

d, *e* и *f*), измельчаются механически въ дробилкахъ, изъ которыхъ поступаютъ на рудоразборные столы. При этомъ задача рудоразборщиковъ сводится, конечно, исключительно къ сортировкѣ руды на категоріи. Простѣйшее устройство рудоразборнаго стола изображено на рис. 9. Рабочіе сидятъ по обѣимъ сторонамъ этого стола. Вода, попадающая на столъ вмѣстѣ съ рудою, стекаетъ, благодаря уклону столешницы, въ желобъ *b*.

Для разборки большихъ количествъ руды устраиваютъ подвижные рудоразборные столы, которые можно раздѣлить на 3 категоріи.

1) Неподвижный круглый рудоразборный столъ съ вращающимся засыпнымъ устройствомъ (рис. 10). Здѣсь руда по наклонному грохоту *a* поступаетъ въ засыпную воронку *b*, которая, будучи неподвижно связана съ вращающимся валомъ *b*, равномѣрно по всей окружности засыпаетъ руду въ конусообразное пространство *c*, откуда рабочій по мѣрѣ надобности скребкой выгребаетъ ее на столъ. Столешница состоитъ изъ продырявленныхъ чугунныхъ

плитъ, черезъ отверстія которыхъ стекаетъ вода. Надъ столомъ имѣется водопроводъ g, водою котораго рабочіе пользуются для обмывки руды.

Расходъ силы около 0,1 *НР.*

Засыпныя воронки дѣлаютъ около 15 оборотовъ въ минуту.

2) Вращающійся рудоразборный столъ съ неподвижнымъ засыпнымъ устройствомъ (рис. 11 и 12): a — вертикальный валъ, приводимый въ движеніе улиткой и безконечнымъ винтомъ; b — чугунная втулка, къ которой привинчены горизонтальные желѣзные брусья c, на которыхъ лежитъ деревянная или желѣзная столешница d. Во избѣжаніе прогиба брусьевъ сдѣланы тяги f, прикрѣпленныя къ втулкѣ g.

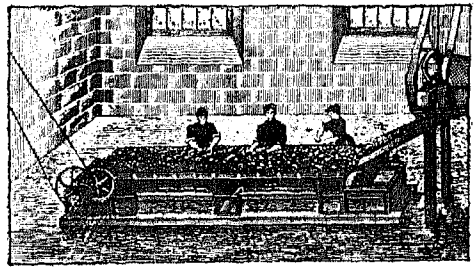


Рис. 13.

Руда поступаетъ на столъ по желобу h, вода же для обмывки ея — по трубѣ k, m — люкъ для удаленія пустой породы.

Скорость вращенія стола: 1 оборотъ въ 3 минуты. Расходъ силы — около 0,07 *НР.*

Діаметръ столовъ обѣихъ описанныхъ системъ колеблется въ зависимости отъ количества руды, въ среднемъ отъ 2,5 до 4 м.

3) *Безконечныя ленты*, растянутыя на двухъ барабанахъ и движущіяся со скоростью около 10 м. въ минуту. Съ одного конца на ленту, изъ засыпной воронки, поступаетъ руда, изъ которой рабочіе стоя съ одной или съ двухъ сторонъ, выбираютъ штуфы и куски пустой породы.

Оставшаяся на движущейся поверхности стола руда сваливается по мѣрѣ движенія стола, въ люкъ на противоположной сторонѣ стола.

Если работа производится только съ одной стороны, то ширина стола дѣлается 0,7—0,8 м. Для расчета числа рабочихъ слѣдуетъ считать, что по длинѣ стола у каждаго рабочаго должно быть въ распоряженіи не менѣе 0,8 м. лучше же до 1 метра.

Движущееся полотно стола дѣлается или изъ желѣзныхъ пластинокъ, соединенныхъ между собой кольцами или же изъ метал-

лической сѣтки. Если матеріалъ, поступающій на столъ, сухъ, то полотно стола можно дѣлать и изъ ткани, алойной или пеньковой.

Для облегченія движенія стола ему можно придавать нѣкоторый уклонъ въ сторону движенія (около 5°).

Расчетъ производительности рудоразборной ленты таковъ, что задаются шириной ленты и скоростью движенія, допуская, что руда располагается на столѣ слоемъ, толщина котораго равна среднему діаметру кусковъ ея.

По сравненію съ описанными круглыми столами безконечныя ленты требуютъ нѣсколько большаго расхода силы. Недостаткомъ ихъ является также быстрое изнашиваніе самихъ лентъ. Какъ на достоинства ихъ слѣдуетъ указать, что они занимаютъ мало мѣста, требуютъ освѣщенія всего съ одной стороны и уносятъ оставшіеся на нихъ куски руды прочь безъ содѣйствія рабочаго, чего, конечно, нельзя сказать о столахъ описанныхъ двухъ системъ. Кромѣ того прямолинейное движеніе менѣе утомляетъ рабочаго, чѣмъ вращательное.

Въ заключеніе слѣдуетъ замѣтить, что правильная постановка рудоразборки имѣетъ очень серьезное значеніе для обогащенія. Завися существеннымъ образомъ отъ контингента рабочихъ, рудоразборка требуетъ всегда самаго тщательнаго надзора. Въ качествѣ рабочихъ хорошо брать мальчиковъ и подростковъ, которые, вообще говоря, отличаются болѣе острымъ зрѣніемъ, чѣмъ взрослые. Надзоръ же слѣдуетъ всегда поручать опытнымъ рабочимъ, обладающимъ извѣстной степенью развитія.

Что касается выбора системы дробленія при рудоразборкѣ, то нужно помнить, что для рудъ крупновкрапленныхъ и богатыхъ ручное дробленіе, вообще говоря, оказывается болѣе выгоднымъ, такъ какъ при немъ всегда играетъ роль факторъ сознанія, въ то время какъ для рудъ болѣе мелковкрапленныхъ предпочтительнѣе дробленіе машинное. Необходимо замѣтить также, что машинное дробленіе, кромѣ затраты силы на самое дробленіе, требуетъ устройства нѣкоторыхъ приспособленій какъ для раздѣленія полученной руды по величинѣ кусковъ на два класса (болѣе 30 и менѣе 30 мм. въ среднемъ), такъ и для облегченія самой работы рудоразборкѣ (механическаго подъема руды и т. п.).

Кромѣ того, механическое дробленіе примѣнимо лишь при переработкѣ значительныхъ количествъ руды.

II. Дробленіе.

Результатъ вышеописанныхъ работъ выражается главнымъ образомъ въ томъ, что изъ всей массы доставленной изъ рудника руды выдѣляются: 1) куски, вовсе руды не содержащіе, или содержащіе ее въ количествѣ, незаслуживающемъ обработки и 2) куски, представляющіе собою чистую руду, могущую итти непосредственно въ металлургическую обработку. Это выдѣленіе влечетъ за собою очевидно уменьшеніе поступающаго въ дальнѣйшую обработку количества руды, вслѣдствіе чего стоимость послѣдней уменьшается.

Кромѣ того, выдѣленіе чистыхъ кусковъ руды, уменьшая количество металла въ находящейся въ обработкѣ массѣ уменьшаетъ, очевидно, и потерю его при этомъ.

Если, наконецъ, при описанныхъ операціяхъ вся руда по мѣрѣ возможности раздѣлялась на нѣсколько сортовъ въ зависимости отъ своей орудѣнѣлости и качества сопровождающей породы, то этимъ въ значительной степени упрощаются и самые процессы обогащенія.

Задачей дальнѣйшаго, механическаго уже, обогащенія является, какъ и при вышеописанныхъ операціяхъ, раздѣленіе частицъ чистой руды отъ частицъ, руды не содержащихъ.

Первымъ условіемъ для достиженія этой цѣли является такое измельченіе всей рудосодержащейся массы, чтобы она представляла собою смѣсь несвязанныхъ ничѣмъ другъ съ другомъ зеренъ руды и пустой породы *). Такъ какъ, однако, стоимость измельченія значительно увеличивается по мѣрѣ увеличенія его степени, то измельченіе всей массы, поступающей въ механическое обогащеніе руды производитъ не сразу, а постепенно, въ нѣсколько пріемовъ.

Сначала измельчаютъ руду настолько, чтобы быть въ состояніи выдѣлить изъ нея крупновкрапленныя зерна руды, а также соотвѣтствующія имъ по величинѣ зерна пустой породы. Въ оста-

*) По-нѣмецки работа эта называется характернымъ словомъ «Aufschliessen», т.-е. — раскрыть рудную массу такъ, чтобы изъ нея можно было выбрать все нужное.

ющейся послѣ этого массѣ руда является уже болѣе мелковкрапленной. Ее снова измельчаютъ и повторяютъ затѣмъ процессъ раздѣленія (по удѣльному вѣсу) на рудныя и пустыя зерна. Очевидно, что при такомъ пріемѣ количество болѣе измельчаемой руды уменьшается, а слѣдовательно уменьшается и стоимость самаго обогащенія *).

Въ настоящее время для измельченія существуетъ очень много различнаго рода машинъ, которыя по принципу дѣйствія можно раздѣлить на нѣсколько основныхъ категорій. Степень измельченія, даваемая каждою изъ этихъ машинъ — различна. Однѣ изъ нихъ примѣняются и удобны исключительно для болѣе крупнаго измельченія (дробленія), другія же для болѣе мелкаго. Къ описанію этихъ машинъ мы и перейдемъ. Раздѣлимъ всѣ описываемыя устройства на слѣдующія категоріи:

1. Дробилки.
2. Валки.
3. Различнаго рода „мельницы“, изъ которыхъ опишемъ мельницу Шранца, мельницу Heberle и шаровую мельницу.
4. Толчеи.

1. Дробилки.

Дробилки примѣняются главнымъ образомъ для крупнаго дробленія. Наименьшей величиной кусковъ руды, получаемой въ нихъ, является величина орѣха.

На рис. 14 схематически изображена дробилка типа Блэка.

„Щека“ a неподвижна, щека же b поворачивается на небольшой уголъ вокругъ неподвижной оси c. Засыпаемая въ отверстіе o руда движется внизъ между щеками, при чемъ движеніемъ щеки b дробится до тѣхъ поръ, пока куски ея не будутъ въ состояніи пройти черезъ щель o_1 между нижними краями щекъ.

Щека b приводится въ движеніе посредствомъ рычага $x\ y\ z$, эксцентриковаго штока m и эксцентрика h. Точки x и y могутъ перемѣщаться, при чемъ точка x можетъ перемѣщаться по горизонтальному направленію, точка же y по вертикальному. Отъ положенія точки x зависитъ ширина щели o_1, т.-е. величина

*) По этимъ же самымъ причинамъ существенно выгодной является предварительная разсортировка всей массы поступающей въ обогащеніе руды по ея свойствамъ, а также по свойствамъ сопровождающей породы.

получающихся изъ дробилки кусковъ руды; отъ положенія точки y — величина размаха щеки b. Возможность регулировать эту послѣднюю величину имѣетъ значеніе въ томъ случаѣ, если въ одной и той же дробилкѣ приходится послѣдовательно дробить руды различной твердости.

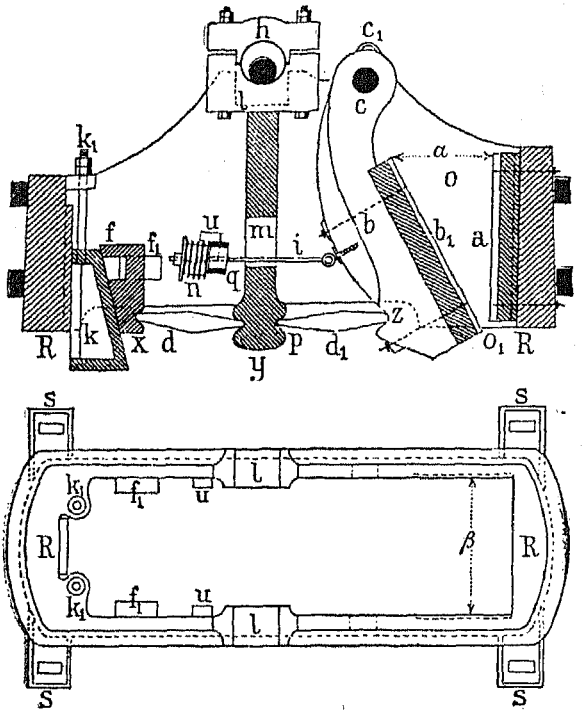


Рис. 14.

Въ большинствѣ случаевъ число колебаній щеки b въ минуту — 200 — 250, величина размаха—6—13 мм.

Большое значеніе для правильнаго дѣйствія дробилки имѣетъ уголъ φ, образуемый между собою щеками. Если онъ слишкомъ великъ, то возможно ожидать выбрасыванія кусковъ руды изъ дробилки вверхъ, если же онъ слишкомъ малъ, то это уменьшаетъ степень измельченія засыпаемыхъ въ дробилку кусковъ руды *). Путемъ опыта опредѣлено, что φ долженъ быть $< 2\rho$, гдѣ ρ — коэффиціентъ тренія для даннаго матеріала. Въ большинствѣ случаевъ уголъ $\varphi = 20—25°$.

Существеннымъ условіемъ для успѣшнаго дѣйствія дробилокъ является взаимное положеніе оси c и дробящей плоскости b_1 щеки b. Если, какъ напримѣръ на рис. 14, ось c находится въ плоскости b_1, то всѣ точки послѣдней при движеніи щеки будутъ дви-

*) Степенью измельченія называется отношеніе между величиной кусковъ, поступающихъ въ дробильное устройство и кусковъ изъ него выходящихъ.

гаться по направленію, перпендикулярному къ поверхности щеки. Руда будетъ, главнымъ образомъ, раздавливаться или дробиться. Если же ось *c* не находится въ плоскости поверхности дробящей щеки (рис. 15), то давленіе, оказываемое каждою точкой щеки на руду, разлагается на слагающія *x* и *y*. Первая изъ нихъ будетъ руду дробить, вторая же—растирать, что вызоветъ усиленное образованіе пыли, а слѣдовательно, потерю полезнаго ископаемаго.

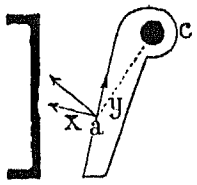


Рис. 15.

Въ деталяхъ устройство дробилки Блэка понятно изъ чертежа. Замѣтимъ только, что пружина *n* и тяга *i* служатъ для оттягиванія щеки *b* послѣ того, какъ подъемъ эксцентрика произведетъ нажатіе ея на руду, и что пружина *n* опирается о перекладину *q*, лежащую на *u*—образныхъ приливахъ *u*. *s*—отверстія для фундаментныхъ болтовъ. Болты k_1 и клинья *k* и *f* служатъ для перемѣщенія точки *x*, клинъ *f*, движется по направляющимъ приливамъ *f* рамы *R*.

Дробилки отливаются изъ чугуна, щеки же—изъ закаленнаго чугуна или литой стали. По изнашиваніи щекъ ихъ замѣняютъ новыми.

Щеки дѣлаются изъ хромистой стали, закаленнаго чугуна, марганцевистой стали, бѣлаго чугуна или изъ закаленной стали. Нѣкоторое представленіе объ относительныхъ ихъ достоинствахъ можетъ дать слѣдующая таблица, показывающая стоимость изнашиванія щекъ на тонну измельченной руды, въ центахъ:

Хромистая сталь	0,879	центовъ.
Чугунъ закаленный.	0,354	»
Марганцевая сталь.	0,464	»
Бѣлый чугунъ	1,53	»
Закаленная сталь.	0,356	»

Поверхность щекъ обыкновенно дѣлаютъ рифленой, при чемъ по отношенію другъ къ другу ихъ располагаютъ такимъ образомъ, что возвышенію на одной щекѣ соотвѣтствуетъ углубленіе на другой. Рифленая поверхность щекъ даетъ меньше пыли и мелочи, чѣмъ гладкая. Само собой разумѣется, что изнашиваніе щекъ зависитъ не только отъ матеріала, изъ котораго онѣ сдѣланы, но и отъ качествъ руды.

Въ слѣдующей таблицѣ приведены нѣкоторыя детальныя данныя, относительно дробилокъ.

№	Велич. отверстія, черезъ которое поступаетъ руда. дюймы	Приблизит. производительн. въ 24 ч. въ тоннахъ.						Размѣры						Діаметръ шкива.	Число обор. въ минуту.	Потребн. сила.	Вѣсъ.	Вѣсъ наиб. тяж. части.	Цѣна.
		Тонны.	до велич. (дюймы).	Тонны.	до велич. (дюймы).	Тонны.	до велич. (дюймы).	Длина		Ширина		Высота							
								ф.	д.	ф.	д.	ф.	д.	дм.			Фунты		Долл.
1	Для лабораторій.							1	6	1	0	1	2	5× 1	275	1/4	100	40	
2	6× 2	24	2	10	1	3 1/2	1/2	3	2	2	6	2	3	11× 4	275	2	1.200	560	
3	10× 4	84	2	60	1 1/2	36	1	4	9	3	8	3	11	20× 6 1/2	275	5	4.660	2 700	275
4	10× 7	120	2	96	1 1/2	60	1	6	0	4	2	4	5	30× 7 1/2	275	8	8.200	4.450	500
5	20× 6	300	2	200	1 1/2	130	1	6	1	5	3	4	6	30× 7 1/2	275	15	11.200	6.500	
6	30× 4	120	1	84	3/4	60	1/2	5	4	5	8	4	3	24× 9	275	10	13.000	7.500	
6 1/2	15× 9	240	2 1/2	190	2	130	1 1/2	7	0	5	3	5	3	30× 9	275	12	15.000	7.500	750
7	16×10	290	2 1/2	240	2	180	1 1/2	7	2	5	6	5	3	30× 9	275	15	16.200	9.300	
8*	20×10	420	3	360	2 1/2	300	2	7	8	5	10	5	1	30×12	275	20	18.300	10.300	1.050
9	24×15	600	3	480	2 1/2	420	2	7	10	7	2	5	9	30×12	275	25	26.000	12.000	
10*	30×13	720	3	660	2 1/2	540	2	8	6	8	2	6	4	36×12	275	30	37.600	22.000	2.250
11*	30×15	960	4 1/2	840	3 1/2			8	6	8	2	6	4	36×12	275	30	37.600	22.000	
12*	36×20	1.920	8	1.440	6	1200	5	9	10	8	8	6	10	36×12	275	40	50.000	26.700	2.850
13*	36×24	2.400	10	1.920	8			9	10	8	8	6	10	36×12	275	40	50.000	26.700	

*) Номера, обозначенные звѣздочкой, имѣютъ 2 маховыхъ колеса.

Дробилка системы Клея отличается отъ описанной тѣмъ, что въ ней ось вращенія подвижной щеки находится не наверху, а внизу, вслѣдствіе чего ширина отверстія o_1 у нея не можетъ измѣниться.

Дробилка системы Gates.

Если представимъ себѣ неподвижную „щеку“ описаннаго типа дробилокъ въ видѣ пустотѣлаго суживающагося книзу конуса, подвижную же щеку — въ видѣ конуса, суживающагося кверху и эксцентрично вращающагося въ первомъ конусѣ, то получимъ представленіе о дробилкѣ Gates—изображенной на рис. 16. На верхней конической части стальнаго вала B одѣтъ чугунный (изъ закаленнаго чугуна) конусъ E, вращающійся въ внутри конуса A, внутренняя часть (какъ бы—футеровка) котораго также дѣлается изъ закаленнаго чугуна.

Обѣ чугунныя части имѣютъ на своихъ поверхностяхъ ребра, способствующія лучшему измельченію руды. Верхняя часть вала B находится во втулкѣ, удерживающей валъ въ центральномъ по отношенію къ конусу A положеніи. Нижняя часть вала B лежитъ въ бронзовомъ эксцентрическомъ подпятникѣ D, сцѣпляющемся посредствомъ конической зубчатой передачи съ валомъ G, на которомъ находится шкивъ, приводящій въ движеніе дробилку. Пока въ дробилкѣ нѣтъ руды, валъ B вращается вмѣстѣ съ подпятникомъ D (вслѣдствіе тренія), но какъ скоро въ дробилкѣ находится руда, вращеніе вала B прекращается, и движеніе его дѣлается катящимся. Конусъ E постепенно надавливается ко всѣмъ точкамъ внутренней поверхности конуса A, дробя при этомъ руду. Шкивъ соединяется съ валомъ n посредствомъ пальца H, который соединяетъ втулку шкива съ кольцомъ, прочно насаженнымъ на валу G. При слишкомъ большомъ усиліи послѣдній ломается.

Дробилка этого типа имѣетъ въ извѣстныхъ отношеніяхъ много преимуществъ передъ типомъ Блэка и др.

Діаметръ подвижного внутренняго конуса можно сдѣлать приблизительно равнымъ ширинѣ щеки обыкновенной дробилки. Тогда, при допущеніи что высота подвижнаго конуса равняется высотѣ щеки обыкновенной дробилки — дробящая поверхность у дробилки Gates будетъ приблизительно въ три раза

(въ 3_{11}) больше таковой же поверхности обыкновенной дробилки. Если время полнаго оборота подвижнаго конуса сдѣлаемъ равнымъ времени одного нажима дробилки Блэка, то получимъ, что производительность дробилки Gates можетъ быть въ три раза болѣе обыкновенной. Такъ какъ въ каждый данный моментъ какая-нибудь часть подвижнаго конуса всегда находится въ

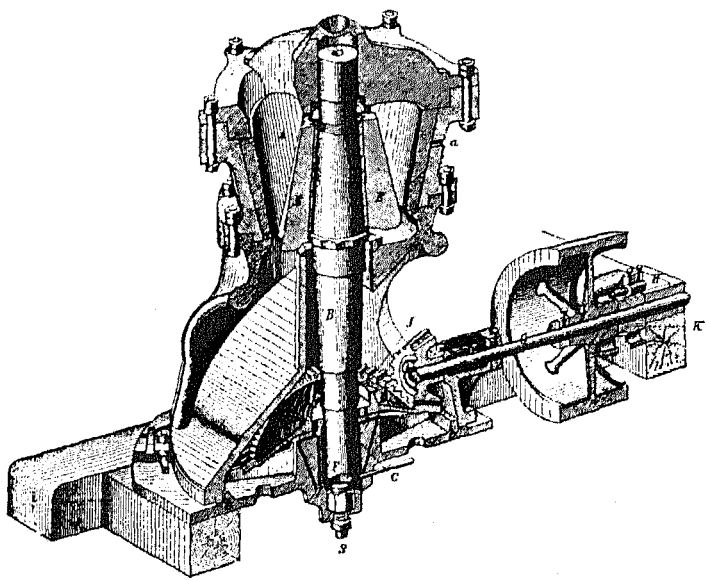


Рис. 16.

соприкосновеніи съ рудою, то затрата силы въ механизмѣ остается всегда приблизительно постоянной, благодаря чему можно обойтись безъ тяжелыхъ маховыхъ колесъ.

Затѣмъ слѣдуетъ замѣтить, что въ описываемой дробилкѣ вѣроятность застряванія измельченной руды, въ мѣстѣ ея выхода изъ дробилки, гораздо меньше, чѣмъ въ обыкновенномъ устройствѣ, или, вѣрнѣе, почти не существуетъ, а это обстоятельство даетъ возможность сдѣлать выпускное отверстіе гораздо уже, т. е. измельчать руду въ болѣе сильной степени. Въ Америкѣ существуютъ дробилки этого типа, измельчающія въ 1 часъ 150 тоннъ руды, при чемъ, конечно, участіе рабочихъ рукъ сведено до minimum'a.

О существующихъ размѣрахъ дробилокъ типа Gates можетъ дать представленіе слѣдующая таблица.

№	Вѣсъ дробилки фунты.	Производительность въ 24 часа въ тоннахъ.	Сила, необходимая для приведенія въ дѣйствіе дробилки, элеватора къ ней и грохота.	Число оборотовъ приводнаго вала.	Цѣна Доллары.
00	3.50		1— 1½ HP.	700	100
0	3.000	48— 96	4— 5 »	500	375
1	5.500	96— 192	8— 10 »	475	550
2	8.000	144— 288	12— 15 »	450	760
3	14.000	240— 480	20— 25 »	425	1200
4	21.000	360 — 720	25— 30 »	400	1800
5	29.000	600— 960	30— 40 »	375	2500
6	40.000	720—1440	40— 60 »	350	3300
7½	61.000	1200—3000	75—125 »	350	5000
8	90.000	2400—3600	100—150 »	350	7000

Подобно тому, какъ въ дробилкахъ Блэка, „щеки“ по мѣрѣ ихъ изнашиванія можно замѣнять новыми, и у дробилокъ типа Gates можно перемѣнять одежду конусовъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что въ дробилкахъ типа Gates прежде чѣмъ перемѣнять одежду конусовъ винтомъ *S* (внизу), можно приподнимать внутренній конусъ, а тѣмъ самымъ увеличить срокъ службы одежды конусовъ.

У дробилокъ № 0 и 1 такой подъемъ возможенъ въ 2″, у № 2, 3 и 4 — въ 2½″, у № 5 и 6 — въ 3½″, и у № 7½ и 8 — въ 3½″.

Весьма интересны двѣ таблицы, даваемыя Ричардсомъ, для стоимости дробленія. Стоимость масла для смазки онъ принималъ въ 35 центовъ за галлонъ, стоимость рабочей силы въ 24 часа въ 4 доллара (поденная плата 2 долл.) и стоимость лошадиной силы въ 40 долл. въ годъ (308 рабочихъ дней), т. е. 0,1298 долл. въ 24 часа. Амортизація = 10%.

Стоимость дробленія въ дробилкахъ типа Блэка.

Величина отверстія въ дюймахъ . .	4×10	7×10	9×15	10×20	13×30
Число тоннъ измельчен. въ 24 часа	84	120	192	300	540

Число затрачиваем. лош. силъ . . .	5	8	12	20	30
Стоимость дробилки. . . . доллары	275	500	750	1.050	2.250
На тонну измельченной руды ложится:					
Отъ смазки	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
Отъ амортизаціи.	0,106	0,135	0,127	0,114	0,135
Отъ двигат. силъ	0,773	0,865	0,811	0,865	0,721
Отъ рабочихъ рукъ	4,762	3,333	2,083	1,333	0,741
Отъ изнашиванія	0,815	0,815	0,815	0,815	0,815
Отъ ремонта.	0,462	0,462	0,462	0,462	0,462
Итого стоимость дробленія тонны руды въ цент.	6,939	5,631	4,319	3,610	2,895

Стоимость дробленія въ дробилкахъ типа Gates.

Величина отверстія въ дюймахъ . .	4×30	6×42	8×54	11×72	18×126
Число тоннъ измельчен. въ 24 часа	72	216	540	1.080	3.000
Число затрачиваемыхъ лош. силъ .	3	9	22	45	125
Стоимость дробилки . . . доллары	375	760	1.800	3.300	7.000
На тонну измельченной руды ложится:					
Отъ смазки	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
Отъ амортизаціи	0,169	0,114	0,108	0,099	0,076
Отъ двигательн. силы	0,541	0,541	0,541	0,541	0,541
Отъ рабочихъ рукъ	5,556	1,852	0,741	0,370	0,133
Отъ изнашиванія	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
Отъ ремонта.	0,308	0,308	0,308	0,308	0,308
Итого стоимость дробленія тонны руды въ цент.	7,566	3,807	2,678	2,310	2,050

Таблицы эти, при всей своей наглядности, не могутъ считаться исчерпывающими вопросъ о сравнительныхъ качествахъ обоихъ типовъ дробилокъ. Для каждаго даннаго случая нужно принимать всѣ частныя обстоятельства.

Весьма существеннымъ, напримѣръ, можетъ сказаться желаніе получить въ массѣ измельченной руды по возможности извѣстныя, нужныя для нашей цѣли соотношенія между количествами кусковъ различной величины. При соображеніяхъ подобнаго рода можетъ оказаться небезполезной слѣдующая таблица.

При дробленіи твердаго мелко-зернистаго гранита было получено:

	Въ дробилкѣ Gates (4×33 д.).	Въ дробилкѣ Блэка (4×10 д.).	Въ дробилкѣ Gates (7×48 д.).	Въ дробилкѣ Блэка (7×10 д.).
Кусковъ, не проходивш. черезъ рѣшето съ отверстіями въ 2½″ .	3,0%	7,0%	5,0%	6,5%
Прох. чер. отв. въ 2½″ и не прох. чер. 2″	5,3	10,0	17,5	23,0
» » » » 2″ » » » » 1½″	24,2	23,0	27,0	21,1
» » » » 1½″ » » » » 1″	35,0	23,2	20,8	17,8
» » » » 1″ » » » » ¾″	9,9	6,4	6,7	4,8
» » » » ¾″ » » » » ½″	8,4	9,9	7,3	7,9
» » » » ½″ » » » » ¼″	6,3	8,7	9,0	8,2
» » » » ¼″ » » » » ⅛″	3,2	4,5	2,7	4,1
» » » » ½″ » » » »	4,7	7,3	4,0	6,6

2. Дробленіе посредствомъ валковъ.

Этотъ способъ дробленія особенно пригоденъ для измельченія крупновкрапленныхъ рудъ, величина кусковъ которыхъ колеблется отъ 60 до 1 мм.

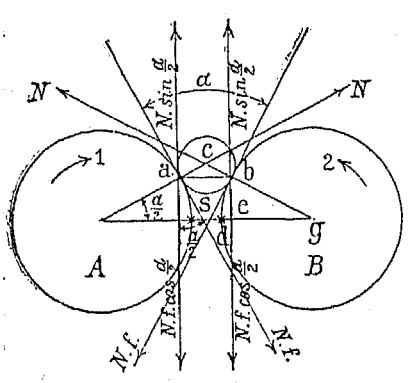


Рис. 17.

Самая степень, до которой измельчается руда, зависитъ отъ величины вкрапленныхъ рудныхъ зеренъ.

На рис. 17 схематически изображены дробильные валки. Два валка *A* и *B* изъ закаленнаго чугуна, расположенные рядомъ, параллельно другъ другу, вращаются въ противоположныя стороны, какъ показано стрѣлками 1 и 2.

Въ то время, какъ одинъ валокъ имѣетъ только вращательное движеніе, другой можетъ перемѣщаться и по горизонтальному направленію, такъ что разстояніе *s* между валками, а слѣдовательно и степень измельченія, можетъ быть регулируемо по

желанію. Руда, которую надо измельчить, падаетъ сверху изъ какого-нибудь засыпного устройства. Для опредѣленія діаметра D валковъ примѣнимо слѣдующее разсужденіе.

Означимъ черезъ d — діаметръ сфернческаго куска руды, который касается валковъ въ точкахъ a и b, черезъ D—діаметръ валковъ и черезъ α — уголъ, образуемый между собою касательными къ точкамъ касанія a и b. Пусть N будетъ сила, съ которою руда давитъ на каждый валокъ. Если обозначимъ коэффиціентъ тренія между валками и рудою черезъ f, то $f\,N$ будетъ выражать величину тренія между кускомъ руды и валкомъ. Сила стремящаяся увлечь руду между валковъ $2fN\,\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2}$. Съ другой стороны, валки при своемъ вращеніи стремятся оттолкнуть руду отъ себя съ силою

$$2\,N\,Sin\,\frac{\alpha}{2}$$

Для того, чтобы руда была вовлечена между валковъ, очевидно, необходимо, чтобы

$$2\,f\,N\,\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2} > 2\,N\,\mathrm{Sin}\,\frac{\alpha}{2}$$

или

$$tg\,\frac{\alpha}{2} < f$$

Изъ Δ-ка $a\,b\,c$ находимъ

$$a\,b = 2\,\frac{d}{2}\,\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2} = d\,\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2},$$

но съ другой стороны $a\,b = s + 2\,d\,e$

гдѣ $$d\,e = \frac{D}{2} - c\,g = \frac{1}{2}\,D\left(1 - \mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2}\right).$$

Слѣдовательно $d\,\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2} = s + D\left(1 - \mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2}\right)$, откуда

$$\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2} = \frac{D+s}{D+d}.$$

Имѣемъ

$$tg\,\frac{\alpha}{2} = \frac{\mathrm{Sin}\,\frac{\alpha}{2}}{\mathrm{Cos}\,\frac{\alpha}{2}} = \frac{D+d}{D+s}\sqrt{1 - \left(\frac{D+s}{D+d}\right)^2}$$

$$tg\,\frac{\alpha}{2} = \sqrt{\left(\frac{D+d}{D+s}\right)^2 - 1}$$

Выше мы видѣли, что $tg\,\frac{\alpha}{2} < f$, слѣдовательно:

$$\sqrt{1+f^2} > \frac{D+d}{D+s}$$

откуда

$$D\sqrt{1+f^2}+s\sqrt{1+f^2}>D+d$$

$$D\sqrt{1+f^2}-D>d-s\sqrt{1+f^2}$$

$$D>\frac{d-s\sqrt{1+f^2}}{\sqrt{1+f^2}-1}$$

Взявъ для f среднюю величину его $f=0{,}3$, получимъ:

$$D>22{,}7\ d\ -\ 23{,}7\ s$$

или, съ достаточнымъ приближеніемъ:

$$D>22{,}4\ (d-s)\ *),\ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

т. е. выраженіе, на основаніи котораго, зная величины d и s можемъ опредѣлить необходимый діаметръ валковъ D.

Если бы, напримѣръ, куски руды съ $d=26$ мм. намъ предстояло измельчить до величины $s=6$ мм., то на основаніи выведенной выше формулы нашли бы, что

$$D=\text{около } 450 \text{ мм.}$$

---

*) Выраженіе это справедливо лишь для тѣхъ случаевъ, когда оба валка вращаются съ одинаковой скоростью. Если же, какъ это иногда дѣлается, самостоятельнымъ движеніемъ обладаетъ только одинъ валокъ, другой же вращается лишь подъ вліяніемъ силы тренія, возникающаго при увлеченіи руды между валками, то вышеприведенные расчеты нужно измѣнить. Въ то время, какъ отталкивающее усиліе по прежнему остается $2N\,\mathrm{Sin}\frac{\alpha}{2}$, втягивающее равняется всего $1\,.\,fN\,\mathrm{Cos}\frac{\alpha}{2}$. Слѣдовательно

$$fN\,\mathrm{Cos}\frac{\alpha}{2}>2\,\mathrm{Sin}\frac{\alpha}{2}$$

$$tg\frac{\alpha}{2}<\frac{f}{2}$$

Отсюда путемъ такихъ же разсужденій, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, находимъ:

$$D>\frac{2d-s\sqrt{4+f^2}}{\sqrt{4+f^2}-2}.$$

Отсюда слѣдуетъ, что подобное устройство валковъ допустимо только для дробленія болѣе мелкаго дробленія такъ какъ иначе D получилось бы слишкомъ большимъ. Обстоятельство это подтверждается и на практикѣ: такой типъ валковъ выбирается только для мелкаго или средней величины дробленія.

Діаметръ валковъ на практикѣ колеблется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 260 до 950 мм. Изъ выраженія (1) слѣдуетъ, что 1) онъ долженъ быть тѣмъ больше, чѣмъ больше величина измельчаемыхъ кусковъ, и 2) съ увеличеніемъ степени измельченія т.-е. съ уменьшеніемъ діаметра s, діаметръ валковъ долженъ увеличиваться.

Въ зависимости отъ поступающихъ въ дробленіе кусковъ руды, различаемъ:

a) валки для крупнаго дробленія;

b) валки для средняго дробленія;

c) валки для мелкаго дробленія.

Въ первые поступаетъ руда въ кускахъ величиною приблизительно отъ 50—60 мм., во вторые — отъ 10—35 и въ третьи — отъ 2—10 мм. Въ послѣднихъ валкахъ измельченіе можетъ быть доведено до 1 мм.

Какъ дробильный аппаратъ, валки имѣютъ слѣдующія преимущества:

1) измельченіе происходитъ постепенно, такъ какъ давленіе на раздрабливаемый кусокъ увеличивается постепенно, по мѣрѣ вращенія валковъ;

2) пройдя щель s, руда не подвергается уже дальнѣйшему измельченію, что уменьшаетъ возможность чрезмѣрнаго измельченія ея, а также количество получаемой мелочи. Въ виду этого валки особенно пригодны для измельченія мягкихъ рудъ, какъ-то свинцовый блескъ, мѣдный колчеданъ, цинковая обманка и т. п.

Для опредѣленія производительности валковъ Риттингеръ предложилъ принять за единицу валки длиною въ 1 м., вращающіеся со скоростью 1 м. въ минуту. Опытъ показалъ, что подобные валки, измельчая куски руды въ 50—45 мм. до величины 4—8 мм. (на что требуется около 30 *HP*) даютъ въ часъ около 4,74 м.^{3} твердой кварцеватой руды, т.-е. на 1 *HP*: $\frac{4,74}{30} = 0,158$ м.^{3}. При болѣе мягкой рудѣ производительность на 1 *HP* увеличивается до 0,42 м.^{3}.

Такую производительность Риттингеръ предложилъ называть „нормальной“. Пользуясь ею, можно найти производительность любыхъ валковъ длиною l и вращающихся со скоростью *см.* Производительность ихъ въ часъ будетъ:

$$a = 4,74 \,.\, l.\ c.$$

На практикѣ длина валковъ не дѣлается меньше 250 мм., а также больше 400 мм., такъ какъ при слишкомъ большой длинѣ валки изнашиваются слишкомъ неравномѣрно, а при слишкомъ малой — производительность валковъ была бы слишкомъ незначительна.

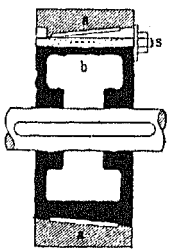
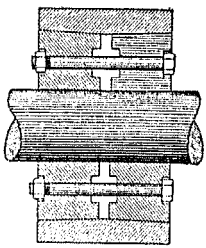
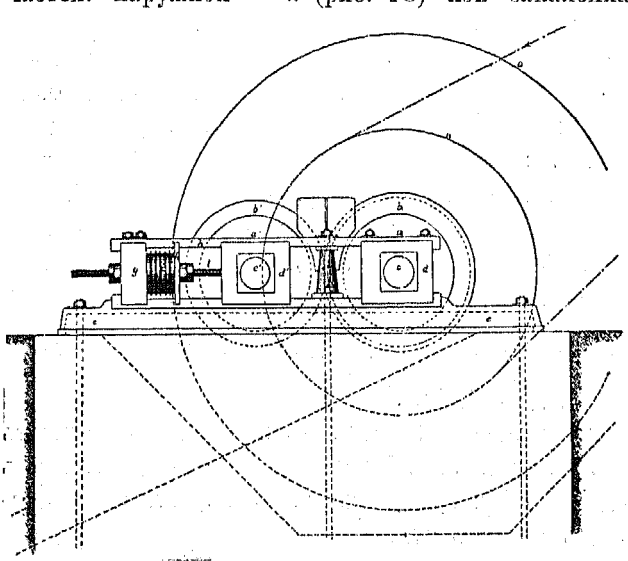


Рис. 18.

Скорость валковъ должна быть такова, чтобы подаваемой въ нихъ руды всегда было достаточно для полной ихъ работы. Въ среднемъ, можно принять, что малаго діаметра валки дѣлаютъ въ 1 минуту отъ 12 до 40 оборотовъ, а болѣе крупные отъ 10 до 30, хотя правила въ этомъ отношеніи дать нельзя—все дѣло въ производительности, которая зависитъ какъ отъ длины, такъ и отъ скорости валковъ. Послѣдняя достигаетъ иногда до 60 оборотовъ въ минуту.


Рис. 19.

Такъ какъ изнашиванію подвергается почти исключительно поверхность валковъ, то ихъ дѣлаютъ составными изъ двухъ частей: наружной — *a* (рис. 18) изъ закаленнаго чугуна или, что еще лучше, изъ литой стали, и внутренней—*b* изъ чугуна. Внутренняя часть дѣлается конической; ободъ *a* натягивается на нее посредствомъ болтовъ *S*. По изнашиваніи ободъ *a* легко замѣнить новымъ.


Рис. 20.

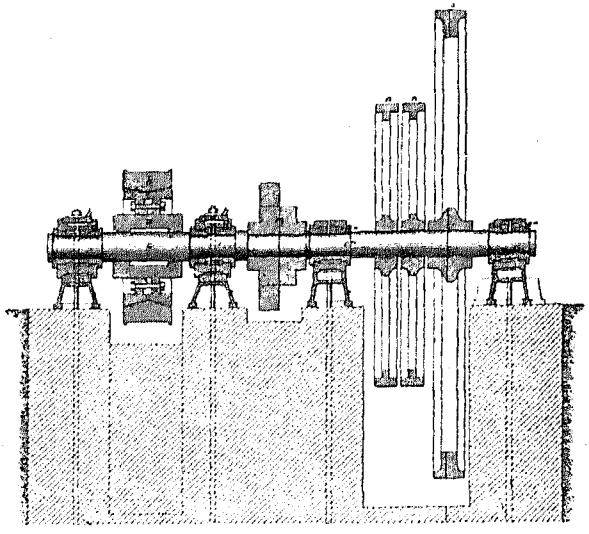


Рис. 21.

Въ другихъ случаяхъ, по системѣ Крома, внутреннюю часть валка дѣлаютъ составной изъ двухъ слабо коническихъ частей

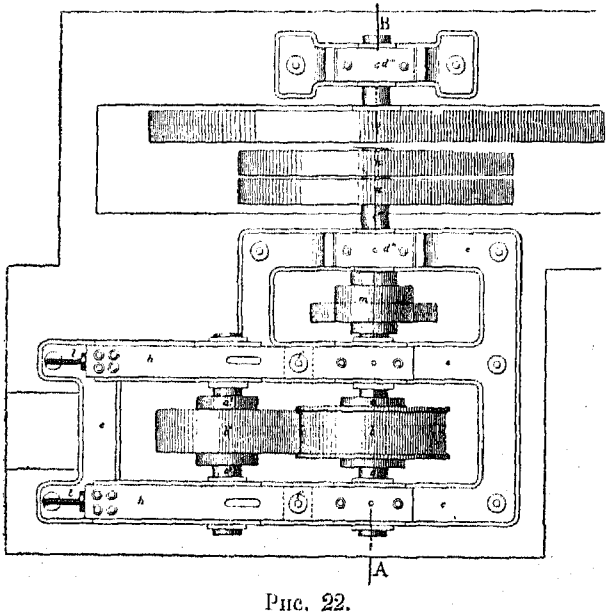


Рис. 22.

(рис. 19). Одна изъ нихъ неподвижно укрѣплена на валу, другая же притягивается, по мѣрѣ надобности, болтами. Зазоръ между этими двумя частями не долженъ быть даже при началѣ работы болѣе 4—5 дюймовъ.

На рис. 20, 21, 22 и 23 изображены валки, часто употребляющіеся въ Германіи; діаметръ ихъ = 950 мм., а длина—270 мм. Валки составлены изъ двухъ частей — внутренней *a* изъ чугуна и внѣшней *b* — изъ стали.

Ободъ *b* съ обѣихъ сторонъ снабженъ закраинами около 20 мм. толщиной и столько же высотой. Закраины эти служатъ стѣнками отверстія, образуемаго валками между собою. Толщина обода = 13,5 мм.

Внутреннія части *a* и *a'* валковъ насажены на оси *c* и *c'*, вращающіяся въ подшипникахъ *d* и *d'*, стоящихъ на основной рамѣ *e*. Эта рама дѣлается изъ листового желѣза или отливается изъ чугуна и соединяется посредствомъ болтовъ съ массивнымъ каменнымъ фундаментомъ. Подшипники *d* прикрѣплены къ рамѣ *e* неподвижно, для подшипниковъ же *d'* она служитъ только направляющей.

Кромѣ подшипниковъ, на рамѣ *e* укрѣплены двѣ колонки *f* и двѣ стойки *g*.

Всѣ эти части покрыты двумя желѣзными полосами *h*, которыя посредствомъ болтовъ прочно связываютъ ихъ съ рамой *e* и каменнымъ фундаментомъ, при чемъ, однако, подшипники *d'* могутъ двигаться въ горизонтальномъ направленіи въ зазорахъ — между рамой *e* и полосами *h*.

Между каждымъ изъ подвижныхъ подшипниковъ *d'* и стойкой *g* помѣщается сильная пружина *i* съ нажимнымъ дискомъ *k* *).

Черезъ стойки, пружины и диски проходятъ болты *l*, снабженные гайками и винтовой нарѣзкой.

---

*) Пружины у валковъ дѣлаются или стальныя, какъ въ описываемомъ примѣрѣ, или же изъ резины съ желѣзными прокладками. Впрочемъ эти послѣднія пружины примѣняются лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣютъ въ виду возможную экономію и малый срокъ службы валковъ.

Давленіе пружинъ въ валкахъ бываетъ отъ 15.000 до 100.000 фунтовъ. Особое вниманіе слѣдуетъ обращать на то, чтобы давленіе пружинъ на оба конца валка было одинаково.

Посредствомъ этихъ болтовъ можно по желанію регулировать напряженіе пружинъ и, такъ какъ каждый изъ нихъ давитъ на подвижной подшипникъ, то можно, кромѣ того, регулировать и требуемое между валками разстояніе — въ зависимости отъ желаемой степени раздробленія.

Одинъ конецъ оси c, при помощи муфты m, соединяется съ осью c''. Эта ось вращается въ подшипникахъ d'' и d''', изъ которыхъ первый укрѣпленъ на рамѣ e, а второй находится на особой плитѣ, установленной на отдѣльномъ фундаментѣ.

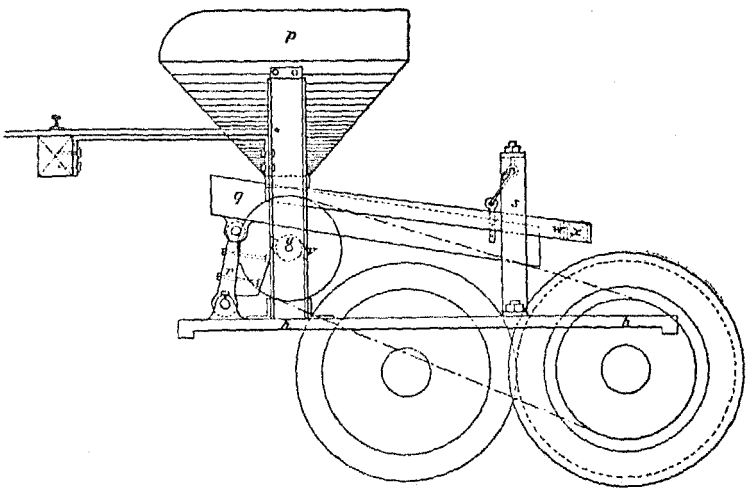


Рис. 23.

Между подшипниками d'' и d''' на упомянутой оси насажены два ременныхъ шкива n и маховое колесо o, имѣющее въ діаметрѣ 3.000 мм. и вѣсомъ въ 2.000 кгр.

Аппаратъ для засыпки подлежащей дробленію руды изображенъ на рис. 23 (видъ сбоку).

Этотъ аппаратъ устанавливается на полосахъ h и соединяется съ ними посредствомъ винтовъ, но такъ, однако, чтобы въ случаѣ надобности (при перемѣнѣ ободовъ на валкахъ и пр.) его легко можно было удалить.

Въ воронку p руда поступаетъ прямо изъ вагончиковъ и тачекъ. Подъ нижнимъ отверстіемъ воронки находится скатъ q изъ листового желѣза. Этотъ скатъ, перекрывающій подвижной

валокъ, поддерживается чугуннымъ рычагомъ r и двумя желѣзными подставками s, къ которымъ прикрѣплены желѣзныя подвѣски t. Рычагъ r, а съ нимъ и скатъ q, приводятся въ сотрясеніе посредствомъ кулака v, находящагося на валу u, и сбрасываютъ, такимъ образомъ, руду въ валки.

Силу толчковъ, смотря по надобности, можно регулировать при помощи отбоя x.

Кулачному валу u движеніе передается отъ неподвижнаго валка посредствомъ ремня, какъ это видно на рисункѣ.

Раздробленная руда по желобу, расположенному подъ валками, параллельно ихъ длинѣ, поступаетъ въ находящіеся вблизи валковъ аппараты для дальнѣйшей обработки.

Необходимая при этомъ вода притекаетъ сюда черезъ небольшіе особо приспособленные пульверизаторы, находящіеся внизу валковъ.

Описанные валки при 50 оборотахъ въ минуту могутъ измельчить, до зеренъ величиной менѣе 8 мм., въ часъ — около 5.200 кгр. руды, состоящей изъ кварца, граувакки, глинистаго сланца, цинковой обманки и небольшого количества свинцоваго блеска.

При этомъ требуется около 15 лошад. силъ и потребляется воды около 150 литр. въ минуту.

Раздробленная руда состоитъ приблизительно изъ 33% кусковъ величиной до 8 мм., 37% — величиной отъ 8—$1^1/_2$ мм., 20% отъ ($1^1/_2$—$^1/_4$) и 10% менѣе $^1/_4$ мм.

Вѣсъ стальной, съ закраинами, одежды валка достигаетъ 770 кгр., безъ закраинъ — 663 кгр.

Вѣсъ этотъ при работѣ уменьшается отъ изнашиванія и доходитъ: въ первомъ случаѣ — до 170 кгр.; во второмъ — до 60 кгр., при чемъ количество пропущенной черезъ валки за это время руды доходитъ до 10.000.000 кгр.

Если одежда чугунная, то производительность ихъ уменьшается, при тѣхъ же условіяхъ, до 3.000.000.

У каждой пары валковъ задолжается обыкновенно одинъ опытный рабочій, на обязанности котораго лежитъ регулированіе засыпного механизма, а также очистка валковъ и окружающихъ частей. Кромѣ того, онъ долженъ разгружать вагончики, доставляющіе руду къ засыпному аппарату.

Для большей характеристики употребляющихся на практикѣ валковъ, приведемъ слѣдующую таблицу.

	0	1	2	3	4	5	6	7
Діаметръ валковъ въ мм. . .	150	225	300	450	400	550	700	950
Производительн. въ часъ въ килогр. при ширинѣ щели въ 15 мм. .	0,700	1,250	2000	3750	—	—	—	—
12 » .	0 560	1,000	1600	3000	—	—	—	—
9 » .	0,420	0,760	1,200	2,250	—	—	—	—
8 » .	—	—	—	—	3500	6000	8000	10000
4 » .	0,180	0,350	0,600	1,000	—	—	—	—
2 » .	0,090	0,180	0,300	0,500	—	—	—	—
Движ. сила въ НР	$^1/_4$—$^1/_2$	$^1/_2$—1	1—2	2—4	4—6	6—8	12	16
Шкивъ: Діаметръ въ мм.	400	550	700	850	800	900	1000	1200
Шкивъ: Ширина въ мм.	80	100	125	150	160	180	200	220
Число обор. въ мин.	120	120	120	120	80	70	60	45
Вѣсъ валковъ въ кгр. прибл. .	300	700	1200	2600	2600	4000	6050	10510
Цѣна съ чуг. од. вал. прибл. мар.	—	—	—	—	2100	3200	4100	6300
» стальн. » » » »	—	—	—	—	2150	3270	4200	6450

Наружныя части (оболочки) валковъ лучше всего дѣлать изъ закаленной, хромистой или марганцевой стали. Толщина ихъ 75—100 мм.

Нѣкоторые способы приведенія въ движеніе валковъ указаны въ слѣдующихъ схематическихъ чертежахъ (рис. 24). Здѣсь R—валки, P — приводной шкивъ. Слѣдуетъ замѣтить, что нерѣдко валки приводятся въ движеніе приводными ремнями. Если дробимая руда имѣетъ свойство прилипать къ валкамъ(напримѣръ, при дробленіи глинистыхъ рудъ), то у валковъ придѣлываются скребки.

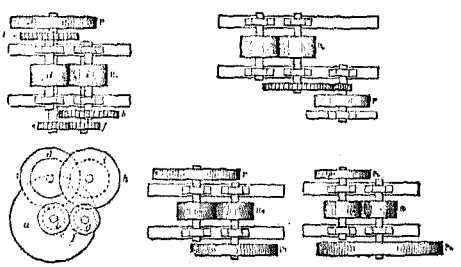


Рис. 24.

Дробленіе посредствомъ мельницъ.

Мельница „Heberle".

Мельница Heberle служитъ для измельченія (до степени муки, крупность которой зависитъ отъ потребности) рудныхъ зеренъ величиною отъ 2 до 10 мм. *). Отличительная черта ея та, что измельченіе происходитъ въ ней равномѣрно; частицы руды, обыкновенно болѣе мягкой, чѣмъ пустая порода, не измельчаются такъ сильно, какъ въ толчеяхъ.

Характерное отличіе ея отъ другихъ подобныхъ ей по идеѣ мельницъ состоитъ въ томъ, что подвижные диски ея расположены не горизонтально, какъ у нѣкоторыхъ другихъ мельницъ, а вертикально. Такое расположеніе имѣетъ то преимущество, что въ случаѣ поломки одного изъ дисковъ, сломанныя части его падаютъ внизъ, не причиняя поврежденій самой мельницѣ.

Кромѣ того, при горизонтальномъ расположеніи дисковъ измельченная руда удаляется изъ мельницы черезъ сѣтку, вслѣдствіе чего руда можетъ задержаться въ аппаратѣ и измельчиться сильнѣе, чѣмъ нужно. Во избѣжаніе этого, со стороны рабочаго требуется особое вниманіе, чтобы во-время устранять засоренія сѣтки. Отсутствіе послѣдней въ мельницѣ Heberle уменьшаетъ уходъ за нею, а съ другой стороны увеличиваетъ производительность аппарата.

Мельница Heberle строится съ однимъ, двумя, тремя и четырьмя бѣгунами, но такъ какъ все различіе этихъ конструкцій мельницъ состоитъ въ засыпныхъ устройствахъ и приводахъ, то опишемъ здѣсь только мельницу съ четырьмя бѣгунами (рис 25, 26 и 27.

a — чугунная фундаментная плита, прикрѣпленная къ кирпичному фундаменту посредствомъ фундаментныхъ болтовъ. На этой плитѣ стоятъ стойки для подшипниковъ вала *c*, на которомъ сидятъ диски *g* и *g'*, а также для четырехъ валовъ *d* и *d'* для бѣ-

*) Очевидно, что смѣсь такой величины зеренъ получается не при первомъ измельченіи руды, а при послѣдующихъ.

гуновъ. Кромѣ того, на этой же рамѣ находится подставка *e* для засыпного устройства *f*. Диски *g* и *g'* задней своей стороной

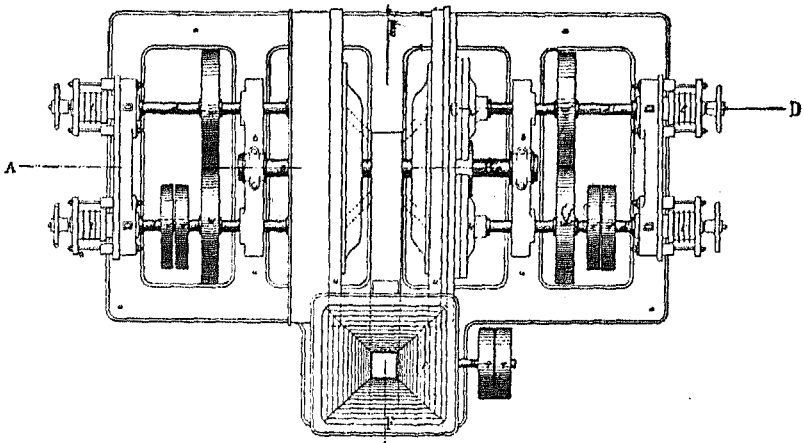


Рис. 25.

упираются въ направляющіе ролики *u* и *u'*, уничтожающіе возможность движенія назадъ этихъ дисковъ.

Сами диски состоятъ изъ двухъ частей — постоянной *h* (*h'*), и части *i* (*i'*), которую, по изнашиваніи, можно замѣнить новою.

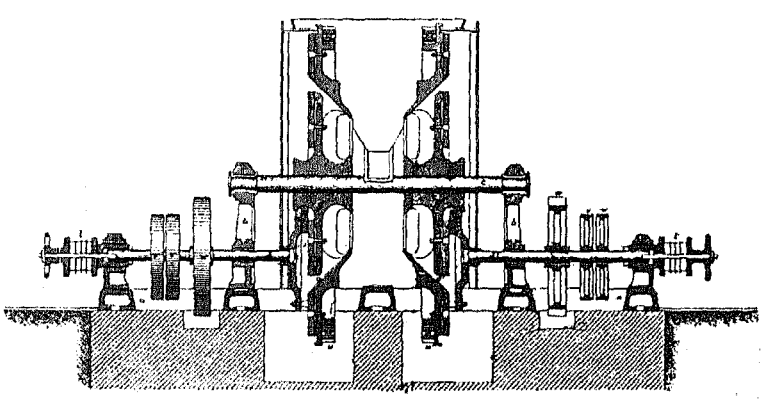


Рис. 26.

Обѣ части соединяются между собою болтами. Діаметръ дисковъ *h* и *h'*=2000 мм., дисковъ *i* и *i'*=1900 мм. Они отливаются цѣль-

ними изъ чугуна. Толщина дисковъ i и $i' = 40$ мм., при чемъ каждый изъ нихъ составляется изъ трехъ равныхъ частей и соединяется съ частью h (h') 5-ю болтами.

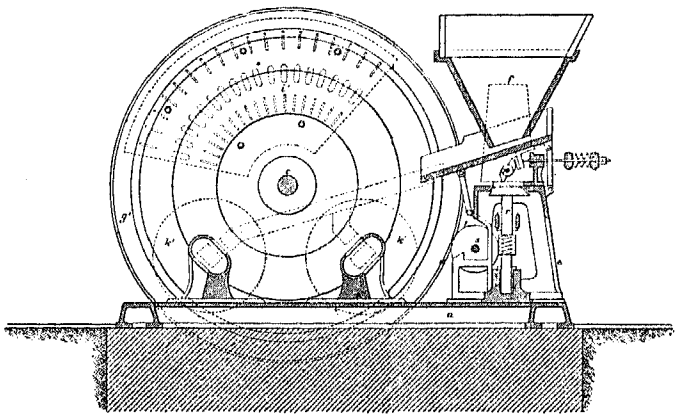


Рис. 27.

k и k' — четыре бѣгуна. Два изъ нихъ (k) упираются въ дискъ g, а другіе два (k') въ дискъ g'.

Подобно дискамъ, бѣгуны дѣлаются изъ двухъ частей: чугунной — m (m') и стальной — n (n'). Діаметръ дисковъ = 708 мм., толщина стальныхъ дисковъ = 45 мм. На стальныхъ частяхъ дисковъ g и g' дѣлаются три ряда радіальныхъ углубленій, какъ это видно на рис. 27. Углубленія обоихъ крайнихъ рядовъ дѣлаются въ 10 мм. шириною и служатъ для измельченія руды, углубленія же средняго ряда (рис. 27) проходятъ черезъ дискъ насквозь. Черезъ эти углубленія руда поступаетъ въ пространство между дисками и бѣгунами.

Стальныя части бѣгуновъ дѣлаются также съ углубленіями (35 мм.), но уже не радіальными, а расположенными по двумъ Архимедовымъ спиралямъ.

Диски дѣлаютъ въ минуту два оборота, бѣгуны же 250.

Диски приводятся въ движеніе слѣдующимъ образомъ.

Отъ вала p, на которомъ одѣтъ шкивъ q, посредствомъ двухъ коническихъ зубчатыхъ колесъ передается движеніе вертикальному валу r, на которомъ насаженъ безконечный винтъ (рис.

27). Посредствомъ зубчатой передачи движеніе передается валу s, насаженному на которомъ два зубчатыя колеса t сцѣпляются съ зубчатыми ободами u и u' дисковъ g и g'. На валу p находятся еще кулаки, которые вмѣстѣ съ пружинами N сотрясаютъ засыпное устройство для руды 120 разъ въ минуту. Бѣгуны k и k' приводятся въ движеніе посредствомъ шкивовъ v и v', насаженныхъ на валахъ d и d'. Остальные два бѣгуна приводятся въ движеніе отъ первыхъ двухъ посредствомъ зубчатыхъ передачъ w и w'. Разстояніе между бѣгунами и дисками регулируется посредствомъ нажимныхъ винтовъ и пружинъ l.

Болты r служатъ для большаго или меньшаго сжатія пружинъ, что представляется очень полезнымъ, такъ какъ даетъ возможность при различной твердости рудъ регулировать давленіе, вліяніемъ котораго руда измельчается.

Для установки дисковъ и бѣгуновъ на желаемомъ другъ отъ друга разстояніи удобно пользоваться слѣдующимъ пріемомъ: между дисками и бѣгунами вставляютъ соотвѣтственной толщины (обыкновенно $1—1^1/_2$ мм.) желѣзный листъ, по которому уже регулируютъ нажимъ винтовъ.

Бѣгуны окружаются одеждой изъ листового желѣза, составленной изъ нѣсколькихъ частей, которыя легко удалить. Этимъ избѣгаютъ загрязненія подшипниковъ.

Руда поступаетъ въ аппаратъ вмѣстѣ съ водою, количество которой равняется 80 литрамъ на 4 бѣгуна, т.-е. 20 литрамъ на каждый бѣгунъ въ 1 мин. Поступающая черезъ отверстія o, между дисками и бѣгунами, руда стремится подъ вліяніемъ центробѣжной силы къ краямъ дисковъ и падаетъ затѣмъ въ желоба, откуда уже поступаетъ для дальнѣйшей обработки въ соотвѣтственные аппараты, и прежде всего въ барабаны для раздѣленія по величинѣ зеренъ. Недостаточно измельченныя части поступаютъ обратно въ мельницу.

Производительность описанной мельницы съ четырьмя бѣгунами равняется 2.940 килограммамъ въ 1 часъ, или на 1 бѣгунъ 735 килогр., при чемъ величина зеренъ поступающей въ мельницу руды = 9—4 мм. При этомъ получается:

около $48^0/_0$ зеренъ величиною $>$ 2 мм.
„ $33^0/_0$ „ „ 2—1 „
„ $19^0/_0$ мелкаго песка и муки.

Съ уменьшеніемъ крупности зеренъ подаваемаго матеріала увеличивается производительность мельницы *).

При указанной производительности мельница требовала 21 *HP*, т.-е. на каждый бѣгунъ приходилось 5,25 *HP*. При мельницѣ достаточно одного взрослаго рабочаго.

Наиболѣе изнашивающимися частями мельницы являются, конечно, стальные перемѣнные диски.

При діаметрѣ въ 1900 мм. и толщинѣ въ 40 мм. подобный дискъ вѣситъ 661 кгр. Опытъ показалъ, что безъ вреда для работы можно допустить утонченіе стального диска до 8 мм., т.-е. до вѣса 120 кгр.

Вѣсъ стального диска у каждаго бѣгуна при діаметрѣ въ 708 мм. и толщинѣ въ 45 мм. = 71,5 кгр.

Такой дискъ можетъ сработаться до толщины 6 мм. Само собою разумѣется, что по мѣрѣ изнашиванія стальныхъ дисковъ нужно подвинчивать нажимные винты.

Стальныя части дисковъ могутъ измельчить около 4.500.000 кгр. руды, диски же бѣгуновъ — 650.000 кгр.

Мельница Heberle съ двумя бѣгунами представляетъ собой какъ бы половину описанной. Мельница же съ однимъ бѣгуномъ отличается тѣмъ, что послѣдній дѣлается одного діаметра съ дискомъ.

Вѣсъ мельницы Heberle съ двумя бѣгунами = около 5.600 кгр. Стоимость ея около 2.000 руб. безъ доставки. Пространство, занимаемое мельницей

	длина	ширина	высота
съ 1 бѣгуномъ	3 м.	1,7 м.	1,5 м.
„ 2 „	3 „	2 „	1,9 „
„ 4 „	5 „	3 „	1,9 „

Что касается сравненія мельницы Heberle съ толчейными устройствами, то опытъ въ Пршибрамѣ показалъ, что мельница съ двумя бѣгунами замѣняетъ при величинѣ поступавшихъ въ нее зеренъ

въ 4 мм.	124 песта,
„ 6 „	74 „
„ 9 „	63 „

*) При зернахъ въ 9 мм. 1 бѣгунъ въ часъ измельчалъ 648 кгр.; при зернахъ въ 4 мм. — 889 кгр.

Расходъ воды на мельницу съ двумя бѣгунами равняется расходу воды въ двухъ толчеяхъ.

Вальцовая мельница Шранца.

(Quetschwalzenmühle).

Мельница Шранца примѣняется для классовъ измельченныхъ уже рудъ отъ 2 до 10 мм., въ томъ случаѣ, если такого измельченія недостаточно, чтобы пустить эти классы прямо въ отсадку.

Измельченіе въ мельницѣ Шранца происходитъ совершенно подобно тому, какъ въ валкахъ. Разница состоитъ въ томъ, что въ ней нѣтъ двухъ вращающихся въ противоположныя стороны валковъ, между которыми раздавливаются куски руды. Здѣсь на вертикальной оси a — конический столъ c своимъ вращеніемъ заставляетъ вращаться вокругъ своихъ осей нѣсколько лежащихъ на немъ и прижатыхъ къ нему пружинами m валковъ, при чемъ находящаяся на столѣ c руда постепенно попадаетъ подъ валки и измельчается.

Подобная мельница изображена на рис. 28, 29, 30.

a — вертикальная неподвижная, т.-е. не вращающаяся ось, нижняя цапфа которой лежитъ въ подшипникѣ a_1, а верхняя въ подшипникѣ a_2, находящемся въ мѣстѣ соединенія 3 станинъ g.

На нижнюю часть этой оси одѣта пустотѣлая ось d, вращающаяся отъ коническихъ зубчатыхъ колесъ h_1 и h. Эта пустотѣлая ось поддерживаетъ втулку d_2, на 6 спицахъ которой лежитъ столъ b, къ которому уже прикрѣпляется стальной конический дискъ c.

Діаметръ этого диска — 1500, ширина — 275 мм., толщина — 50 мм., уклонъ — около 10^0.

На верхнюю часть оси a одѣта чугунная оболочка d_1, подвѣшенная на 3 винтахъ s и служащая для укрѣпленія осей e валковъ f_1, f_2 и f_3, посредствомъ шарнировъ, какъ это видно на рис. 28. Оси e могутъ двигаться только по вертикальному направленію.

Каждый валокъ состоитъ изъ внутренней части x и оболочки x_1, которую по изнашиваніи можно замѣнять новою. Толщина этой оболочки 50—60 мм. Обѣ части валка соединяются между собою посредствомъ винтовъ y.

Внутреннія части x валковъ одѣты на оси e свободно и опираются на выступы z. Сверху онѣ удерживаются на мѣстѣ кольцами z'. Дальше колецъ z' на оси e одѣты чугунныя трубки i (имѣющія въ сѣченіи эллиптическую форму), которыя удерживаются на мѣстѣ посредствомъ винтовъ и гаекъ. Оси e вмѣстѣ

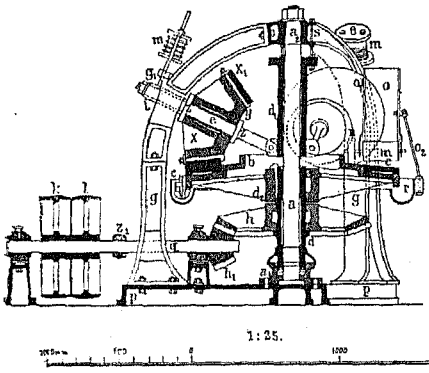


Рис. 28.

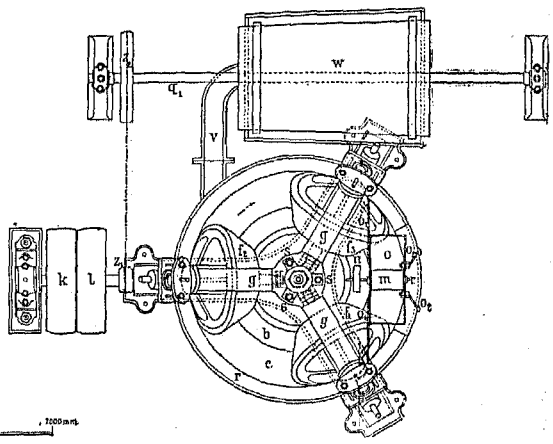


Рис. 29.

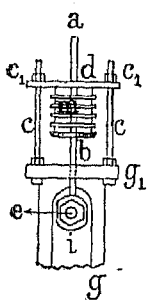


Рис. 30.

съ трубками i лежатъ въ соотвѣтственныхъ прорѣзахъ станинъ g. Для постояннаго нажима валковъ къ столу c служатъ пружины m и винты i. У каждаго валка имѣется своя пружина.

Устройство пружины слѣдующее (рис. 30): a стержень, проходящій черезъ приливъ g_1 станины. Къ концу его прикрѣпленъ дискъ b. Болты c проходятъ черезъ выступъ g_1. Дискъ d служитъ для нажима на пружину m. Такимъ образомъ, поворачивая гайки c_1, мы нажимаемъ на пружину, а она — на дискъ b, а слѣдовательно и на трубку i, вслѣдствіе чего валокъ постоянно остается прижатымъ къ столу c.

Степень давленія валка на столъ c, кромѣ болтовъ c_1, можно регулировать, поднимая или опуская пустотѣлый чугунный валъ d_1.

Для установа и вынманія валковъ изъ механизма, станины g дѣлаются изъ двухъ частей, соединяемыхъ болтами β. Подшипникъ a_2 соединяетъ всѣ станины въ одно цѣлое.

Руда засыпается въ ящикъ o, прикрѣпленный посредствомъ перекладины o_1 къ двумъ станинамъ и, кромѣ того, посредствомъ распорки o_2 — къ желобу r. Изъ ящика o руда, движеніе которой регулируется валкомъ m, поступаетъ на столъ c, при вращеніи котораго попадаетъ послѣдовательно подъ всѣ 3 коническихъ валка. Каждый изъ этихъ валковъ прижимается къ столу сильнѣе предыдущаго. По выходѣ изъ-подъ послѣдняго валка руда смывается брызгаломъ въ желобъ r, откуда уже поступаетъ въ барабанъ w — для раздѣленія по величинѣ зеренъ.

Вотъ нѣкоторые результаты дѣйствія мельницъ Шранца: куски въ 6—9 мм. руды, состоявшей изъ твердой кварцеватой граувакки съ крупно-вкрапленнымъ свинцовымъ блескомъ, измельчались до крупы въ 2 мм. величиною.

Въ часъ измельчалось 324—342 кгр. руды, при чемъ воды расходовалось въ минуту 56 литр. и требовалось 3—3,5 лошад. силъ (при напряженныхъ пружинахъ).

Что касается качества измельченной руды, то при опытахъ были получены слѣдующіе результаты:

64,26% зеренъ величиною 2,4—1,6 мм., 1,6—0,9 мм. и даже 0,9—0,5 мм.;

28,29% — величиной менѣе 0,5 мм., изъ которыхъ 5,77%— муки, т.-е. зеренъ величиной менѣе 0,2 мм.

Простое же толченіе даетъ 36,79%—величиной 2,4—0,5 мм. и, наоборотъ — 63,21% — величиной менѣе 0,5 мм., изъ которыхъ 21,41% — менѣе 0,2 мм.

Что касается изнашиванія стальной одежды стола, то ее въ среднемъ можно принять равной 0,0314 клгр. на метр. тонну руды, изнашиваніе же дисковъ равняется 0,0295 клгр. на то же количество руды.

Шаровыя мельницы.

Мельницы эти служатъ для измельченія кусковъ руды величиною отъ орѣха до двойного кулака.

Одно изъ главныхъ преимуществъ ихъ — равномѣрность получаемой муки.

Изъ различныхъ конструкцій шаровыхъ мельницъ наи-

большимъ распространеніемъ пользуется мельница фирмы Fr. Krupp, Grusonwerk, которую и опишемъ.

Она состоитъ (рис. 31) изъ барабана a (изъ закаленнаго чугуна), одѣтаго на ось w. Внутри барабана помѣщаются стальные шары, которые при вращеніи его измельчаютъ руду, поступающую въ барабанъ по рукаву h.

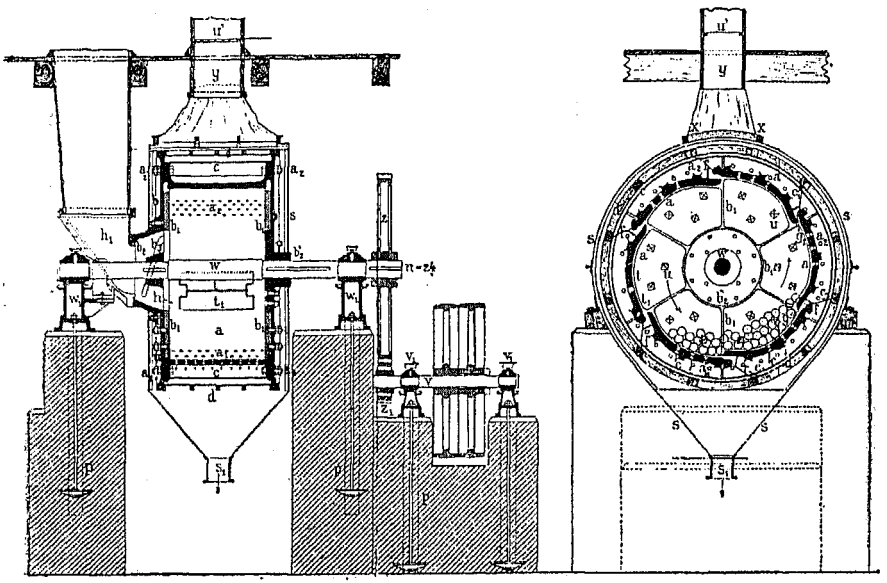


Рис. 31.

Барабанъ a состоитъ изъ нѣсколькихъ цилиндрически-изогнутыхъ стальныхъ пластинъ съ отвѣрстіями a_1. Каждая такая пластина прикрѣпляется къ днищу барабана болтами a_2. Барабанъ окруженъ стальною предохранительной сѣткой c, металлическою сѣткой d и кожухомъ s — изъ листового желѣза. Въ верхней части кожуха имѣется отверстіе, соединяющееся посредствомъ кожанаго мѣшка съ деревянною трубой, служащей для отвода пыли; w' — заслонка въ трубѣ.

Руда поступаетъ изъ засыпной воронки h_1. Для равномѣрнаго поступленія руды на втулкѣ оси w укрѣпленъ винтъ.

Дѣйствіе мельницы слѣдующее: при вращеніи барабана находящіеся въ немъ стальные шары частью раздавливаютъ, частью

же растираютъ находящуюся въ барабанѣ руду. Достаточно измельченныя частицы руды черезъ отверстія a_1 барабана проваливаются (черезъ стальную сѣтку c и сѣтку d) въ желѣзный кожухъ x, и ссыпаются въ находящуюся въ нижней части кожуха воронку s.

Частицы руды, не прошедшія черезъ отверстія сѣтки d, поступаютъ, при дальнѣйшемъ вращеніи барабана, благодаря „скребкамъ“ f, черезъ отверстія сѣтки c и черезъ щели барабана a въ него обратно — для дальнѣйшаго измельченія.

t, t_1 — лазъ, позволяющій проникнуть во внутренность барабана.

Способъ приведенія мельницы во вращеніе ясенъ изъ чертежа.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что степень измельченія въ шаровой мельницѣ зависитъ отъ величины отверстій въ сѣткѣ d.

При установкѣ мельницы необходимо обращать вниманіе на то, чтобы направленіе движенія мельницы соотвѣтствовало положенію скребковъ.

Что касается скорости вращенія, то ее приблизительно можно вычислить изъ формулы

$$n = \frac{23}{\sqrt{D}} \text{ до } \frac{28}{\sqrt{D}},$$

гдѣ D — діаметръ барабана въ метрахъ, n — число оборотовъ въ минуту. Предѣломъ скорости вращенія шаровой мельницы является та скорость, при которой стальные шары, подъ вліяніемъ центробѣжной силы, будутъ плотно прижаты къ стѣнкамъ барабана.

Если G — вѣсъ одного шара; $w = \frac{n \cdot 2\pi}{60}$ — угловая скорость вращенія мельницы; $g = 9{,}81$ — ускореніе силы тяжести, то центробѣжная сила

$$c = G \frac{w^2 D}{2g}.$$

Шаръ будетъ прижатъ къ стѣнкѣ, т.-е. уже не подчинится дѣйствію силы тяжести, когда $c = G$, т.-е. когда будетъ имѣть мѣсто слѣдующее уравненіе

$$G = G \frac{w^2 D}{2g} = G \frac{2\pi^2 n^2 D}{3600\, g}$$

или

$$2\pi^2 n^2 D = 3600\, g,$$

откуда $n = \frac{60}{\pi}\sqrt{\frac{g}{2D}} = \frac{42{,}3}{\sqrt{D}}$. Число оборотовъ, опредѣляемое

на практикѣ изъ формулы $n = \frac{23}{\sqrt{D}}$ до $\frac{28}{\sqrt{D}}$, гораздо меньше допускаемаго теоріей.

Фирма Krupp изготовляетъ шаровыя мельницы 8 размѣровъ, детальныя данныя относительно которыхъ приведены въ слѣдующей таблицѣ.

Величина №	1	2	3	4	5	6	7	8
Діаметръ барабана мм. . .	1050	1330	1600	1900	2260	2260	2700	2700
Длина » » . .	720	950	980	990	1180	1380	1180	1380
Діаметръ прив. шкива мм. .	1000	800	1000	1200	1200	1200	1350	2000
Ширина » » » .	130	150	180	200	220	250	250	260
Число обор. шкива въ мин. .	35	100	105	108	150	150	125	85
» » бараб. » » .	35	33	30	27	25	25	21	21
Расходъ силы прибл. HP. .	2,5	6	11	18	22	27	30	36
Потребное для наполн. кол. матеріала (въ сухомъ состояніи) литры . . .	50	100	125	200	325	400	550	650
Расходъ воды	около 4,5—6 литровъ на 1000 клгр. измельч. руды							
Вѣсъ мельницы вмѣстѣ съ шарами клг.	2450	4300	5700	7950	11550	12700	14500	16100
Вѣсъ насадки шаровъ клг. .	150	300	450	700	1100	1350	1600	2000
длина м.	2,3	3,5	3,9	4,0	4,7	5,0	5,5	5,5
Занимаемое мѣсто шир. »	1,7	2,2	2,5	2,8	3,0	3,4	3,6	3,8
» » выс. »	2,9	3,3	3,7	4,0	4,9	4,9	5,0	5,0
Цѣна мельн. безъ шаровъ прибл. мар.	2630	3780	4900	6150	7950	8850	9750	10700
» насад. шар. прибл. мар.	90	140	215	330	520	635	750	940

Что касается производительности шаровыхъ мельницъ, то она зависитъ прежде всего, конечно, отъ степени измельченія руды, отъ твердости послѣдней, а также отъ величины кусковъ, поступающихъ въ мельницу. Для руководства можетъ служить слѣдующая таблица:

Мельница №	3						4						
Сѣтка №	10	16	20	25	40	130	16	20	30	40	70	100	12?
Названіе руды.	Производительность въ часъ въ килограммахъ.												
Золотая руда	1810	—	—	—	—	—	—	—	1250	660	540	—	—
» » изъ Adelfors'a	—	—	—	—	860	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » Мексики.	—	—	—	—	1270	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » Сербіи. .	—	—	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » Родезіи .	—	—	—	—	1270	—	—	—	—	—	—	—	—
Серебр. руда изъ Мексики	—	—	—	—	—	—	—	—	1460	—	560	—	—
» » » Huanchaca	—	—	—	—	1140	—	—	—	—	—	960	—	—
Сурьмяная руда	2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Свинцов. руда съ Гарца	—	—	—	—	—	—	1500	—	—	—	—	—	—
Свинцово-цинковая руда	1250	—	1500	—	—	—	—	2000	—	—	—	—	—
» » изъ Италіи	—	1800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Мельница №	3						4						
Сѣтка №	10	16	20	25	40	130	16	20	30	40	70	100	130
Названіе руды.	Производительность въ часъ въ килограммахъ.												
Марганцевая руда . . .	—	—	1250	—	—	—	—	—	—	1600	—	—	600
Кварцъ	—	—	—	—	1200	—	—	—	—	—	—	—	—
Сѣрные колчеданы . .	—	—	—	—	—	600	—	—	—	—	—	—	—
Мѣдн. руда изъ Ю. Амер.	—	1428	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» »	—	—	1300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» »	—	—	1000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » Швеціи .	—	—	—	—	—	—	—	1350	—	—	—	—	—

По сравненію съ производительностью № 4, производительность другихъ № слѣдующая:

№ 1—$^1/_4$, № 2—$^1/_2$, № 3—$^3/_4$, № 5—$1^1/_2$, № 6—$1^3/_4$, № 7—$2^1/_4$, № 8—$2^3/_4$.

Въ большинствѣ случаевъ руда передъ поступленіемъ въ шаровую мельницу измельчается въ дробилкахъ Блека или т. п., хотя это далеко не обязательно.

Изъ другихъ системъ шаровыхъ мельницъ упомянемъ шаровую мельницу Кастельно (Castelnau).

Она (рис. 32 и 33) представляетъ собой желѣзный ящикъ 2—6 м. длиною, въ серединѣ длинныхъ сторонъ котораго прикрѣплены цапфы,

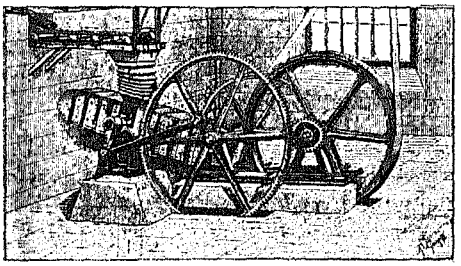


Рис. 32.

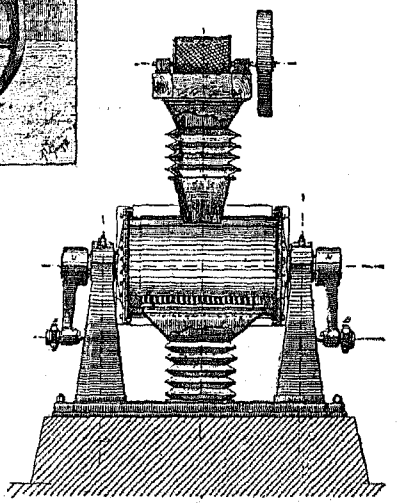


Рис. 33.

лежащія на неподвижныхъ подшипникахъ. Посредствомъ кривошиповъ и шатуновъ ящикъ приводится въ качательное движеніе, какъ видно изъ рисунка.

Сѣтка *s* предохраняется отъ дѣйствія шаровъ желѣзными полосами *g*.

Толченіе.

Въ настоящее время толченіе примѣняется для измельченія очень мелко- или тонковкрапленныхъ рудъ, между тѣмъ, какъ прежде къ нему прибѣгали и для болѣе крупнаго измельченія. Толчеи въ этихъ случаяхъ работали безъ помощи воды (сухое толченіе). Теперь же, когда толченіе примѣняется почти исключительно для мелкаго измельченія, толчеи работаютъ всегда съ притокомъ воды (такъ назыв. мокрое толченіе).

Измельченіе руды въ толчеяхъ производится на счетъ живой силы удара *).

Общее устройство толчейнаго става видно на рис. 34.

Здѣсь a_1 и a — стулъ, составляющій основаніе толчейнаго корыта $c_1c_2c_3c_1$, въ которомъ собственно и происходитъ толченіе и въ которое поступаетъ вода по трубѣ r.

Для большей простоты устройства въ одномъ толчейномъ корытѣ помѣщается нѣсколько пестовъ, вслѣдствіе чего оно получаетъ продолговатую форму; c_1 и c_2 короткія его стѣнки, c_3 и c_1— длинныя.

Толчейное корыто, съ находящимися въ немъ пестами, называется толчейнымъ ставомъ. Для направленія движенія пестовъ служатъ направляющія g_1 и g_2, въ которыхъ ходитъ стержень b, имѣющій на концѣ прикрѣпленный къ нему шестъ. Поднятіе песта производится помощью кулаковъ e, насаженныхъ на кулачный валъ и пальцевъ f, находящихся на стержнѣ b.

Подача руды производится по желобу d.

Такимъ образомъ, во всякомъ толчейномъ ставѣ нужно различать слѣдующія главныя составныя части:

1) Стулъ (a, a_1);
2) Шестъ (b_1);
3) Устройство для поднманія пестовъ (кулаки e и пальцы f);
4) Стержни (b) съ направляющими (g_1 и g_2);
5) Толчейное корыто (c_1, c_2, c_3, c_4);
6) Устройство для подачи руды подъ шесты (d).

Опишемъ по порядку всѣ эти части.

---

*) Слѣдуетъ замѣтить, что существуютъ толчеи, дѣйствующія паромъ, сжатымъ воздухомъ или пружиною. Распространеніе ихъ, однако, сравнительно ограничено.

1) Стулъ.

Стулъ, изображенный на рис. 34, дѣлается изъ самой твердой стали. Въ настоящее время подобнаго рода стулья употребляются чаще всего. Ради твердости, ихъ хорошо дѣлать изъ хромистой стали.

Стулъ представляетъ собой призматическое тѣло прямоугольнаго или квадратнаго сѣченія. На него поступаетъ руда, которую измельчаетъ падающій пестъ.

Величина стула зависитъ отъ размѣра песта.

Теоретически говоря, горизонтальные размѣры песта могутъ быть одинаковы съ такими же размѣрами стула, но на практикѣ стулъ дѣлаютъ на 25—40 мм. (съ каждой стороны) шире песта. Дѣлается это съ цѣлью увеличить срокъ службы стула. Пестъ, ударяя о поверхность послѣдняго, изнашиваетъ ее и въ концѣ концовъ дѣлаетъ ее негодной для употребленія. Тогда остающіеся при описанномъ устройствѣ стула не изношенными края его даютъ возможность, перевернувъ его, снова плотно установить и продолжать работу на другой (бывшей нижней) поверхности стула.

Стулъ располагаютъ на твердомъ основаніи и для этой цѣли обыкновенно примѣняютъ второй чугунный стулъ (a_1). Въ изображенномъ устройствѣ (рис. 34) этотъ второй, уже не перемѣнный, стулъ a_1, лежитъ на чугунной рамѣ k, которая въ свою очередь располагается на деревянныхъ брусьяхъ, лежащихъ на каменномъ фундаментѣ. Иногда такой второй стулъ дѣлаютъ изъ цемента.

2) Пестъ.

Пусть P — будетъ вѣсъ песта, h — высота его подъема, v — пріобрѣтенная имъ къ концу подъема скорость.

На основаніи общаго закона о паденіи тѣлъ имѣемъ:

$$h = \frac{v^2}{2g}.$$

Количество же работы, произведенной пестомъ при его паденіи на стулъ, будетъ:

$$W = Ph = P\frac{v^2}{2g} \qquad (1)$$

(въ этомъ выраженіи не приняты во вниманіе сопротивленія тренія).

На счетъ этой работы и производится дробленіе руды.

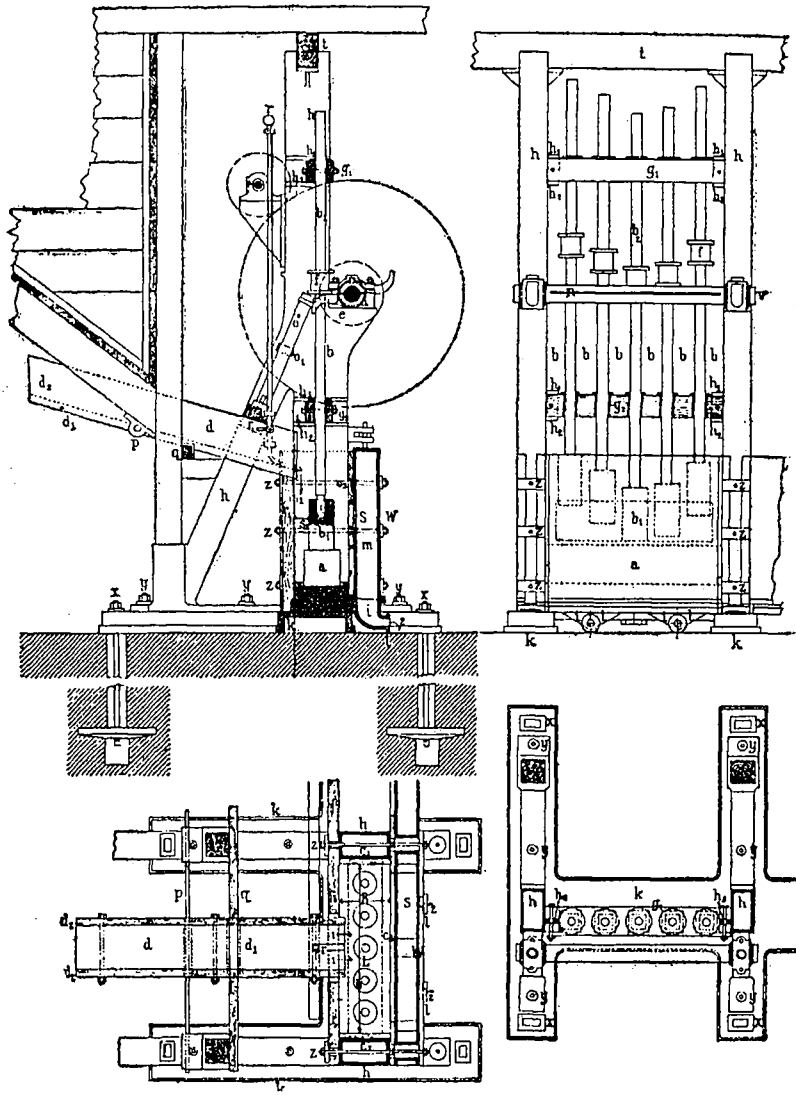


Рис. 34.

При большой высотѣ паденія h, а слѣдовательно и при большомъ v, происходитъ короткій и быстрый ударъ, при чемъ руда дробится на куски, болѣе или менѣе крупные. При небольшомъ v, но при бо́льшемъ P, ударъ становится болѣе медленнымъ, дробленіе происходитъ болѣе на счетъ давленія и тренія.

Для того, чтобы дѣйствіе удара было по возможности производительно, необходимо, чтобы на каждую квадратную единицу рабочей поверхности песта приходилась извѣстная опредѣленная часть w живой силы W.

Если f рабочая поверхность песта, то

$$w = \frac{W}{f} = \frac{Ph}{f}.$$

По Риттингеру:

для очень твердыхъ породъ $w = 0{,}114$ mklg. на кв. см.
„ средней твердости „ $w = 0{,}1257$ „
„ менѣе твердыхъ „ $w = 0{,}115$ „

Высота подъема h на практикѣ колеблется между 160 и 320 мм. средняя же ея величина, по Риттингеру, равняется 210 мм. Предѣлы эти обусловливаются тѣмъ, что при небольшомъ h чрезмѣрно увеличилось бы число подъемовъ песта въ минуту, а при слишкомъ большомъ h, каждый ударъ песта вызывалъ бы слишкомъ сильное волненіе въ водѣ, находящейся въ толчейномъ корытѣ.

Вѣсъ песта дѣлается отъ 125 до 380, а иногда и до 500 и болѣе килограммовъ. Зная вѣсъ песта P, высоту его подъема h и потребную для даннаго случая величину w, легко можно высчитать размѣры рабочей поверхности песта, изъ формулы:

$$f = \frac{Ph}{w} = \frac{W}{w}.$$

Пестъ дѣлается изъ лучшей стали, или цѣльнымъ, какъ это видно на рис. 34, или же составнымъ (рис. 35), при чемъ часть b_1 называется подпестикомъ. Послѣднее устройство примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда вѣсъ песта имѣетъ значительную величину (350 klg. и болѣе).

Въ горизонтальномъ сѣченіи форма песта бываетъ или круглой, какъ на рис. 34, или же квадратной. Первая форма имѣетъ тотъ недостатокъ, что при ней въ толчейномъ корытѣ остается слишкомъ много мертваго пространства.

Въ случаѣ, изображенномъ на рис. 35, соединеніе песта b съ подпестикомъ b_1 производится посредствомъ коническаго выступа o у подпестика. Выступъ этотъ окружается деревянными

клиньями и загоняется въ соотвѣтственное углубленіе въ пестѣ *b*, для чего достаточно нѣсколько разъ поднять и опустить весь пестъ на стулъ.

Пестъ никогда не долженъ составлять одного цѣлаго со стержнемъ, такъ какъ послѣдній изнашивается несравненно медленнѣе, чѣмъ пестъ, который, поэтому, приходится время отъ времени замѣнять новымъ.

Стержень дѣлается изъ дерева, желѣза или мягкой стали. Если форма песта квадратная, то стержень дѣлается деревяннымъ квадратнаго сѣченія, при круглой же формѣ песта стержень дѣлается изъ желѣза и всегда круглаго сѣченія.

На рис. 34 изображенъ способъ соединенія круглаго стержня съ круглымъ пестомъ. Въ верхней части послѣдняго сдѣлано пирамидальной формы углубленіе, въ которое съ клиньями вгоняется нижній конецъ стержня, также пирамидальной формы.

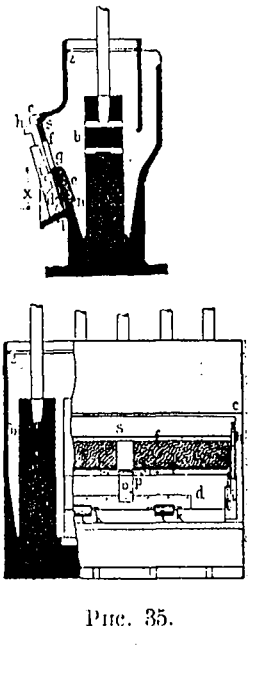


Рис. 35.

Для предупрежденія растрескиванія песта при забиваніи въ него стержня вышеупомянутое пирамидальное отверстіе дѣлается расширяющимся книзу.

3) Устройство для подниманія пестовъ.

Подъемъ пестовъ на заранѣе опредѣленную высоту производится съ помощью прикрѣпленныхъ къ стержню пальцевъ и кулаковъ, вращающихся вмѣстѣ съ кулачнымъ валомъ.

На рис. 34, *f* — палецъ, *e* — кулакъ, *o* — кулачный валъ.

Одинъ кулачный валъ служитъ обыкновенно для нѣсколькихъ толчейныхъ ставовъ.

На рис. 36 изображенъ подобный палецъ изъ чугуна. Часть *a* (180 × 180 мм.) служитъ рабочей частью, часть же *b* вставляется въ деревянный стержень, въ которомъ дѣлается прорѣзъ. Въ отверстіе *c* вгоняется клинъ для предупрежденія выпаденія пальца.

Щель въ стержнѣ дѣлается длиннѣе, чѣмъ того требуетъ высота части b, съ тою цѣлью, чтобы по мѣрѣ изнашиванія шеста палецъ можно было поднимать по стержню. Остающаяся надъ пальцемъ часть щели забивается деревянными клиньями.

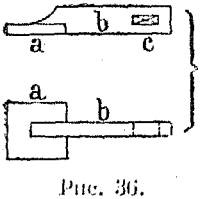


Рис. 36.

Другое устройство пальца изображено на рис. 34. Здѣсь онъ имѣетъ форму цилиндра f, о нижнюю поверхность котораго задѣваетъ кулакъ e. Шестъ въ этомъ случаѣ вращающійся, благодаря чему срокъ службы пальца увеличивается. Когда нижняя поверхность подобнаго цилиндрическаго пальца (изъ лучшей стали) износится, то его просто перевертываютъ. Укрѣпленіе пальца на стержнѣ производится посредствомъ клиньевъ.

Кулачный валъ дѣлается изъ дерева или желѣза. Ради равномѣрности хода на конецъ его часто одѣваютъ маховикъ.

Кулачные валы изъ дерева имѣютъ тотъ недостатокъ, что вставленные въ нихъ кулаки ослабляютъ сѣченіе вала. Кромѣ того, благодаря ихъ большому діаметру, ихъ нельзя заставить вращаться съ такой скоростью, какъ валы изъ желѣза. Вслѣдствіе этого число кулаковъ прикрѣпляемыхъ къ такому валу должно быть больше. Наименьшее число послѣднихъ — 3. На валу, изображенномъ на рис. 39, число кулаковъ — 5; слѣдовательно, во время одного полнаго оборота кулачнаго вала шестъ будетъ поднятъ 5 разъ.

Валы изъ желѣза отличаются меньшимъ діаметромъ. Скорость вращенія ихъ больше, а потому число кулаковъ не дѣлается болѣе 2; иногда ограничиваются даже однимъ кулакомъ.

Кулаки дѣлаются либо изъ какого-нибудь твердаго дерева, либо изъ чугуна. Первые отличаются большею эластичностью, вторые же большей прочностью, благодаря чему дольше сохраняютъ свою правильную форму. Кромѣ того, благодаря гладкой ихъ поверхности, треніе меньше.

Кулаки захватываютъ пальцы или „по оси“, при чемъ среднія линіи кулака, пальца и вала лежатъ въ одной вертикальной плоскости, или же „съ бока“. Послѣднее устройство изображено на рис. 34. На рис. 38 изображенъ чугунный кулакъ для деревяннаго вала, дѣйствующій „по оси“ (axial).

Дѣйствующіе „съ бока“ кулаки примѣняются главнымъ образомъ при круглыхъ пестахъ. При каждомъ подъемѣ стержня пестъ поворачивается на нѣкоторый уголъ.

Кулаки для круглыхъ валовъ (рис. 34) хорошо дѣлать составными изъ двухъ частей, чтобы при замѣнѣ новыми кулаковъ, лежащихъ въ серединѣ толчейнаго става, не нужно было снимать всего кулачнаго вала.

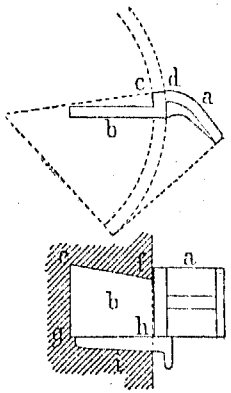


Рис. 38.

Форма поверхности кулаковъ должна быть такова, чтобы при постоянной скорости вращенія кулачнаго вала движеніе стержня происходило съ постоянной скоростью, равной скорости, съ которою движется кулакъ по своей начальной окружности. Съ этой цѣлью поверхности кулака придается форма по эвольвентѣ, подобно тому, какъ это дѣлается для зубчатыхъ колесъ. При подобномъ устройствѣ достигается еще то преимущество, что, во все время дѣйствія кулака на палецъ, поднимающая сила дѣйствуетъ всегда нормально къ поверхности пальца.

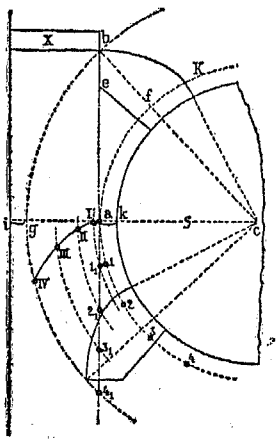


Рис. 37.

Какъ мы видѣли, подъемъ стержня долженъ происходить всегда съ одной и той же скоростью, слѣдовательно, въ первый моментъ дѣйствія кулака на палецъ будетъ всегда происходить ударъ. Для уменьшенія послѣдняго скорость вращенія начальнаго круга кулака стараются не дѣлать большой. Опытомъ найдено, что скорость подъема c лучше всего дѣлать равною 0,4 m.

Конструкція кулаковъ. Пусть на рис. 37—K будетъ начальнымъ кругомъ. Подъемъ стержня песта пусть будетъ 200 мм.

Проводимъ въ точкѣ a касательную $a\,4_1$ и откладываемъ на ней величину $a\,4_1 = 200$ мм., которую дѣлимъ на нѣсколько равныхъ частей (въ данномъ случаѣ на 4); откладываемъ затѣмъ эти части на окружности K, такъ что $a1 = 12 = 23 = 34$

и проводимъ черезъ точки 1_1, 2_1, 3_1 и 4_1 концентрическіе круги (изъ одного съ кругомъ K центра c). Изъ точки 1 радіусомъ $= a\,1_1$ засѣкаемъ на окружности, проходящей черезъ точку 1_1, точку I; изъ точки 2 радіусомъ $a\,2_1$ — точку II и т. д. Точки I, II, III и IV будутъ представлять собою точки эвольвенты.

Въ данномъ случаѣ кулакъ будетъ дѣйствовать на палецъ всегда въ точкѣ, отстоящей довольно далеко отъ центра стержня, что влечетъ за собой лишній расходъ силы.

При дѣйствіи кулака сбоку этого очевидно не наблюдается.

Вычерчивается поверхность кулака, при боковомъ дѣйствіи его, подобнымъ же образомъ.

Радіальная длина пальца должна быть по крайней мѣрѣ равна x, длинѣ кулака bf, но обыкновенно дѣлается на 25—40 мм., т.-е. на разстояніе ig, длиннѣе, точно такъ же, какъ діаметръ начальнаго круга k обыкновенно дѣлается болѣе радіуса кулачнаго вала на величину $ak = ig$.

Пусть на кулачномъ валу имѣется u кулаковъ; тогда дуга b, на которую каждый кулакъ отдѣленъ отъ другого, равняется:

$$\frac{2\pi r}{u} = ct,$$

гдѣ t есть время отъ одного подъема песта до другого, а c — скорость подъема. Это время t равняется

$$\frac{60}{z} = t,$$

гдѣ $z = nu$ (z — число подъемовъ песта въ минуту, а n — число оборотовъ кулачнаго вала за этотъ же промежутокъ времени). Итакъ,

$$t = \frac{60}{z} = \frac{60}{nu} = \frac{b}{c}.$$

Время t состоитъ изъ четырехъ элементовъ:

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = t_4$$

1. t_1 — время, потребное для подъема песта со скоростью c на высоту h, т.-е.

$$t_1 = \frac{h}{c}$$ (движеніе равномѣрно).

2. t_2 — время, въ теченіе котораго пестъ, уже послѣ того, какъ кулакъ оставитъ стержень, продолжаетъ по инерціи двигаться кверху. Высота, на которую поднимается при этомъ стер-

жень (если пренебречь треніемъ), будетъ $h_1 = \frac{c^2}{2g}$, на основаніи чего время потребное для этого подъема

$$t_2 = \sqrt{\frac{2\,h_1}{g}} = \frac{c}{g}.$$

3. t_3 — время, въ теченіе котораго происходитъ паденіе песта съ высоты $h + h_1$ и, если пренебречь сопротивленіемъ трения, то

$$t_3 = \sqrt{\frac{2\,(h + h_1)}{g}}.$$

4. t_4 — время, въ теченіе котораго пестъ долженъ лежать спокойно на стулѣ, прежде чѣмъ быть снова поднятымъ кверху.

По Риттингеру

$$t_4 = 0{,}2 \text{ секунды.}$$

Такимъ образомъ

$$t = \frac{h}{c} + \frac{c}{g} + \sqrt{2\,\frac{h + h_1}{g}} + 0{,}2,$$

при чемъ величины h, h_1 и c нужно выбрать такъ, чтобы

$$t = \frac{60}{z} = \frac{60}{hu}$$

по крайней мѣрѣ равнялось этой величинѣ, чтобы падающій пестъ не былъ поднятъ, прежде чѣмъ окончитъ свое дѣйствіе.

Распредѣленіе кулаковъ на кулачномъ валу.

Опытнымъ путемъ найдено, что лучше всего соединять вмѣстѣ 15 пестовъ, распредѣленныхъ или на 3 става по 5 пестовъ, или на 5 становъ по 3 песта.

Распредѣленіе кулаковъ на кулачномъ валу должно быть таково, чтобы нагрузка машины, приводящей кулачный валъ въ движеніе, была по возможности всегда одинакова. Съ этой цѣлью при распредѣленіи кулаковъ на кулачномъ валу нужно принять за правило, чтобы два кулака никогда не начинали дѣйствовать одновременно на два песта, т.-е. чтобы промежутки между поднятіемъ отдѣльныхъ пестовъ были одинаковы между собою.

Если u — высота подъема, производимая кулачнымъ валомъ, m — общее число пестовъ, приводимыхъ въ движеніе однимъ валомъ, то уголъ φ, на который долженъ повернуться кулачный

валъ въ промежутокъ времени между двумя отдѣльными подъемами, будетъ

$$\varphi = \frac{360}{mn}$$

4. Стержни съ направляющими.

Направляющія для стержней дѣлаются какъ деревянныя, такъ и металлическія. Онѣ по существу своему состоятъ изъ двухъ паръ перекладинъ, прикрѣпленныхъ къ стойкамъ, раздѣляющимъ отдѣльные ставы другъ отъ друга.

Нижняя пара прикрѣпляется обыкновенно на высотѣ 1—1,1 m. надъ толчейнымъ корытомъ, которое закрывается еще досками для предохраненія направляющихъ отъ забрызгиванія водой, что въ противномъ случаѣ повлекло бы слишкомъ быстрое изнашиваніе этой пары направляющихъ. Разстояніе же между обѣими парами направляющихъ должно быть таково, чтобы пестъ двигался постоянно въ вертикальномъ направленіи. Если разстояніе это невелико, то при небольшомъ уже изнашиваніи направляющихъ пестъ былъ бы выведенъ изъ своего вертикальнаго положенія, вслѣдствіе чего образовалось бы слишкомъ сильное треніе. Въ большинствѣ случаевъ разстояніе это дѣлаютъ = 1,6—1,9 m.

Для укрѣпленія направляющихъ служатъ, какъ уже было упомянуто, стойки. Эти стойки соединены прочно съ фундаментомъ и раздѣляютъ ставы другъ отъ друга такимъ образомъ, что каждые два сосѣдніе става имѣютъ одну общую стойку. Надъ верхней парой направляющихъ онѣ возвышаются приблизительно на 1 футъ. Сверху для большей устойчивости стойки связываются иногда поперечинами. Дѣлаются стойки изъ дерева, или, что лучше — изъ чугуна.

Толщина деревянныхъ стоекъ не дѣлается болѣе 6—8 дюйм. (иначе чувствительно увеличиваются размѣры ставовъ). Ширина ихъ зато можетъ быть 12—15 дюймовъ, въ виду боковыхъ усилій, возникающихъ при подъемѣ пестовъ. Нижняя часть стоекъ во избѣжаніе изнашиванія покрывается или желѣзными листами, или досками $1^1/_2$—$2''$ толщиною.

Каково бы однако ни было устройство стоекъ, онѣ самое большее могутъ простоять 10—12 лѣтъ, тогда какъ чугунныя

стойки являются несравненно болѣе прочными, а также удобными, благодаря тому, что могутъ имѣть меньшіе размѣры.

Опишемъ болѣе детально деревянныя направляющія при деревянныхъ стойкахъ, какъ это изображено на рис. 39.

Поперечные бруски l_2 и l_4, лежащіе со стороны кулачнаго вала, имѣютъ большіе размѣры, чѣмъ бруски l_4 и l_3 — на другой сторонѣ.

Бруски l_1 l_2 дѣлаются цѣльными на всю длину толчейнаго устройства.

Бруски же l_1 и l_4 идутъ отъ средины каждой стойки до средины другой, что важно въ смыслѣ облегченія перемѣны стержней. Со стойками они связаны болтами и, кромѣ того, для предупрежденія бокового движенія, стойки въ нихъ врѣзаются мм. на 25 Для направленія отдѣльныхъ пестовъ къ стержнямъ пестовъ прикрѣпляются трехугольныя направляющія, двигающіяся въ соотвѣтственныхъ трехугольныхъ же углубленіяхъ въ брусьяхъ l_1 и l_3 (или l_2 и l_4). Уголъ желѣзныхъ направляющихъ не долженъ слишкомъ отличаться отъ 90°, такъ какъ иначе онѣ скоро врѣжутся въ бруски l_1, l_2, l_3 и l_4 (рис. 40).

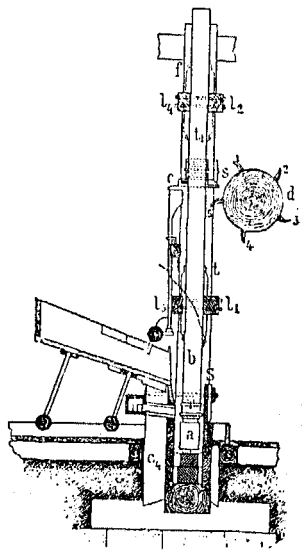


Рис. 39.

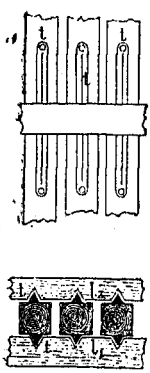


Рис. 40.

Деревянныя направляющія для вращающихся пестовъ изображены на рис. 34. Обозначены онѣ буквами g_1 и g_2.

Направляющія опять-таки состоятъ каждая изъ двухъ брусьевъ, помѣщенныхъ между прилитыми къ стойкамъ выступами h_1 и h_2 (рис. 34). Между этими двумя горизонтальными выступами находится вертикальный h_3, сообразно которому въ направляющихъ брусьяхъ имѣются вырѣзы. Въ этихъ вертикальныхъ выступахъ имѣются отверстія, черезъ которыя проходятъ болты, связывающіе другъ съ другомъ направляющіе брусья.

Для направленія отдѣльныхъ стержней служатъ чугунныя

втулки, снаружи квадратныя, а внутри съ круглымъ отверстіемъ, въ которыхъ и ходятъ стержни. Втулки эти врѣзаются въ направляющіе бруски.

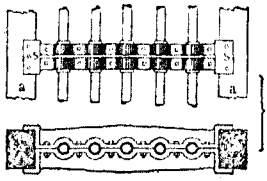


Рис. 41.

На рис. 41 изображены чугунныя направляющія, служащія также для вращающихся пестовъ. Здѣсь *a* — деревянныя стойки, *s* — болты, соединяющіе между собою половины направляющихъ.

3) Толчейное корыто.

Для успѣшной работы толчей особое значеніе имѣютъ устройства для выноса измельченной руды. Къ описанію этой части толчей мы теперь и перейдемъ.

Толчейнымъ корытомъ, какъ ужъ сказано, называется ящикообразное помѣщеніе, въ которомъ происходитъ измельченіе руды.

Длина толчейнаго корыта опредѣляется длиною толчейнаго става, ширина же его (внутренняя, конечно) опредѣляется шириною песта и величиною необходимаго разстоянія между пестомъ и длинными стѣнками корыта. Это послѣднее разстояніе должно быть настолько велико, чтобы въ немъ не могло происходить защемленія кусковъ руды между пестомъ и стѣнками корыта. Въ обыкновенныхъ случаяхъ, когда толчется „орѣшникъ", въ большинствѣ случаевъ для разстоянія этого достаточно принять 80—100 мм.

Въ одномъ толчейномъ корытѣ помѣщается обыкновенно 3 или 5 пестовъ. Больше 5 пестовъ не помѣщается, такъ какъ, иначе, при ремонтѣ става пришлось бы останавливать слишкомъ много пестовъ. Кромѣ того, въ этомъ случаѣ было бы затруднительно и равномѣрное распредѣленіе въ корытѣ руды. Наконецъ, при слишкомъ длинномъ корытѣ находящаяся въ немъ вода двигается слишкомъ неправильно, что затрудняетъ правильный выносъ руды (измельченной), при чемъ можетъ выноситься и недостаточно измельченная руда.

Съ указанныхъ точекъ зрѣнія ставъ въ 3 песта удобнѣе, чѣмъ въ 5 пестовъ. И дѣйствительно, при 3 пестахъ количество истолченной каждымъ пестомъ руды больше, чѣмъ то бываетъ при 5 пестахъ. Въ пользу 5-пестовыхъ ставовъ говоритъ большая дешевизна ихъ устройства.

Толчейныя корыта дѣлаются или деревянныя, или чугунныя.

или же частью деревянныя, частью чугунныя. На рис. 34 изображено корыто изъ дерева и чугуна. Боковыя короткія стѣнки его образуются чугунными стойками h, которыя ради предохраненія отъ ржавчины одѣты до верхняго края корыта досками. Задняя сторона c_1 корыта составлена изъ досокъ (80 мм. толщиною), прочно соединенныхъ на шпонкахъ другъ съ другомъ; передняя сторона c_3 — изъ чугуна. Для предохраненія отъ ржавчины она также выложена изнутри досками.

Между c_1 и c_3, c_2 и c_3, а также между нижнею частью стѣнки c_3 и подомъ a_1 для плотности прокладываютъ просмоленныя доски. Все толчейное корыто стягивается болтами ε.

Совершенно подобнымъ же образомъ устраивается толчейное корыто изъ одного дерева.

Какъ мы сказали выше, толченіе происходитъ при постоянномъ притокѣ воды, которая и должна выносить измельченную руду.

Для правильнаго хода работы необходимо, чтобы измельченная въ достаточной степени руда уже болѣе не подвергалась дѣйствію песта, такъ какъ иначе руда будетъ измельчаться слишкомъ сильно, до состоянія пыли или, какъ говорятъ нѣмцы, „до смерти“ (Todtpochen).

Выносъ руды водою происходитъ вслѣдствіе волненія, вызываемаго въ послѣдней опускающимися и поднимающимися пестами. При этомъ частицы руды подхватываются водою и при наличности соотвѣтственныхъ устройствъ уносятся изъ толчейнаго корыта.

Выносъ руды можетъ происходить:

1. Черезъ порогъ (открытый ставъ, über die Wand).
2. Черезъ щитъ (Shubersatz).
3. Черезъ сѣтку.

Чаще всего употребляются способы 2-й и 3-й.

Выносъ черезъ порогъ.

Этого рода устройство примѣняется обыкновенно при очень мелкомъ дробленіи (до 1 мм.).

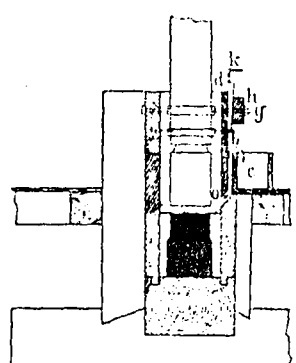
Особенно важное значеніе имѣетъ высота порога. Чѣмъ мельче дробленіе, тѣмъ выше долженъ быть расположенъ порогъ и обратно. Такъ, при измельченіи до 1 мм., высота выноса 15—18″,

а до 5 мм., всего 8″. Расходъ воды при подобномъ устройствѣ довольно значителенъ, а именно, отъ 0,4 до 0,8 куб. фут. въ минуту.

Отличаясь своей простотой, устройство это неудобно тѣмъ, что при паденіи песта волненіе воды дѣлаетъ выносъ очень неправильнымъ, при чемъ выносимыя частицы часто оказываются недостаточно измельченными. Кромѣ того, значительный расходъ воды представляетъ иногда также большое неудобство.

Болѣе совершеннымъ въ этихъ отношеніяхъ является

2. Выносъ черезъ щитъ.



Устройство для подобнаго выноса изображено на рис. 42. Въ передней стѣнкѣ толчейнаго корыта дѣлается горизонтальная щель *o*, черезъ которую и происходитъ выносъ истолченной руды. Изъ этой щели муть поступаетъ въ узкій каналъ *b*, изъ котораго переливается въ желобъ *c*. Щель *o* располагается на 105—130 мм. выше дна толчейнаго корыта. Ширина канала *b* обыкновенно дѣлается отъ 13 до 20 мм.

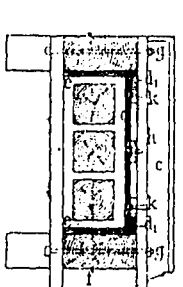


Рис. 42.

Преимущество устройства этого рода передъ вышеописаннымъ состоитъ въ томъ, что частицы, удаленныя изъ-подъ песта и попавшія въ каналъ *b*, подвергаются *исключительно* дѣйствію спокойно поднимающейся въ каналѣ воды, отъ скорости которой и зависитъ величина частицъ, попадающихъ въ желобъ *c*.

Для регулированія крупности выносимыхъ частицъ прежде всего имѣетъ значеніе ширина канала *b*; чѣмъ больше эта ширина, тѣмъ медленнѣе будетъ въ немъ подниматься струя воды, тѣмъ мельче будетъ выносимая муть. Въ обыкновенныхъ случаяхъ, однако, ширину эту не дѣлаютъ больше 20 мм.

По выборѣ ширины канала *b* дальнѣйшія измѣненія въ размѣрахъ выносимыхъ частицъ производятся регулированіемъ коли-

чества воды, поступающей въ толчейное корыто. Чѣмъ мельче должны быть выносимыя частицы, тѣмъ меньше должно быть количество воды, и наоборотъ.

Для того, чтобы быть въ состояніи устранять засореніе въ щели *o* или въ каналѣ *b*, верхнюю часть передней доски корыта, часть *d*, щитъ — дѣлаютъ выдвижной, на подобіе заслонки (отсюда и нѣмецкое названіе Schuberbersatz, выносъ съ заслонкой, по русски же — выносъ черезъ щитъ). Устройство это понятно изъ чертежа (рис. 42). Закрѣпленіе заслонки *d* въ извѣстномъ положеніи производится посредствомъ клиньевъ *k*.

Расходъ воды при выносѣ черезъ щитъ меньше, чѣмъ при выносѣ черезъ порогъ, и равняется 6—15 *l*. въ минуту на каждый пестъ *).

Являясь по сравненію съ выносомъ черезъ порогъ болѣе совершеннымъ, выносъ черезъ щитъ все-таки не можетъ гарантировать полной однородности выносимыхъ частицъ руды: вмѣстѣ съ мелкими выносятся и болѣе крупныя, недостаточно измельченныя частицы.

Въ этомъ отношеніи слѣдуетъ предпочесть

3. Выносъ черезъ сѣтку.

При этомъ устройствѣ въ передней стѣнкѣ толчейнаго корыта вставляется сѣтка, черезъ которую и выносится муть. Очевидно, что величина отверстій сѣтки является предѣломъ крупности выносимыхъ зеренъ руды.

Неудобствомъ этого способа является то обстоятельство, что при очень мелкомъ толченіи сѣтка можетъ засориться, что задержитъ правильный выносъ мути, а это повлечетъ за собой чрезмѣрное измельченіе руды подъ пестами. Вслѣдствіе этого при устройствѣ выноса черезъ сѣтку необходимъ постоянный тщательный надзоръ за состояніемъ сѣтки.

Устройство выноса черезъ сѣтку изображено на рис. 43, 44 и 45. Сѣтка удерживается на мѣстѣ посредствомъ клиньевъ *k*, вго-

---

*) Въ Шемницѣ вѣсъ песта 200 клгр., подъемъ его — 150 мм., число ударовъ въ минуту — 70; расходъ воды — 7,5 *l*. Для песта въ 360 клгр. тамъ же расходъ воды принимается — 15 *l* въ минуту. Въ Кремницѣ для песта въ 375 клгр. расходъ воды достигаетъ также 15 *l* въ минуту.

емыхъ между рамой сѣтки *r* и выступами, прилитыми къ части *b*. Сѣтка *s* устанавливается нѣсколько наклонно (75—70°)

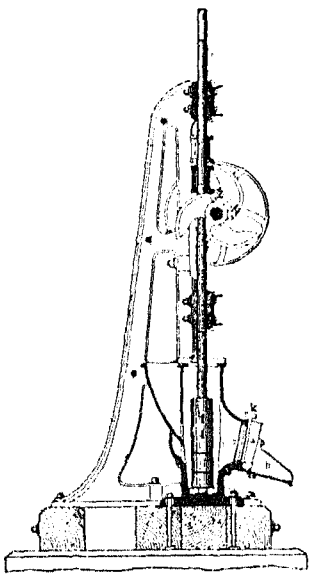


Рис. 43.

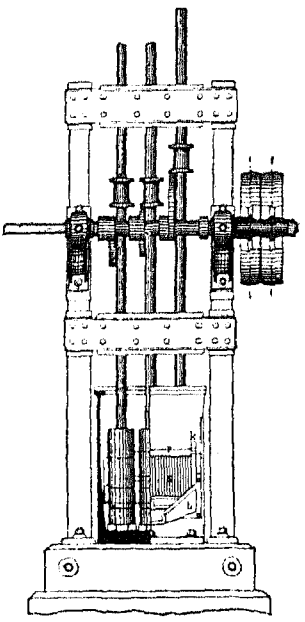


Рис. 44.

съ цѣлью увеличенія ея размѣровъ. Само собою разумѣется, что ее можно устанавливать также и вертикально.

Расходъ воды является до нѣкоторой степени произвольнымъ. Большой притокъ ея увеличиваетъ, конечно, производительность, но и въ этомъ отношеніи существуетъ предѣлъ: муть не должна быть слишкомъ жидкой, что неудобно для дальнѣйшей ея обработки. Слишкомъ же малое количество воды влечетъ за собой чрезмѣрное измельченіе руды подъ пестомъ.

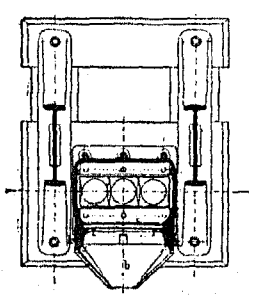


Рис. 45.

По Риттингеру, расходъ воды въ среднемъ можно принять въ минуту

для болѣе мелкаго дробленія—около 16 *l*.

„ „ крупнаго „ „ 32 *l*.

На рис. 35 изображено устройство толчейнаго корыта съ выносомъ черезъ сѣтку, какъ оно примѣняется въ Калифорніи для измельченія золотосодержащихъ породъ. Эта толчея отличается тѣмъ, что въ ней, кромѣ процесса толченія, происходитъ и процессъ улавливанія золота посредствомъ амальгамированныхъ мѣдныхъ листовъ.

Толчейное корыто отливается изъ чугуна; b — пестъ, b_1 — подпестикъ, a — стулъ. Обѣ короткія стороны c корыта имѣютъ на передней своей сторонѣ выступы, въ которыхъ сдѣланы наклонныя углубленія. Въ эти послѣднія вставляется порогъ d e и рама съ сѣткой f g. Обѣ эти части закрѣпляются клиньями h и i. Порогъ состоитъ изъ доски d (45 мм. толщиной) и доски e (50 мм. толщиной и 175 мм. вышиной). Послѣдняя покрывается амальгамированнымъ мѣднымъ листомъ (толщиной 4,7 мм.). Для большаго укрѣпленія доски d въ выступѣ корыта имѣются приливы l, между которыми и доскою d загоняются клинья k. Для предохраненія доски d отъ порчи при забивкѣ клиньевъ k, а также клиньевъ i, она обивается въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ желѣзомъ.

Рама сѣтки f g, кромѣ клиньевъ h, закрѣпляется еще клиномъ p, загоняемымъ между нею и желѣзной полосою p, прикрѣпленной къ доскѣ o.

Подъ нижній конецъ доски e прокладывается, ради большей плотности, резиновая полоса. Иногда доска e замѣняется желѣзнымъ толстымъ листомъ (6 мм.), къ которому мѣдными гвоздями прикрѣпляется амальгамированный листъ. Если доска e деревянная, то разстояніе между нею и пестомъ—25 мм., если же вмѣсто нея вставленъ желѣзный листъ, то разстояніе это уже 90 мм. Доски d и g удерживаются на мѣстѣ клиньями h и i и двумя горизонтальными клиньями k, загоняемыми между доскою d и крышками l къ корыту.

Рама съ сѣткой устанавливается на кромку доски d, при чемъ для плотности между ними прокладываютъ полотно. Удерживается на мѣстѣ рама клиньями h и горизонтальнымъ клиномъ p, который загоняется между нею и желѣзной скобкой o.

Для защиты отъ порчи клиньями h и p рама обивается въ соотвѣтственныхъ мѣстахъ полосами изъ листового желѣза. Сверху надъ рамой помѣщается или доска s, или же кусокъ полотна.

Передъ сѣткой помѣщается щитъ, уменьшающій разбрызгиваніе мути. Для той же цѣли корыто сверху закрывается крышкой, которая устанавливается на выступахъ *z*. Въ этой крышкѣ имѣются отверстія для пестовъ (въ данномъ случаѣ 5) и еще два отверстія — для трубъ, проводящихъ воду.

Сѣтка дѣлается или изъ проволоки, или изъ продырявленнаго желѣзнаго листа, и въ этомъ случаѣ грубая сторона ея должна быть обращена во внутрь корыта. Въ случаѣ кислыхъ водъ вмѣсто желѣза берутъ мѣдь.

Величина сѣтки въ описываемомъ случаѣ = 1320 мм. × 290 мм. Высота выноса, т.-е. высота порога надъ стуломъ *a* колеблется отъ 100 до 230 мм., въ среднемъ 150—170 мм.

Вѣсъ пестовъ, считая вмѣстѣ со стержнемъ, 385 клгр., высота подъема 230 мм. Въ 24 часа каждый пестъ можетъ измельчить 4—4,5 тонны.

Въ описываемой толчеѣ сѣтка сдѣлана изъ листа желѣза и имѣетъ продолговатыя діагонально-расположенныя отверстія, величиною 0,63 × 13 мм.

Неудобство описаннаго выноса черезъ сѣтку состояло, какъ мы видѣли, въ возможности засоренія сѣтки. Недостатокъ этотъ устраняется, если устроить выносъ съ такъ называемой *подпрудой*, какъ это изображено на рис. 34. Передняя сторона корыта такъ же, какъ и въ описанныхъ случаяхъ, закрыта сѣткой, но проходящая черезъ нее измельченная руда попадаетъ не прямо въ отводной желобъ, а въ закрытый со всѣхъ сторонъ деревянный или металлическій ящикъ *W*, въ самой нижней части котораго устроены отводныя отверстія *l*, черезъ которыя теченіе мути регулируется посредствомъ кранovъ.

При подобномъ устройствѣ, воду въ толчейномъ корытѣ можно держать на такомъ уровнѣ, что пестъ даже въ высшемъ своемъ положеніи все-таки будетъ находиться въ водѣ. Такъ какъ, при постоянномъ волненіи воды, сѣтка омывается съ обѣихъ сторонъ, то засоренія ея очевидно произойти не можетъ.

Къ числу достоинствъ выноса черезъ сѣтку съ подпрудой слѣдуетъ отнести еще то, что достаточно измельченныя частицы, могущія пройти черезъ сѣтку, благодаря постоянному волненію воды, поддерживаются на вѣсу и не подвергаются дальнѣйшему измельченію, пока не будутъ вынесены черезъ сѣтку, а затѣмъ въ

отводныя отверстія. Кромѣ того, слѣдуетъ замѣтить, что порогъ *m* при данномъ устройствѣ можно расположить очень низко (такъ какъ уровень воды въ корытѣ отъ него не зависитъ), и благодаря этому, измельченныя въ достаточной степени частицы руды не должны подниматься кверху, чтобы быть вынесенными изъ корыта. Обстоятельство это, очевидно, облегчаетъ правильность выноса.

Высота порога надъ стуломъ дѣлается лишь такою, чтобы предохранить сѣтку отъ непосредственнаго соприкосновенія съ измельчаемой рудой.

Насколько дѣйствительными оказываются эти обстоятельства, предохраняющія руду отъ чрезмѣрнаго измельченія, ярко видно изъ слѣдующихъ двухъ примѣровъ, приведенныхъ Риттингеромъ.

Отверстія въ сѣткѣ — 1 кв. мм. Получалось

	съ подпруд.	черезъ щитъ.
Зеренъ діаметромъ въ 0,71 мм.	12%	— 2%
„ „ „ 0,51 „	31 „	— 28 „
„ „ „ 0,35 „	10 „	— 10 „
„ „ „ 0,25 „	47 „	— 60 „

Расходъ воды при устройствѣ выноса съ подпрудой по Риттингеру равняется, при болѣе грубомъ толченіи, 20 *l*, а при мелкомъ — 10 *l* въ минуту, на 1 пестъ.

Устройства, подающія руду въ толчеи.

Приспособленія для подачи руды должны быть таковы, чтобы руда попадала подъ всѣ песты постоянно и въ одинаковомъ количествѣ.

Если, однако, подъ песты будетъ подаваться слишкомъ много руды, то на стульяхъ пестовъ образуется слой ея, и песты, падая на эластичное основаніе, не будутъ дробить, а только истирать руду. Если же руды мало, то будетъ происходить слишкомъ сильное изнашиваніе стульевъ.

Для подачи руды служатъ такъ называемые самоскаты (плоскіе желоба).

Самое простѣйшее устройство ихъ изображено на рис. 46. Изъ запасной башни A руда поступаетъ на наклонную плоскость p (уклонъ около 20%), на которую изъ желоба r поступаетъ вода. При всей его простотѣ устройство это, очевидно, нельзя считать совершеннымъ, такъ какъ оно не даетъ возможности регулировать количества поступающей подъ песты руды. Заслонка, устраиваемая иногда съ этой цѣлью, въ мѣстѣ выхода руды изъ башни A, помогаетъ мало. Совершеннѣе оказывается устройство, изображенное на рис. 47. Здѣсь k — скатъ, могущій вращаться вокругъ оси u. Возможность опрокидыванія ската назадъ уничтожается перекладиной v. На поперечинѣ t прикрѣпленъ вертикальный брусъ s, о который ударяетъ прикрѣпленный къ стержню песта выступъ w, какъ скоро количество руды подъ пестомъ уменьшается до извѣстной степени. Этотъ ударъ вызываетъ сотрясеніе ската k, вслѣдствіе чего часть находящейся на немъ руды поступаетъ въ толчейное корыто. Регулировать подобное устройство можно переставляя выступъ w.

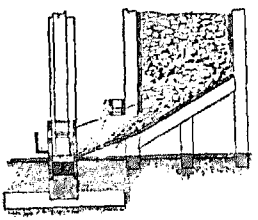


Рис. 46.

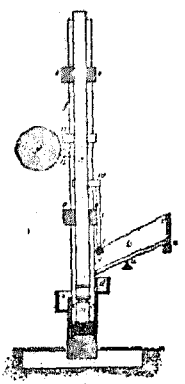


Рис. 47.

Въ изображенной на рис. 34 толчеѣ засыпное устройство совершенно подобно только-что описанному, съ той разницей, что сотрясеніе ската вращающагося на оси p производится наклоннымъ брусомъ o отъ пальца f средняго песта въ ставѣ. Брусъ o движется въ квадратной направляющей o_1, укрѣпленной въ стойкахъ става. Въ нижней части его имѣется желѣзный стержень, находящійся въ соотвѣтственномъ углубленіи поперечины r_1, лежащей на скатѣ; q— брусъ, предупреждающій излишній наклонъ ската внизъ. На внѣшнемъ концѣ ската помѣщается противовѣсъ.

Описанныя два устройства сотрясаются въ поперечномъ направленіи, — что вполнѣ удовлетворительно, если руда, поступающая въ толченіе, суха. Если же она мокра и глиниста, то лучше придавать скату сотрясенія продольныя.

Подобное устройство изображено на рис. 48. Здѣсь скатъ g

лежитъ на двухъ роликахъ *h* и поперечинѣ *i*. Устройство дѣйствуетъ слѣдующимъ образомъ.

Когда подъ пестомъ будетъ мало руды, палецъ стержня — *f* ударитъ о желѣзный круглый стержень *d*, двигающійся въ на-

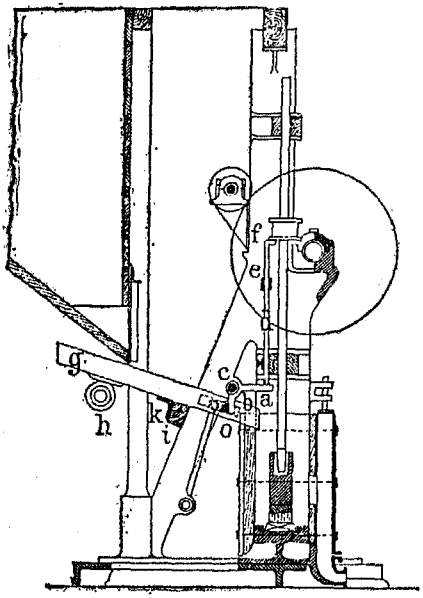


Рис. 48.

правляющей *e*, прикрѣпленной къ стойкѣ става. Этотъ стержень ударитъ и заставитъ повернуться на нѣкоторый уголъ угловой рычагъ *a cb* вращающійся вокругъ оси *c*, прикрѣпленной къ стойкамъ. Колѣно *cb*, ударясь въ желѣзную перекладину *o*, проходящую черезъ обѣ стѣнки ската, заставитъ послѣдній отодвинуться назадъ. Въ слѣдующій моментъ, когда угловой рычагъ придетъ въ свое нормальное положеніе, скатъ начнетъ двигаться по направленію къ толчейному корыту, на рисункѣ — вправо, пока не ударится прикрѣпленнымъ къ днищу его желѣзнымъ угломъ *k* — въ брусъ *i*. Скатъ при этомъ остановится, но подъ вліяніемъ силы инерціи часть руды, находящейся на скатѣ, будетъ продолжать двигаться дальше, вслѣдствіе чего она и попадетъ подъ пестъ.

На каждый ставъ (3 или 5 пестовъ) устраиваютъ одинъ скатъ, который располагаютъ противъ средняго песта, отъ котораго, конечно, онъ и приводится въ сотрясеніе.

Равномѣрное распредѣленіе руды подъ пестами достигается соотвѣтственнымъ порядкомъ паденія пестовъ. Допустимъ, напримѣръ, что во время паденія средняго песта два сосѣднихъ будутъ подниматься. Тогда, очевидно, попадающая въ толчейное корыто руда, благодаря движенію воды, попадетъ именно подъ поднимающіеся песты. Когда, затѣмъ, этотъ пестъ будетъ падать, то находящіеся съ нимъ рядомъ должны подниматься. Тогда часть руды изъ-подъ опускающихся пестовъ попадаетъ подъ поднимающіеся.

Опытъ показалъ, что болѣе 2 пестовъ съ каждой стороны отъ ската послѣдній не можетъ равномѣрно снабжать рудою. Обстоятельство это является одной изъ причинъ того, что въ ставѣ не дѣлаютъ болѣе 5 пестовъ.

Производительность толчей.

Производительность толчей зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ: твердости руды, степени измельченія и способа выноса. Но этой причинѣ встрѣчающіяся въ литературѣ данныя часто существенно различаются другъ отъ друга.

Для того, чтобы дать матеріалъ для сравненія, Риттингеръ приводитъ слѣдующія цифры:

При твердой рудѣ пестъ въ 140 клг. вѣсомъ, при 60 подъемахъ въ минуту, 0,21 m. высоты подъема, измельчалъ въ теченіе 24 часовъ:

до величины зеренъ 0,5 мм.—0,28 $m.^3$, при расх. воды 9 l въ 1 м.
„ „ „ 1 „ —0,50 $m.^3$, „ „ „ 16 l „ 1 „
„ „ „ 2 „ —0,95 $m.^3$, „ „ „ 32 l „ 1 „

Съ увеличеніемъ величины отверстій (при выносѣ черезъ сѣтку), количества измельченной руды q при различныхъ діаметрахъ d отверстій сѣтки относились при прочихъ равныхъ условіяхъ:

$$q_1 : q_2 = \sqrt[5]{d_1^2} : \sqrt[5]{d^2_2}.$$

Въ заключеніе сказаннаго относительно толчей, приведемъ слѣдующую таблицу данныхъ относительно этихъ устройствъ, изготовляемыхъ на заводахъ Фр. Крупна — Грузонверкъ.

Вѣсъ пестовъ.	360 кгр. 22 п.		400 кгр. 25 п.		450 кгр. 28 п.		520 кгр. 32 п.	
Число пестовъ.	5	10	5	10	5	10	5	10
Число ударовъ каждаго песта въ мин.	90	90	90	90	90	90	90	90
Число оборотовъ шкива въ минуту	45	45	45	45	45	45	45	45
Діаметръ шкива.	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830	1830
Ширина »	280	280	280	280	280	280	280	280
Расходъ силы приблиз. *HP*.	8	16	9	18	10	20	$11^1/_2$	23
Получается, смотря по кач. руды, измельченнаго матеріала въ сутки тонн.	7-$12^1/_2$	14-25	8-14	16-28	9-15	18-30	10-20	20-40
Мѣсто, занимаемое толчей, въ м. длина.	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
ширина.	2,5	4,85	2,5	4,85	2,5	4,85	2,5	4,85
вышина.	9	9	9	9	9	9	9	9
Вѣсъ гарнитуры прибл. кил.	6900	13700	7100	14050	8400	16600	8700	17200
» » съ упаковк.	7400	14700	7700	15100	9000	17700	9300	18200
Цѣна приблизит. . . мар.	4200	8320	4300	8450	4700	9250	4850	9500

III.

Обмывка.

Куски рудной мелочи, получающейся при первоначальномъ грохоченіи поступающей изъ рудника руды, или же при измельченіи въ какомъ-либо изъ описанныхъ выше приборовъ, всегда бываютъ болѣе или менѣе нечистыми: покрытыми глиной, рудной пылью, получающейся при дробленіи и т. п. Въ рудной пыли можетъ содержаться значительное количество полезнаго ископае-

маго, глина же можетъ связывать отдѣльные куски руды, измѣнять ихъ удѣльный вѣсъ и т. д. Для уменьшенія этихъ недостатковъ служитъ обмывка.

Простѣйшими способами обмывки является обмывка въ желобахъ, по которымъ течетъ вода, или же обмывка въ резервуарахъ съ водой. Во многихъ случаяхъ эти способы, несмотря на

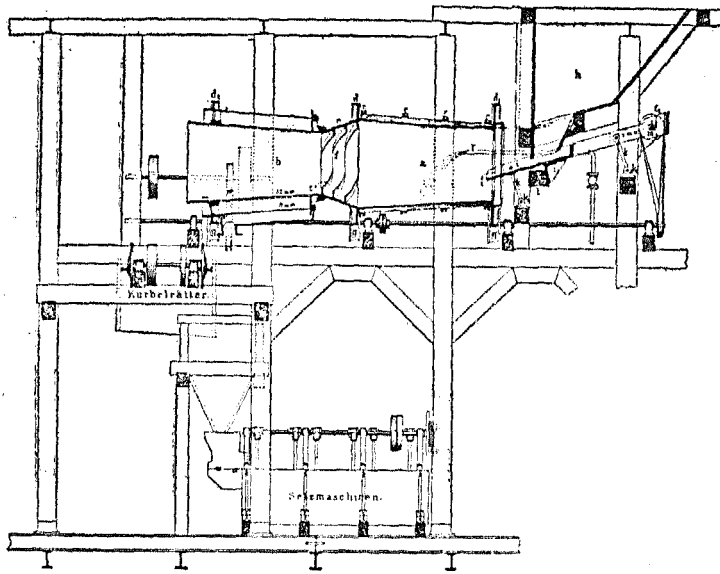


Рис. 49.

свое несовершенство съ технической точки зрѣнія, могутъ оказаться полезными, но на благоустроенныхъ обогатительныхъ фабрикахъ употребляется третій способъ, при которомъ руду помѣщаютъ во вращающійся барабанъ, въ который впускаютъ струю воды.

Устройство такихъ барабановъ можетъ быть довольно разнообразно, здѣсь же опишемъ устройство, примѣняемое въ Ршибрамѣ (рис. 49).

Онъ состоитъ изъ горизонтально расположеннаго конуса *a* съ толстыми стѣнками (80 мм.). Внутри конусъ этотъ одѣтъ желѣзными листами; съ однимъ концомъ его соединенъ другой конусъ *e*, къ которому прикрѣпленъ барабанъ *b*. Весь барабанъ

съ конусами лежитъ тремя фрикціонными ободами d, d_1 и d_2, на 6 фрикціонныхъ роликахъ g.

Въ конусъ a черезъ трубу r вводится вода, а руда поступаетъ изъ засыпной воронки h по скату i. При вращеніи конуса находящаяся въ немъ руда обмывается и собирается въ наиболѣе глубокой его части, откуда винтъ f, расположенный внутри конуса e, передвигаетъ ее въ барабанъ b.

Производительность описаннаго устройства 17—25 тоннъ руды въ часъ при расходѣ воды въ 280 l въ минуту, потребная для приведенія его въ движеніе сила, 4,5—5,4 *HP*.

Риттингеръ, говоря объ обмывочныхъ барабанахъ, указываетъ на то обстоятельство, что діаметръ ихъ не слѣдуетъ дѣлать менѣе 1,25—1,6 m. съ тою цѣлью, чтобы въ случаѣ надобности въ нихъ могъ помѣститься рабочій. Длина дѣлается обыкновенно около 2,8 m. и увеличивается до 3,8—4,5 m. лишь при очень глинистой рудѣ. Наклонъ производящихъ конусовъ къ горизонту дѣлается обыкновенно — $^1/_{21}$, а при очень глинистыхъ рудахъ — $^1/_{12}$. Скорость вращенія барабана принимается около 0,8 m., что для указаннаго средняго діаметра барабановъ составляетъ около 10 оборотовъ въ минуту.

Руда, подвергшаяся первоначальному грохоченію, выдѣленію изъ нея крупныхъ кусковъ чистой руды (штуфовъ) и пустой породы, послѣдующему измельченію и обмывкѣ, представляетъ такъ-называемый подрудокъ или рудную мелочь, т.-е. смѣсь болѣе или менѣе мелкихъ частицъ, зеренъ и кусковъ руды, величина которыхъ не превосходитъ 30 мм. Какъ мы видѣли, вся эта масса рудной мелочи образовалась при

a) рудоразборкѣ, соединенной съ ручнымъ или машиннымъ дробленіемъ,

b) обмывкѣ рудъ (мелочь, провалившаяся черезъ 30 мм. отверстія обмывочныхъ барабановъ),

c) измельченіи (дробленіи) руды посредствомъ вышеописанныхъ дробильныхъ механизмовъ.

Части рудной мелочи, происшедшія при операціяхъ a и b, могутъ содержать куски и зерна руды, начиная отъ 30 мм. и кончая мельчайшими частицами, мелочь же, образовавшаяся при

дробленіи въ различныхъ механизмахъ, не содержитъ кусковъ болѣе 8 мм., обыкновенно же еще меньше, такъ какъ для извлеченія изъ руды заключающихся въ ней металлъ-содержащихъ частей чаще требуется еще болѣе мелкое дробленіе.

По отношенію къ качеству рудная мелочь состоитъ изъ частей (зеренъ, кусковъ) чистой руды, чистой пустой породы и частей, представляющихъ смѣсь пустой породы и руды.

Наша задача состоитъ въ томъ, чтобы въ этой рудной мелочи не только отдѣлить рудныя части отъ безрудныхъ, но и раздѣлить рудныя зерна между собой по ихъ минералогическому составу (напримѣръ, свинцовый блескъ отъ цинковой обманки и т. д.), — словомъ, въ раздѣленіи на части по удѣльному вѣсу (Separation — раздѣленіе).

Такъ какъ подобное раздѣленіе вслѣдствіе малой величины раздѣляемыхъ частей нельзя произвести ручной работой, то для достиженія намѣченной цѣли прибѣгаютъ къ помощи воды, воздуха, магнетизма и т. д., пользуясь различнымъ отношеніемъ къ этимъ факторамъ тѣлъ различнаго удѣльнаго вѣса.

Примѣненіе воздуха, магнетизма и т. д. ограничивается до сихъ поръ частными случаями, въ то время какъ примѣненіе воды является правиломъ.

Примѣненіе воды для раздѣленія (Separation) основано на законахъ паденія и движенія въ ней тѣлъ различнаго удѣльнаго вѣса.

Поэтому, прежде чѣмъ приступить къ описанію самыхъ процессовъ „раздѣленія“, необходимо ознакомиться съ законами движенія тѣлъ въ водѣ.

IV.

Всякая жидкость оказываетъ падающему въ ней тѣлу извѣстное сопротивленіе, направленное въ сторону, противоположную дѣйствію силы тяжести. Вслѣдствіе этого паденіе происходитъ съ гораздо меньшимъ ускореніемъ, чѣмъ въ безвоздушномъ пространствѣ.

Пусть v — будетъ скорость восходящей струи воды (или, что — то же, скорость паденія тѣла), которая дѣйствуетъ на пластинку, поверхность коей, въ кв. метрахъ, назовемъ черезъ f.

Давленіе оказываемое при этомъ водою, равняется давленію столба воды, основаніе котораго f, а высота $\frac{v^2}{2g}$. Назовемъ это давленіе черезъ W.

Имѣемъ

$$W = f\frac{v^2}{2g}\gamma = 51\, f\, v^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

гдѣ

$\gamma = 1000$ kgr. (вѣсъ куб. метра воды) и $g = 9{,}81$ (ускореніе силы тяжести).

Если f (поверхность пластинки) равняется 1 кв. м., а скорость v также $= 1$ м., то пластинка испытываетъ давленіе, равное

$$\alpha = 51 \text{ kgr.}$$

На основаніи этого уравненіе (1) можно написать въ видѣ

$$W = \alpha\, f\, v^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

гдѣ α есть давленіе, оказываемое струей воды въ 1 м. на поверхность въ 1 кв. м.

Если вмѣсто воды мы будемъ имѣть другую жидкость, удѣльнаго вѣса Δ, то уравненіе (1) пріобрѣтетъ видъ:

$$W = f\frac{v^2}{2g}\cdot\gamma\cdot\Delta = 51\, f\, v^2\Delta$$

или, на основаніи (2)

$$W = \alpha\, f\, v^2\Delta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Мы разобрали случай паденія тѣла, имѣющаго видъ пластинки. Какъ легко доказать теоретически и что вполнѣ подтверждается опытомъ, какой бы формы ни было падающее тѣло, для величины давленія на него воды мы получимъ выраженія совершенно подобныя (2) и (3), различающіяся другъ отъ друга только числовыми величинами для α.

Для шарообразныхъ тѣлъ Риттингеръ теоретически нашелъ

$$\alpha = 25{,}5.$$

Та же самая величина была опредѣлена и чисто опытнымъ путемъ.

Паденіе шарообразныхъ тѣлъ въ жидкости.

Примемъ слѣдующія обозначенія:

f — горизонтальное сѣченіе (черезъ центръ) или горизонтальная проекція шарообразнаго тѣла, въ кв. метрахъ.

d — діаметръ этого тѣла.

δ — удѣльный вѣсъ его.

Δ — удѣльный вѣсъ жидкости, въ которой происходитъ паденіе.

k — вѣсъ тѣла или дѣйствующая на него сила тяжести, въ килограммахъ.

$g = 9{,}809$ — ускореніе силы тяжести.

$\gamma = 1000$ kgr. — вѣсъ куб. метра воды.

t — время — въ секундахъ — въ концѣ котораго мы наблюдаемъ состояніе тѣла при его паденіи въ жидкости.

K — *сила, двигающая тѣло.*

G — ускореніе тѣла подъ вліяніемъ этой силы K.

v — скорость тѣла.

s — пройденный имъ путь.

Такъ какъ ускоренія относятся какъ дѣйствующія усилія, то имѣемъ:

$$G : g = K : k,$$

откуда

$$G = g \frac{K}{k} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Въ правой части этого уравненія g и k величины извѣстныя, нужно опредѣлить только величину K.

Въ безвоздушномъ пространствѣ $K = k$, но въ нашемъ случаѣ K будетъ, *очевидно*, менѣе k, такъ какъ при паденіи тѣла въ жидкости вѣсъ его k будетъ уменьшенъ на основаніи закона Архимеда и отъ давленія, оказываемаго жидкостью на тѣло.

Назовемъ черезъ P потерю въ вѣсѣ тѣла въ жидкости, т.-е. вѣсъ вытѣсненной тѣломъ жидкости.

Какъ извѣстно *)

$$P : k = \Delta : \delta$$

откуда

$$P = k \cdot \frac{\Delta}{\delta}.$$

Давленіе (сопротивленіе), оказываемое жидкостью на тѣло, какъ мы видѣли выше, равняется

$$W = \varkappa v^2 f \Delta,$$

слѣдовательно,

$$K = k - \left(k \frac{\Delta}{\delta} + \varkappa v^2 f \Delta \right);$$

---

*) При равныхъ объемахъ абсолютные вѣса относятся какъ удѣльные.

подставляя эту величину въ (4) получимъ

$$G = \frac{g}{k}\left(k - k\,\frac{\Delta}{\delta} - \alpha\, v^2\, f\,\Delta\right)$$

$$G = g\left(1 - \frac{\Delta}{\delta} - \alpha\, v^2\,\Delta\,\frac{f}{k}\right)$$

$$G = \frac{g}{\delta}\left(\delta - \Delta - \alpha\, v^2\,\Delta\,\frac{f\,\delta}{k}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

Опредѣлимъ величину $\frac{f\,\delta}{k}$.

Такъ какъ тѣло имѣетъ форму шара, то согласно условію

$$f = \frac{\pi\, d^2}{4},$$

а

$$k = \frac{4}{3}\,\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \gamma\,\delta,$$

слѣдовательно,

$$\frac{f\,\delta}{k} = \frac{3}{2\,d\,\gamma} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Подставивъ эту величину въ (5) получимъ

$$G = \frac{g}{\delta}\left(\delta - \Delta - \frac{3}{2\,d\,\gamma}\,\alpha\, v^2\,\Delta\right)$$

$$G = \frac{g\,(\delta - \Delta)}{\delta}\left(1 - \frac{3\,\alpha\,\Delta}{2\,d\,\gamma\,(\delta - \Delta)}\,v^2\right).$$

Назовемъ для краткости

$$\frac{3\,\alpha\,\Delta}{2\,d\,\gamma\,(\delta - \Delta)} = A^2, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

тогда

$$G = \frac{g\,(\delta - \Delta)}{\delta}\,(1 - A^2\, v^2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Изъ этого уравненія, выражающаго ускореніе G черезъ скорость v, можно найти выраженіе для времени t посредствомъ v.

Имѣемъ

$$\frac{d\,v}{d\,t} = G,$$

откуда

$$d\,t = \frac{d\,v}{G},$$

или, послѣ подстановки,

$$d\,t = \frac{\delta}{g\,(\delta - \Delta)} \cdot \frac{d\,v}{1 - A^2\, v^2}.$$

Интегрируя, получимъ

$$t = \frac{\delta}{g\,(\delta - \Delta)} \int \frac{d\,v}{1 - A^2\,v^2} + \text{Const.} \quad \ldots\ldots\ldots (9)$$

Положимъ

$$A^2\,v^2 = x^2$$
$$A\,v = x$$
$$v = \frac{x}{A}$$
$$d\,v = \frac{d\,x}{A}$$

получимъ

$$\int \frac{d\,v}{1 - A^2\,v^2} = \frac{1}{A} \int \frac{d\,x}{1 - x^2}$$

но

$$\frac{1}{1 - x^2} = \frac{1}{2\,(1 + x)} + \frac{1}{2\,(1 - x)}$$

слѣдовательно

$$\int \frac{d\,x}{1 - x^2} = \frac{1}{2} \int \frac{d\,x}{1 + x} + \frac{1}{2} \int \frac{d\,x}{1 - x} = \frac{1}{2} \text{ lognat } (1 + x) - \frac{1}{2} \text{ lognat } (1 - x) = \frac{1}{2} \text{ lognat } \frac{1 + x}{1 - x}$$

Мы приняли $x = A\,v$,

слѣдовательно,

$$\int \frac{d\,v}{1 - A^2\,v^2} = \frac{1}{A} \int \frac{d\,x}{1 - x^2} = \frac{1}{2\,A} \text{ lognat } \frac{1 + x}{1 - x} = \frac{1}{2\,A} \text{ lognat } \frac{1 + A\,v}{1 - A\,v}$$

Подставляя эту величину въ выраженіе (9) получаемъ

$$t = \frac{\delta}{2\,A\,g\,(\delta - \Delta)} \text{ lognat } \frac{1 + A\,v}{1 - A\,v} + \text{Const.}$$

Постоянная $C = 0$, такъ какъ при $t = 0$ и $v = 0$.

Назовемъ для краткости

$$\frac{\delta}{A\,g\,(\delta - \Delta)} = \frac{1}{B} \quad \ldots\ldots\ldots (10)$$

$$B = \frac{g\,(\delta - \Delta)}{\delta}\,A = \frac{g\,(\delta - \Delta)}{\delta} \sqrt{\frac{3\,\alpha\,\Delta}{2\,d\,\gamma\,(\delta - \Delta)}}$$

Откуда

$$B = g \sqrt{\frac{3\,\alpha}{2\,\gamma}} \cdot \frac{\sqrt{\Delta\,(\delta - \Delta)}}{\delta \sqrt{d}}, \quad \ldots\ldots\ldots (11)$$

тогда

$$t = \frac{1}{2\,B} \text{ lognat } \frac{1 + A\,v}{1 - A\,v}. \quad \ldots\ldots\ldots (12)$$

что и представляетъ искомую зависимость между t и v.

Легко, разумѣется, найти отсюда и выраженіе v черезъ t .

$$2\,Bt = \text{lognat}\,\frac{1+Av}{1-Av}$$

$$e^{2Bt} = \frac{1+Av}{1-Av}$$

$$e^{2Bt} - Av\,e^{2Bt} = 1 + Av$$

$$e^{2Bt} - 1 = Av\,(e^{2Bt} + 1)$$

$$v = \frac{1}{A} \cdot \frac{e^{2Bt} - 1}{e^{2Bt} + 1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

Выше (11) мы нашли, что

$$B = \frac{g}{\delta}\sqrt{\frac{3\,\alpha}{2\,\gamma} \cdot \frac{(\delta - \Delta)\,\Delta}{d}};$$

разсматривая это выраженіе, видимъ, что величина B зависитъ отъ діаметра тѣла d: чѣмъ меньше d, тѣмъ больше B. На этомъ основаніи величина e^{2Bt} будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше d и чѣмъ больше t.

При достаточно малой величинѣ d и большомъ t дробь

$$\frac{e^{2Bt} - 1}{e^{2Bt} + 1}$$

приближается къ единицѣ, вслѣдствіе чего выраженіе (13) можно написать такъ:

$$v = \frac{1}{A} = \sqrt{\frac{2d\,\gamma\,(\delta - \Delta)}{3\,\alpha\,\Delta}} = C_1\sqrt{\frac{d\,(\delta - \Delta)}{\Delta}}, \quad \ldots\ldots (14)$$

гдѣ

$$C_1 = \sqrt{\frac{2\,\gamma}{3\,\alpha}}.$$

Выраженіе (14) представляетъ собой предѣльную величину, къ которой, по мѣрѣ увеличенія t, стремится v, достигая ея при $t = \infty$.

Для практики же можно съ достаточной точностью принять, что скорость v есть величина по отношенію ко времени почти постоянная, ибо, какъ показываетъ выраженіе (14), она зависитъ исключительно отъ діаметра тѣла d и его удѣльнаго вѣса δ.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ Риттингеромъ вычислены по формулѣ (13) скорость v для

$$t = \frac{1}{8},\ \frac{1}{4},\ \frac{1}{2}\ \text{и}\ 1\ \text{сек.}$$

для шаровъ *) свинцоваго блеска, сѣрнаго колчедана и кварца (удѣльный вѣсъ = 7,5, 5 и 2,6) діаметромъ въ 16, 4 и 1 мм.

*) Вслѣдствіе этого $\alpha = 25{,}5$.

	Удѣльный вѣсъ. δ	Діаметръ въ мм. d	Скорости v — по истеченіи времени — t секундъ.				
			$t=0{,}125$	$t=0{,}25$	$t=0{,}50$	$t=1$	$t=2$
			м е т р ы.				
Свинцовый блескъ . . .	7,5	16	0,903	1,411	1,630	1,650	1,650
Сѣрный колчеданъ . . .	5,0	16	0,825	1,174	1,287	1,293	1,293
Кварцъ	2,6	16	0,570	0,767	0,801	0,817	0,817
Свинцовый блескъ . . .	7,5	4	0,704	0,814	0,823	0,824	0,824
Сѣрный колчеданъ . . .	5,0	4	0,586	0,643	0,646	0,646	0,646
Кварцъ	2,6	4	0,383	0,409	0,409	0,409	0,409
Свинцовый блескъ . . .	7,5	1	0,409	0,413	0,414	0,414	0,414
Сѣрный колчеданъ . . .	5,0	1	0,321	0,323	0,323	0,323	0,323
Кварцъ	2,6	1	0,203	0,204	0,204	0,204	0,204

Изъ этой таблицы видно, что для шаровъ діаметромъ въ 16 мм. скорость v къ концу первой секунды дѣлается п о с т о я н н о й, въ то время какъ для діаметра въ 1 мм. она дѣлается постоянной уже до истеченія $^1/_4$ секунды.

Слѣдовательно, т ѣ л а н е б о л ь ш о г о д і а м е т р а падаютъ съ у с к о р е н і е м ъ лишь въ п е р в ы е м о м е н т ы своего движенія, которое затѣмъ скоро переходитъ въ равномѣрное, вслѣдствіе чего во всѣхъ случаяхъ, когда діаметръ падающихъ тѣлъ невеликъ, а время t болѣе значительно, мы для опредѣленія скорости v можемъ вполнѣ довольствоваться выраженіемъ (14).

Перейдемъ теперь къ опредѣленію пути s, проходимаго тѣломъ при своемъ паденіи во время t.

Имѣемъ:

$$\frac{d\,s}{d\,t} = v$$

$$d\,s = v\,d\,t.$$

Вставивъ сюда найденную выше (13) величину для v, получимъ:

$$d\,s = \frac{1}{A} \cdot \frac{e^{2Bt} - 1}{e^{2Bt} + 1}\,d\,t.$$

Умножимъ числителя и знаменателя правой части этого уравненія на $B\,e^{-Bt}$

$$d\,s = \frac{1}{A} \cdot \frac{B\,e^{Bt} - B\,e^{-Bt}}{B\,e^{Bt} + B\,e^{-Bt}}\,d\,t$$

$$d\,s = \frac{1}{A\,B} \cdot \frac{d\,(e^{Bt} + e^{-Bt})}{e^{Bt} + e^{-Bt}}$$

Интегрируя, получаемъ:

$$s = \frac{1}{A\,B}\,\text{lognat}\,(e^{Bt} + e^{-Bt}) + \text{Const.} \quad \ldots\ldots\ldots (15)$$

Для опредѣленія постоянной (Const.) замѣтимъ, что при $t = 0$ и $s = 0$, т.-е.

$$0 = \frac{1}{A\,B}\,\text{lognat}\,2 + \text{Const.} \quad \ldots\ldots\ldots (16)$$

Вычитая (16) изъ (15) получимъ окончательное выраженіе для s:

$$s = \frac{1}{A\,B}\,\text{lognat}\,\frac{e^{Bt} + e^{-Bt}}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (17)$$

Для того, чтобы сдѣлать это выраженіе примѣнимымъ для цѣлей практики, разсмотримъ его для двухъ случаевъ: случая, когда t имѣетъ болѣе или менѣе значительную величину и для случая, когда t очень мало.

I. t — время паденія — значительно.

Въ этомъ случаѣ съ достаточной для цѣлей практики точностью можемъ по сравненію съ величиной e^{Bt} — пренебречь величиною

$$e^{-Bt} = \frac{1}{e^{Bt}}$$

тогда выраженіе (17) приметъ видъ:

$$s = \frac{1}{A\,B}\,\text{lognat}\,\frac{e^{Bt}}{2} = \frac{1}{A\,B}\,(B\,t - \text{lognat}\,2),$$

но $\text{lognat}\,2 = 0{,}693$, какъ величиною незначительною по сравненію съ Bt, можно тоже пренебречь.

Имѣемъ:

$$s = \frac{B\,t}{A\,B} = \frac{t}{A}$$

или, на основаніи (14), съ достаточной степенью приближенія

$$s = t\,v = t\sqrt{\frac{2\,\gamma}{3\,\alpha} \cdot \frac{d\,(\delta - \Delta}{\Delta}}.$$

Обозначивъ, какъ раньше,

$$\sqrt{\frac{2\,\gamma}{3\,\alpha}} = C_1$$

получимъ:

$$s = C_1 t \sqrt{\frac{d(\delta - \Delta)}{\Delta}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

Для случая паденія тѣла въ водѣ имѣемъ $\gamma = 1000$, $d = 25{,}6$ и $\Delta = 1$, вслѣдствіе чего выраженіе (18) принимаетъ слѣдующій видъ:

$$s = 5{,}11\, t \sqrt{d(\delta - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

но $s = v\,t$, слѣдовательно:

$$v = 5{,}11 \sqrt{d(\delta - 1)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

Если два шарообразныхъ тѣла, діаметры которыхъ d_1 и d_2, а удѣльные вѣса δ_1 и δ_2, пройдутъ при паденіи своемъ въ водѣ пути s_1 и s_2, то скорости ихъ v_1 и v_2 будутъ:

$$v_1 = 5{,}11 \sqrt{d_1(\delta_1 - 1)}$$

$$v_2 = 5{,}11 \sqrt{d_2(\delta_2 - 1)}.$$

Если скорости v_1 и v_2 одинаковы, то имѣемъ

$$d_1(\delta_1 - 1) = d_2(\delta_2 - 1)$$

или

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

Тѣла, падающія въ водѣ (или вообще въ какой-нибудь жидкости) съ одинаковыми скоростями называются р а в н о п а д а ю щ и м и или э к в и в а л е н т н ы м ы. Иногда тѣла эти называются также с и м ф о т и ч е с к и м и.

Д і а м е т р ы подобныхъ тѣлъ, очевидно, должны удовлетворять выраженію (21), которое является о с н о в н ы м ъ.

Что касается о б ъ е м о в ъ двухъ равнопадающихъ шарообразныхъ тѣлъ различнаго удѣльнаго вѣса, то изъ того же выраженія (21) слѣдуетъ, что они всегда н е о д и н а к о в ы; тѣло съ бо́льшимъ удѣльнымъ вѣсомъ имѣетъ г о р а з д о м е н ь ш і й объемъ, чѣмъ тѣло съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ.

Напримѣръ, шарики кварца и свинцоваго блеска, удѣльные вѣса которыхъ $\delta_1 = 2{,}6$ и $\delta_2 = 7{,}5$, чтобы быть равнопадающими должны имѣть діаметры d_1 и d_2, удовлетворяющіе отношенію

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1} = \frac{6{,}5}{1{,}6} = 4.$$

Такъ какъ объемы двухъ шаровъ относятся, какъ третьи степени ихъ діаметровъ, то имѣемъ

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{d^3_1}{d^3_2} = \left(\frac{6{,}5}{1{,}6}\right)^3 = 64$$

т.-е. *объемъ шарика кварца равнонадающаго съ шарикомъ свинцоваго блеска въ 64 раза больше объема послѣдняго.*

Абсолютные вѣса двухъ равнопадающихъ тѣлъ, подобно объемамъ, также всегда неодинаковы, что видно изъ слѣдующаго разсужденія.

Въ самомъ дѣлѣ, замѣтимъ, что

$$P_1 = V_1 \gamma \delta_1$$

$$P_2 = V_2 \gamma \delta_2$$

слѣдовательно

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1 \delta_1}{V_2 \delta_2}.$$

Такъ какъ, однако

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(\delta_2 - 1)^3}{(\delta_1 - 1)^3}$$

то

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\delta_1 (\delta_2 - 1)^3}{\delta_2 (\delta_1 - 1)^3} = \frac{\frac{(\delta_2 - 1)^3}{\delta_2}}{\frac{(\delta_1 - 1)^3}{\delta_1}} \quad \ldots\ldots\ldots (22)$$

Если же $\delta_1 > \delta_2$, то принимая во вниманіе, что во всѣхъ случаяхъ обогащенія δ_1 и δ_2 *больше единицы*, можемъ написать

$$\delta_1^{\frac{2}{3}} > \delta_2^{\frac{2}{3}}$$

а также

$$\frac{1}{\delta_2^{\frac{1}{3}}} > \frac{1}{\delta_1^{\frac{1}{3}}}$$

Изъ этихъ неравенствъ получаемъ:

$$\delta_1^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{\delta_1^{\frac{1}{3}}} > \delta_2^{\frac{2}{3}} - \frac{1}{\delta_2^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{\delta_1 - 1}{\delta_1^{\frac{1}{3}}} > \frac{\delta_2 - 1}{\delta_2^{\frac{1}{3}}}$$

$$\frac{(\delta_1 - 1)^3}{\delta_1} > \frac{(\delta_2 - 1)^3}{\delta_2}$$

На основаніи этого, принявъ во вниманіе (22), получимъ

$$P_1 < P_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

т.-е. тѣло большаго удѣльнаго вѣса имѣетъ не только меньшій объемъ, но и меньшій абсолютный вѣсъ, чѣмъ равнопадающее съ нимъ тѣло меньшаго удѣльнаго вѣса.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что *абсолютные вѣса* двухъ равнопадающихъ тѣлъ отличаются другъ отъ друга меньше, чѣмъ ихъ объемы.

Въ самомъ дѣлѣ, мы видѣли, что объемы равнопадающихъ тѣлъ относятся между собою, какъ

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(\delta_2 - 1)^3}{(\delta_1 - 1)^3},$$

въ то время какъ отношеніе ихъ абсолютныхъ вѣсовъ равняется

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\delta_1 (\delta_2 - 1)^3}{\delta_2 (\delta_1 - 1)^3}$$

т.-е., отношеніе между вѣсами должно быть умножено еще на *правильную дробь* $\frac{\delta_2}{\delta_1}$, чтобы получилось отношеніе между объемами.

Изложенные законы паденія тѣлъ имѣютъ большое значеніе въ практикѣ.

Если группу зеренъ *) различнаго діаметра и удѣльнаго вѣса заставимъ одновременно упасть съ нѣкоторой (довольно значительной) высоты въ водѣ, то на днѣ сосуда, въ которомъ происходитъ паденіе, зерна расположатся *слоями*, каждый изъ которыхъ будетъ состоять изъ *равнопадающихъ зеренъ*.

Если снять эти слои отдѣльно и зерна каждаго изъ нихъ раздѣлить по величинѣ, то, очевидно, *зерна одинаковой величины* будутъ имѣть и *одинаковый удѣльный вѣсъ*.

Процессы, основанные на изложенныхъ законахъ паденія, называются *сортировкой*. а группы равнопадающихъ зеренъ *сортами*.

II. Разсмотримъ теперь выраженіе (17) для случаевъ *малыхъ* t.

Имѣя

$$s = \frac{1}{A\,B} \operatorname{lognat} \frac{e^{Bt} + e^{-Bt}}{2}$$

разложимъ прежде всего величины e^{Bt} и e^{-Bt} въ ряды, по общей формулѣ:

$$e^x = 1 + \frac{x}{1} + \frac{x^2}{1.2} + \frac{x^3}{1.2.3} + \ldots.$$

Имѣемъ

$$\frac{e^{Bt} + e^{-Bt}}{2} = \frac{1}{2}\left(1 + Bt + \frac{B^2 t^2}{1.2} + \frac{B^3 t^3}{1.2.3} + \ldots. + \right.$$

$$\left. + 1 - Bt + \frac{B^2 t^2}{1.2} - \frac{B^3 t^3}{1.2.3} + \ldots\right).$$

*) Форму зеренъ *пока* для простоты принимаемъ за шарообразную.

Пренебрегая четвертыми степенями Bt, получимъ:

$$\frac{e^{Bt}+e^{-Bt}}{2}=\frac{1}{2}(2+B^2t^2).$$

Слѣдовательно

$$\operatorname{lognat}\frac{e^{Bt}+e^{-Bt}}{2}=\operatorname{lognat}\left(\frac{B^2t^2}{2}+1\right).$$

Разлагая правую часть этого уравненія въ рядъ по общей формулѣ:

$$\operatorname{lognat}(x+1)=x-\frac{x^2}{2}+\frac{x^3}{3}-\frac{x^4}{4}+\ldots$$

и попрежнему пренебрегая четвертыми степенями Bt, получимъ:

$$\operatorname{lognat}\left(\frac{B^2t^2}{2}+1\right)=\frac{B^2t^2}{2}.$$

Выраженіе (17) принимаетъ поэтому слѣдующій видъ:

$$s=\frac{1}{AB}\cdot\frac{B^2t^2}{2}=\frac{1}{2}\cdot\frac{B}{A}\cdot t^2 \quad \ldots\ldots\ldots (24)$$

но [см. (10) помня, что для воды $\Delta=1$]

$$B=\frac{g(\delta-1)}{\delta}A$$

вслѣдствіе чего

$$s=\frac{\delta-1}{\delta}\cdot\frac{gt^2}{2}$$

или

$$s=\left(1-\frac{1}{\delta}\right)\frac{gt^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (25)$$

Изъ этого выраженія слѣдуетъ, что

1) въ самомъ началѣ паденіе движеніе тѣла равномѣрно-ускоренное, при чемъ ускореніе

$$G=\left(1-\frac{1}{\delta}\right)\cdot g,$$

т.-е., меньше того, которое тѣло имѣло бы внѣ воды ($=g$), такъ какъ $\frac{\delta-1}{\delta}$ представляетъ всегда правильную дробь.

По истеченіи болѣе продолжительнаго промежутка времени t движеніе, какъ мы видѣли, превращается въ равномѣрно-поступательное;

2) величина пути, проходимаго тѣломъ при самомъ началѣ своего паденія зависитъ только отъ удѣльнаго вѣса его δ, а не отъ діаметра.

Обстоятельство это имѣетъ первостепенное значеніе, такъ какъ даетъ намъ возможность раздѣлить смѣсь зеренъ различнаго діаметра по ихъ удѣльному вѣсу.

Для этого смѣсь подобныхъ зеренъ нужно заставить одновременно упасть съ очень небольшой высоты (т.-е. при очень маломъ t).

Выводомъ этимъ, однако, надо пользоваться съ извѣстнымъ ограниченіемъ, такъ какъ выраженіе (25) есть выраженіе приблизительное.

Большинство спеціалистовъ признаетъ этотъ фактъ и полагаетъ, что процессъ раздѣленія смѣси зеренъ по удѣльному вѣсу, основанный на паденіи ихъ въ очень короткіе промежутки времени, такъ-наз. отсадка, идетъ тѣмъ лучше, чѣмъ однороднѣе по величинѣ своихъ зеренъ смѣсь.

Поэтому, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ это только возможно, передъ тѣмъ, какъ подвергнуть смѣсь зеренъ отсадкѣ, ее предварительно классифицируютъ, т.-е., какъ объяснено выше, раздѣляютъ по крупности; въ тѣхъ же случаяхъ, когда классификація оказывается практически невыполнимой, то довольствуются тѣмъ, чтобы каждая группа зеренъ, подвергающаяся отсадкѣ, состояла изъ зеренъ равнопадающихъ, т.-е. удовлетворяющихъ уравненію

$$d_1 (\delta_1 - 1) = d_2 (\delta_2 - 1).$$

Въ томъ, что группа равнопадающихъ зеренъ руды, т.-е. сортъ можетъ быть раздѣленъ отсадкою, можно убѣдиться изъ слѣдующаго разсужденія.

На основаніи (25) имѣемъ:

$$s_1 = \left(\frac{\delta_1 - 1}{\delta_1}\right) \frac{g t^2}{2} = \frac{d_1 (\delta_1 - 1) \cdot g t^2}{d_1 \delta_1 \quad 2}$$

$$s_2 = \left(\frac{\delta_2 - 1}{\delta_2}\right) \frac{g t^2}{2} = \frac{d_2 (\delta_2 - 1) \cdot g t^2}{d_2 \delta_2 \quad 2}.$$

Очевидно, что величины s_1 и s_2 зависятъ исключительно отъ знаменателей. Если d_1 и δ_1 отнесемъ къ тѣлу съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, а d_2 и δ_2 — къ тѣлу съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ, то, такъ какъ тѣла равнопадающи, имѣемъ:

$$d_1 < d_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(a)}$$

а также:

$$d_1 \delta_1 - d_1 = d_2 \delta_2 - d_2. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(b)}$$

Складывая выраженія (a) и (b) получимъ:

$$d_1 \delta_1 < d_2 \delta_2$$

вслѣдствіе чего

$$s_1 > s_2$$

т.-е. изъ двухъ равнопадающихъ тѣлъ тѣло большаго удѣльнаго вѣса въ началѣ своего движенія опередитъ равнопадающее съ нимъ тѣло меньшаго удѣльнаго вѣса, что же касается величины этого опереженія, то можно сказать слѣдующее.

На основаніи (25) можемъ написать:

$$s_1 - s_2 = \frac{1}{2} g \left(\frac{1}{\delta_2} - \frac{1}{\delta_1}\right) t^2 = \frac{1}{2} g \left(\frac{\delta_1 - \delta_2}{\delta_2 \delta_1}\right) t^2 =$$

$$= \frac{1}{2} g \left(\frac{1 - \frac{\delta_2}{\delta_1}}{\delta_2}\right) t^2$$

откуда заключаемъ, что разница $s_2 - s_1$ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше δ_2 и больше δ_1, т.-е., чѣмъ больше разнятся другъ отъ друга удѣльные вѣса δ_2 и δ_1.

Паденіе въ жидкости (водѣ) тѣлъ неправильной формы.

До сихъ поръ наши разсужденія касались тѣлъ, представлявшихъ собой правильные шары, для которыхъ мы принимали величину сопротивленія $\alpha = 25{,}5$. На практикѣ, однако, такихъ правильныхъ тѣлъ быть не можетъ, и зерна, получаемыя при различныхъ процессахъ дробленія, имѣютъ самую разнообразную форму.

Риттингеръ принимаетъ, что въ общемъ форма зеренъ можетъ быть отнесена къ тремъ категоріямъ:

a) кругловатыя зерна;
b) плоскія зерна;
c) продолговатыя зерна.

Такъ какъ сопротивленіе жидкости, которое встрѣчаетъ тѣло при своемъ паденіи въ ней, зависитъ отъ формы тѣла, то величина α_1 для тѣлъ неправильной формы будетъ различна для трехъ указанныхъ главныхъ категорій зеренъ.

Путемъ опыта дознано, что въ среднемъ

для тѣлъ кругловатой формы . . . . . $\alpha_1 = 65$
» » плоской » . . . . . $\alpha_1 = 120$
» » продолговатой формы . . . . . $\alpha_1 = 90$

Для того, чтобы пользоваться на практикѣ вышенайденными выраженіями, въ нихъ вмѣсто α слѣдуетъ вставлять величину α_1 — въ зависимости отъ формы зерна; что же касается величины діаметровъ, то условимся, что въ выведенныхъ нами выраженіяхъ d будетъ означать идеальный діаметръ шара, имѣющаго одинаковый объемъ съ даннымъ зерномъ. Этотъ діаметръ, очевидно, легко вычислить, зная вѣсъ зерна и его удѣльный вѣсъ.

До сихъ поръ мы разсматривали законы паденія тѣла въ спокойной водѣ, но такъ какъ обогатительные механизмы, служащіе для раздѣленія смѣси рудныхъ зеренъ, раздѣляютъ послѣднія не только въ спокойной, но и въ восходящей и нисходящей струяхъ, то необходимо разсмотрѣть и эти два случая.

Движеніе тѣлъ въ восходящей струѣ воды.

Предположимъ, что шарообразное твердое тѣло, стремящееся, благодаря силѣ тяжести, упасть, помѣщено въ струѣ воды, двигающейся кверху съ такою скоростью C, что оно не только будетъ остановлено въ своемъ паденіи, но начнетъ даже подниматься.

Если черезъ v назовемъ ту скорость, которую приметъ тѣло по истеченіи времени t, то при сохраненіи прочихъ условныхъ обозначеній — на основаніи (4) получимъ:

$$G = \frac{d\,v}{d\,t} = \frac{g}{k} \cdot K. \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

Поднимающаяся струя воды дѣйствуетъ на тѣло со скоростью

$$C - v$$

вслѣдствіе чего, при шарообразной формѣ тѣла, давленіе, оказываемое водой на тѣло (по направленію снизу вверхъ) будетъ

$$\alpha (C - v)^2 f.$$

Этому давленію противодѣйствуетъ (по направленію сверху внизъ) вѣсъ тѣла *):

$$k - \frac{k}{\delta}$$

слѣдовательно, все давленіе, испытываемое тѣломъ (по направленію снизу вверхъ) равняется

$$K = \alpha (C - v)^2 f - \left(k - \frac{k}{\delta}\right)$$

$$K = \alpha (C - v)^2 f - \frac{k}{\delta} (\delta - 1).$$

Тогда ускореніе, на основаніи (26) будетъ

$$G = \alpha g (C - v)^2 \frac{f}{k} - \frac{g}{\delta} (\delta - 1)$$

$$G = \frac{g}{\delta} \left[\alpha (C - v)^2 \frac{f\delta}{k} - (\delta - 1)\right].$$

Но, согласно (6)

$$\frac{f\,\delta}{k} = \frac{3}{2\,d\,\gamma}$$

слѣдовательно,

$$G = \frac{g}{\delta} \left[\frac{3\,\alpha}{2\,d\,\gamma} (C - v)^2 - (\delta - 1)\right]$$

$$G = \frac{g(\delta - 1)}{\delta} \left[\frac{3\,\alpha (C - v)^2}{2\,d\,\gamma (\delta - 1)} - 1\right].$$

Согласно (7), назовемъ

$$\frac{3\,\alpha}{2\,d\,\gamma (\delta - 1)} = A^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (27)$$

---

*) Вѣсъ тѣла k уменьшается въ водѣ на вѣсъ вытѣсненной имъ воды : $\frac{k}{\delta}$.

получимъ

$$G = \frac{g(\delta - 1)}{\delta}\left[A^2 (C - v)^2 - 1\right] \ldots\ldots\ldots (28)$$

Выраженіе это, за исключеніемъ знака, совершенно подобно выраженію (8).

Выведемъ теперь, какъ и для случая спокойной воды, зависимость между t и v.

Имѣемъ:

$$\frac{dv}{dt} = G$$

$$dt = \frac{dv}{G} = \frac{\delta}{g(\delta - 1)} \cdot \frac{dv}{A^2 (C - v)^2 - 1}.$$

Интегрируя, получаемъ:

$$t = \frac{\delta}{g(\delta - 1)} \int \frac{dv}{A^2 (C - v)^2 - 1} + \text{Const.}$$

Полагая

$$A(C - v) = x$$
$$AC - x = Av$$
$$dv = -\frac{dx}{A}$$

будемъ имѣть:

$$\frac{dv}{A^2 (C - v)^2 - 1} = \frac{-dx}{A(x^2 - 1)} = \frac{dx}{A(1 - x^2)}$$

$$\int \frac{dv}{A^2 (C - v)^2 - 1} = \frac{1}{A} \cdot \int \frac{dx}{(1 - x^2)}$$

Но выше (9) и (10) мы нашли, что

$$\int \frac{dx}{1 - x^2} = \frac{1}{2} \operatorname{lognat} \frac{1 + x}{1 - x}$$

на основаніи этого

$$\int \frac{dv}{A^2 (C - v)^2 - 1} = \frac{1}{2A} \operatorname{lognat} \frac{1 + x}{1 - x}$$

$$\int \frac{dv}{A^2 (C - v)^2 - 1} = \frac{1}{2A} \operatorname{lognat} \frac{1 + A(C - v)}{1 - A(C - v)}$$

$$t = \frac{\delta}{2g(\delta - 1)A} \operatorname{lognat} \frac{1 + A(C - v)}{1 - A(C - v)} + \text{Const.}$$

Обозначимъ, для краткости,

$$\frac{\delta}{g(\delta - 1)A} = \frac{1}{B}$$
$$\frac{g(\delta - 1)A}{\delta} = B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (29)$$

получимъ:

$$t = \frac{1}{2B} \operatorname{lognat} \frac{1 + A(C - v)}{1 - A(C - v)} + \text{Const.} \quad \ldots\ldots\ldots (30)$$

Такъ какъ при $t = 0$ и v тоже $= 0$, то имѣемъ:

$$0 = \frac{1}{2B} \operatorname{lognat} \frac{1 + AC}{1 - AC} + \text{Const.} \quad \ldots\ldots\ldots (31)$$

вычитая (31) изъ (30), получаемъ окончательное выраженіе для t:

$$t = \frac{1}{2B} \operatorname{lognat} \left(\frac{1 + A(C - v)}{1 - A(C - v)} \cdot \frac{1 - AC}{1 + AC} \right). \quad \ldots\ldots (32)$$

При $C = 0$, т.-е., когда вода находится въ спокойномъ состояніи, выраженіе (32) переходитъ, очевидно, въ найденное нами выше выраженіе (12), если принять во вниманіе, что v будетъ отрицательнымъ (тѣло падаетъ).

Найдемъ теперь выраженіе v черезъ t.

Имѣемъ:

$$2Bt = \operatorname{lognat} \left(\frac{1 + A(C - v)}{1 - A(C - v)} \cdot \frac{1 - AC}{1 + AC} \right)$$

$$e^{2Bt} = \frac{1 + AC - Av}{1 - AC + Av} \cdot \frac{1 - AC}{1 + AC}$$

$$e^{2Bt} = \frac{1 - A^2C^2 - (1 - AC)Av}{1 - A^2C^2 + (1 + AC)Av}$$

$$(1 - A^2C^2)e^{2Bt} + (1 + AC)e^{2Bt}Av = 1 - A^2C^2 - (1 - AC)Av$$

$$(e^{2Bt} + ACe^{2Bt} + 1 - AC)Av = (e^{2Bt} - 1)(A^2C^2 - 1)$$

$$[e^{2Bt} + 1 + (e^{2Bt} - 1)AC]Av = (e^{2Bt} - 1)(A^2C^2 - 1)$$

$$\left(\frac{e^{2Bt} + 1}{e^{2Bt} - 1} + AC \right) Av = A^2C^2 - 1$$

откуда

$$v = \frac{A^2C^2 - 1}{A\left(\frac{e^{2Bt} + 1}{e^{2Bt} - 1} + AC \right)} \quad \ldots\ldots\ldots (33)$$

Если $C = 0$, т.-е. вода находится въ покоѣ, то выраженіе (33) получаетъ видъ:

$$v = \frac{-1}{A\left(\frac{e^{2Bt} + 1}{e^{2Bt} - 1} \right)} = -\frac{1}{A} \frac{e^{2Bt} - 1}{(e^{2Bt} + 1)}$$

при чемъ скорость v дѣлается равной скорости паденія тѣла въ спокойной водѣ. Знакъ — (минусъ) показываетъ, что тѣло не поднимается, а падаетъ.

Точно также отрицательное значеніе для v въ случаѣ если $A^2C^2<1$ показываетъ, что тѣло падаетъ въ поднимающейся струѣ воды.

Если $A^2C^2=1$, то $v=0$, т.-е. тѣло неподвижно виситъ въ поднимающейся струѣ воды, при чемъ

$$C=\frac{1}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (34)$$

Обозначимъ скорость струи въ этомъ случаѣ черезъ c.

Представимъ себѣ, что тѣло въ этой струѣ подвѣшено на очень тонкой ниткѣ; очевидно, что, когда тѣло будетъ поддерживаться струей воды (неподвижно висѣть), натяженіе нити будетъ $=0$.

Въ спокойной же водѣ натяженіе нити будетъ:

$$k-\frac{k}{\delta},$$

а давленіе воды на тѣло будетъ

$$\alpha c^2 f.$$

Для равновѣсія необходимо:

$$\alpha c^2 f=\frac{k}{\delta}(\delta-1)$$

откуда получаемъ:

$$c=\sqrt{\frac{k}{\alpha\delta f}(\delta-1)}$$

но

$$\frac{k}{\delta f}=\frac{2d\gamma}{3}$$

слѣдовательно (см. 34):

$$c=\sqrt{\frac{2d\gamma(\delta-1)}{3\alpha}}=\frac{1}{A} \quad \ldots\ldots\ldots (35)$$

Выше мы приняли:

$$B=\frac{g(\delta-1)A}{\delta}$$

Вставляя въ это выраженіе величину для A, получаемъ:

$$B=\frac{g(\delta-1)}{\delta}\sqrt{\frac{3\alpha}{2\gamma d(\delta-1)}}=\frac{g}{\delta}\sqrt{\frac{3\alpha(\delta-1)}{2\gamma d}} \quad \ldots\ldots (36)$$

Изъ этого выраженія видимъ, что величина B будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше d.

Если t сдѣлается больше единицы, т.-е. e^{xBt} получаетъ такое значеніе, что въ выраженіи (33) величинами $+1$ и -1 можно пренебречь, и оно приметъ слѣдующій видъ:

$$v=\frac{A^2C^2-1}{A(1+AC)}=\frac{AC-1}{A}=C-\frac{1}{A}$$

но изъ (35) слѣдуетъ, что

$$\frac{1}{A} = \sqrt{\frac{2\gamma}{3\alpha} d\,(c-1)} = c,$$

т.-е. той скорости, которая потребна для удержанія тѣла на вѣсу.

Имѣемъ окончательно:

$$v = C - c,$$

изъ чего заключаемъ, что скорость v падающагося тѣла по истеченіи сравнительно короткаго промежутка времени дѣлается приблизительно постоянной, приближаясь къ предѣлу

$$C - c.$$

Эта предѣльная скорость м е н ь ш е скорости C воды на величину скорости c, которая необходима, чтобы удержать тѣло на вѣсу.

Опредѣлимъ теперь путь s, который пройдетъ тѣло по истеченіи времени t.

Имѣемъ:

$$ds = v\,dt = \frac{(A^2C^2-1)\,dt}{A\left(\frac{e^{2Bt}+1}{e^{2Bt}-1} + AC\right)}$$

или

$$ds = \frac{A^2C^2-1}{A} \cdot \frac{(e^{2Bt}-1)\,dt}{e^{2Bt}+1+AC\,e^{2Bt}-AC}$$

$$ds = \frac{A^2C^2-1}{A} \cdot \frac{(e^{2Bt}-1)\,dt}{(AC+1)\,e^{2Bt}-(AC-1)}$$

$$ds = \frac{A^2C^2-1}{A(AC+1)} \cdot \frac{(e^{2Bt}-1)\,dt}{e^{2Bt}-\frac{AC-1}{AC+1}}$$

откуда получаемъ:

$$ds = \frac{AC-1}{A} \cdot \frac{(1-e^{2Bt})\,dt}{D-e^{2Bt}}$$

гдѣ

$$D = \frac{AC-1}{AC+1}.$$

Произведя дѣленіе числителя $(1-e^{2Bt})$ на знаменателя $(D-e^{2Bt})$, получимъ:

$$ds = \frac{AC-1}{AD}\left(dt - \frac{(D-1)\,e^{2Bt}\,dt}{D-e^{2Bt}}\right)$$

или

$$ds = \frac{AC-1}{AD}\left(dt + \frac{D-1}{2B}\cdot\frac{d(D-e^{2Bt})}{D-e^{2Bt}}\right).$$

Интегрируя, получимъ

$$s = \frac{AC-1}{AD}\left(t - \frac{1-D}{2B}\,\text{lognat}\,(D-e^{2Bt}) + \text{Const.}\right) \quad \ldots (36)$$

При $t=0$ и s тоже $=0$, вслѣдствіе чего получимъ:

$$o = \frac{AC-1}{AD}\left(-\frac{1-D}{2B}\,\text{lognat}\,(D-1) + \text{Const.}\right) \quad \ldots\ldots (37)$$

Вычитая (37) изъ 36), получимъ:

$$s = \frac{AC-1}{AD}\left[t + \frac{1-D}{2B}\,\text{lognat}\,(D-1) - \frac{1-D}{2B}\,\text{lognat}\,(D-e^{2Bt})\right]$$

откуда

$$s = \frac{AC-1}{AD}\left(t - \frac{1-D}{2B}\,\text{lognat}\,\frac{D-e^{2Bt}}{D-1}\right)$$

или

$$s = \frac{AC-1}{AD}\left(t - \frac{1-D}{2B}\,\text{lognat}\,\frac{e^{2Bt}-D}{1-D}\right).$$

Подставивъ сюда вмѣсто D значеніе его

$$\frac{AC-1}{AC+1}$$

имѣемъ:

$$\frac{AC-1}{AD} = \frac{AC-1}{A}\cdot\frac{AC+1}{AC-1} = \frac{AC+1}{A} \quad \ldots\ldots (38)$$

$$\frac{1-D}{2B} = \frac{1}{2B}\left(1-\frac{AC-1}{AC+1}\right) = \frac{1}{2B}\left(\frac{AC+1-AC+1}{AC+1}\right)$$

$$\frac{1-D}{2B} = \frac{1}{2B}\,\frac{2}{AC+1} = \frac{1}{(AC+1)B}$$

$$e^{2Bt}-D = e^{2Bt} - \frac{AC-1}{AC+1} = \frac{(AC+1)e^{2Bt}-(AC-1)}{AC+1} \quad \ldots (39)$$

$$1-D = 1 - \frac{AC-1}{AC+1} = \frac{AC+1-AC+1}{AC+1} = \frac{2}{AC+1} \quad \ldots 40)$$

На основаніи (38), (39), (40) и (41) окончательно получаемъ:

$$s = \frac{AC+1}{A}\left(t - \frac{1}{(AC+1)B}\,\text{lognat}\,\frac{(AC+1)e^{2Bt}-(AC-1)}{2}\right).$$

Написавъ это уравненіе въ видѣ

$$s = \frac{(AC+1)t}{A} - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{(AC+1)e^{2Bt}-(AC-1)}{2} \quad \ldots (41)$$

послѣдуемъ его.

1) $C=0$ (случай спокойной воды)

$$s = \frac{t}{A} - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{e^{2Bt}+1}{2}$$

$$s = \frac{B\ \text{lognat}\ e^{t}}{AB} - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{e^{2Bt}+1}{2}$$

$$s = \frac{\text{lognat}\ e^{Bt}}{AB} - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{e^{2Bt}+1}{2}$$

$$s = -\frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{e^{2Bt}+1}{2e^{Bt}}$$

$$s = -\frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{e^{Bt}+e^{-Bt}}{2}$$

Выраженіе это, за исключеніемъ знака, совершенно тождественно съ выраженіемъ (17), найденнымъ нами для s въ случаѣ спокойной воды.

2) $C=\frac{1}{A}$

т.-е. скорость воды такова, что тѣло неподвижно виситъ въ ней.

Въ этомъ случаѣ

$$AC=1$$

и

$$s = \frac{2t}{A} - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ e^{2Bt}$$

откуда

$$s = \frac{2t}{A} - \frac{2Bt}{AB} = 0.$$

Выраженіе (41), благодаря своей сравнительной сложности и трансцендентности, неудобно для цѣлей практики, въ особенности же для случаевъ очень малыхъ t, которые при процессахъ отсадки имѣютъ первенствующее значеніе. Поэтому, постараемся это выраженіе упростить.

Имѣемъ:

$$s = \frac{(AC+1)t}{A} - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{(AC+1)e^{2Bt}-(AC-1)}{2}$$

откуда

$$s = \frac{AC+1}{A}\,t - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\ \frac{(AC+1)e^{2Bt}-(AC+1)+2}{2}$$

$$s = \frac{AC+1}{A}\,t - \frac{1}{AB}\ \text{lognat}\left[\frac{(AC+1)(e^{2Bt}-1)}{2}+1\right].$$

Разлагая c^{2Bt} въ рядъ по общей формулѣ

$$c^x = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \cdots$$

и пренебрегая степенями Bt выше второй, получимъ:

$$c^{2Bt} = 1 + 2Bt + 2B^2t^2$$

$$c^{2Bt} = 1 + 2(1 + Bt)Bt$$

и, слѣдовательно

$$s = \frac{AC+1}{A}t - \frac{1}{AB}\,\text{lognat}\left[(AC+1)(1+Bt)Bt + 1\right].$$

Принимая во вниманіе, что

$$\text{lognat}(x+1) = x - \frac{x^2}{2} + \cdots$$

можемъ написать приблизительно

$$s = \frac{AC+1}{A}t - \frac{1}{AB}\left[(AC+1)(1+Bt)Bt - \frac{(AC-1)^2(1+Bt)^2B^2t^2}{2}\right]$$

Отсюда

$$s = \frac{AC+1}{A}t - \frac{(AC+1)(1+Bt)t}{A} + \frac{(AC+1)^2(1+Bt)^2Bt^2}{2A}$$

$$s = \frac{AC+1}{A}\left[1 - 1 - Bt + \frac{(AC+1)(1+Bt)^2Bt}{2}\right]t$$

или

$$s = \frac{AC+1}{A}\left[\frac{(AC+1)(1+Bt)^2 - 2}{2}\right]Bt^2$$

откуда получаемъ:

$$s = \frac{1}{2}(AC+1)\left[(AC+1)(1+Bt)^2 - 2\right]\frac{B}{A}t^2.$$

Благодаря малой величинѣ t можемъ въ выраженіи $1 + Bt$ пренебречь вторымъ его членомъ и написать

$$s = \frac{1}{2}(AC+1)(AC-1)\frac{B}{A}t^2 \quad \ldots\ldots\ldots (42)$$

или, окончательно,

$$s = \frac{1}{2}(A^2C^2 - 1)\frac{B}{A}t^2 \quad \ldots\ldots\ldots (43)$$

Чтобы съ помощью этой формулы можно было сдѣлать выводы относительно вліянія діаметровъ и удѣльныхъ вѣсовъ на высоту, до которой эти тѣла поднимаются, вставимъ въ выраженіе (43) значеніе величинъ A^2 и $\frac{B}{A}$.

Имѣемъ

$$A^2 = \frac{3\alpha}{2d\gamma(\delta - 1)} = \varphi\frac{1}{d(\delta - 1)}$$

и

$$\frac{B}{A} = g\frac{\delta - 1}{\delta} = g\left(1 - \frac{1}{\delta}\right)$$

вслѣдствіе чего

$$s = \left[\frac{\varphi C^2}{d(\delta - 1)} - 1\right]\left(1 - \frac{1}{\delta}\right)\frac{g t^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (44)$$

откуда, окончательно,

$$s = \left[\frac{\varphi C^2}{d\,\delta} - 1 + \frac{1}{\delta}\right]\frac{g t^2}{2}$$

Изъ этого выраженія заключаемъ, что:

1) изъ двухъ тѣлъ одинаковаго діаметра тѣло съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ будетъ поднято на большую высоту, и наоборотъ,

и 2) изъ двухъ тѣлъ одинаковаго удѣльнаго вѣса, тѣло, обладающее меньшимъ діаметромъ поднимается также на большую высоту, и наоборотъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что оба эти вывода относятся, очевидно, къ тѣмъ случаямъ, когда въ выраженіи (43)

$$A^2 C^2 > 1$$

или

$$C > \frac{1}{A}$$

т.-е., когда тѣло дѣйствительно поднимается.

Если $C = 0$, т--е., если вода находится въ спокойномъ состояніи, то выраженіе (43) принимаетъ видъ:

$$s = -\frac{1}{2} \cdot \frac{B}{A} \cdot t^2.$$

Выраженіе это, за исключеніемъ знака, вполнѣ тождественно съ найденнымъ выше (24).

Если $A^2 C^2 < 1$, то $C < \frac{1}{A}$, т.-е. тѣло падаетъ въ поднимающейся струѣ.

Если же, наконецъ, $A^2 C^2 = 1$, то $C = \frac{1}{A}$, т.-е., какъ мы видѣли выше, тѣло въ струѣ виситъ неподвижно.

3) Если тѣла имѣютъ различные діаметры и различные удѣльные вѣса и, кромѣ того, тѣла равнопадающи, т.-е. если

$$d_1(\delta_1 - 1) = d_2(\delta_2 - 1),$$

гдѣ

$$d_1 < d_2, \text{ а } \delta_1 > \delta_2,$$

то, на основаніи (44) пути, проходимые ими, будутъ:

$$s_1 = \left[\frac{\varphi C^2}{d_1(\delta_1 - 1)} - 1\right]\left(1 - \frac{1}{\delta_1}\right)\frac{g t^2}{2}$$

$$\ldots\ldots\ldots (45)$$

$$s_2 = \left[\frac{\varphi C^2}{d_2(\delta_2 - 1)} - 1\right]\left(1 - \frac{1}{\delta_2}\right)\frac{g t^2}{2}$$

Очевидно, величины s_1 и s_2 зависятъ отъ величинъ δ_1. δ_2. d_1 и d_2. Такъ какъ

$$d_1(\delta_1 - 1) = d_2(\delta_2 - 1) \text{ и } \delta_1 > \delta_2$$

то

$$s_1 > s_2$$

т.-е. изъ двухъ равнонадающихъ тѣлъ, тѣло съ меньшимъ діаметромъ (d_1), но съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ (δ_1) въ началѣ движенія (т.-е., при очень маломъ t) будетъ поднято в ы ш е, чѣмъ тѣло съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ.

Объясняется это обстоятельство тѣмъ, что, какъ мы видѣли выше (23), тѣло съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ (δ_2) и большимъ діаметромъ (d_2) имѣетъ *б о л ь ш і й а б с о л ю т н ы й* вѣсъ и большую массу, вслѣдствіе чего при началѣ своего движенія должно преодолѣвать большую инерцію, чѣмъ тѣло меньшаго діаметра (d_1), большаго удѣльнаго вѣса и *м е н ь ш а г о а б с о л ю т н а г о* вѣса.

Обстоятельство это слѣдуетъ считать для процесса отсадки неблагопріятнымъ, такъ какъ поднимающаяся струя воды располагаетъ зерна смѣси въ порядкѣ, обратномъ тому, который мы стремимся получить на рѣшетѣ отсадочнаго механизма.

Неудобство это отчасти устраняется тѣмъ, что когда подъемъ воды окончится, тѣло съ d_2 δ_2 и P_2 по инерціи будетъ продолжать свое движеніе дольше, чѣмъ тѣло съ d_1, δ_1 и P_1.

Изъ тѣхъ же выраженій (45) слѣдуетъ, что разница $s_2 - s_1$ тѣмъ больше, чѣмъ меньше діаметры тѣлъ. Отсюда слѣдуетъ, что указанное вредное дѣйствіе восходящей струи тѣмъ сильнѣе, чѣмъ мельче зерна, подвергающіяся ея дѣйствію.

Движеніе въ нисходящей струѣ воды.

Сохраняя вышепринятыя обозначенія, можемъ подобно предыдущему написать

$$C = \frac{g}{k} K.$$

Нисходящая струя воды, скоростъ которой C, дѣйствуетъ на тѣло (скорость котораго v) по направленію с в е р х у в н и з ъ съ силой (д а в л е н і е м ъ), которая по предыдущему равняется

$$\alpha (C - v)^2 f.$$

Въ томъ же направленіи на тѣло дѣйствуетъ вѣсъ его, который, согласно вышеизложенному, равенъ

$$k - \frac{k}{\delta}.$$

Поэтому

$$K = \alpha (C - v)^2 f + \left(k - \frac{k}{\delta}\right)$$

$$K = \alpha (C - v)^2 f + \frac{k}{\delta} (\delta - 1).$$

а, слѣдовательно,

$$G = \frac{g}{k}\left[\alpha (C-v)^2 f + \frac{k}{\delta}(\delta - 1)\right]$$

откуда

$$G = \frac{g}{\delta}\left[\alpha (C-v)^2 \frac{f \cdot \delta}{k} + (\delta - 1)\right]$$

но

$$\frac{f \cdot \delta}{k} = \frac{3}{2 d \gamma}$$

слѣдовательно,

$$G = \frac{g}{\delta}\left[\frac{3\alpha}{2 d \gamma}(C-v)^2 + (\delta - 1)\right]$$

$$G = \frac{g(\delta - 1)}{\delta}\left[\frac{3\alpha (C-v)^2}{2 d \gamma (\delta - 1)} + 1\right]$$

По предыдущему, полагая

$$\frac{3\alpha}{2 d \gamma (\delta - 1)} = A^2$$

получимъ

$$G = \frac{g(\delta - 1)}{\delta}\left[1 + A^2 (C-v)^2\right]$$

или, наконецъ,

$$G = \frac{B}{A}\left[1 + A^2 (C-v)^2\right] \quad \ldots\ldots\ldots (46)$$

Выше мы видѣли, что ускореніе въ спокойной водѣ равняется

$$G = \frac{g(\delta - 1)}{\delta}\left(1 - A^2 v^2\right) = \frac{B}{A}\left(1 - A^2 v^2\right) \quad \ldots\ldots (8)$$

Сравнивая между собой выраженія (46) и (8), видимъ, что ускореніе при нисходящей струѣ воды гораздо больше, чѣмъ при спокойномъ состояніи послѣдней и тѣмъ больше, чѣмъ больше скорость C.

При началѣ движенія въ нисходящей струѣ воды, когда скорость тѣла $v = 0$, ускореніе

$$G = \frac{B}{A}\left(1 + A^2 C^2\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (47)$$

когда же тѣло пріобрѣтаетъ скорость $v = C$, то

$$G = \frac{g(\delta - 1)}{\delta} = \frac{B}{A} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (48)$$

т.-е. отъ момента (47) до (48) ускореніе уменьшается, дѣлаясь въ моментъ (48) равнымъ тому ускоренію, которое тѣло имѣетъ при самомъ началѣ своего паденія въ спокойной водѣ (когда въ (8) $v = 0$). Начиная съ этого момента тѣло начинаетъ опережать струю, при чемъ движеніе его происходитъ совершенно такъ же, какъ при паденіи въ спокойной водѣ.

На тѣло сверху внизъ дѣйствуетъ вѣсъ его

$$k - \frac{k}{\delta}$$

а снизу вверхъ сопротивленіе воды

$$\alpha (v - C)^2 f.$$

Поэтому, подобно тому, какъ мы дѣлали для случая спокойной воды, когда

$$K = \frac{k}{\delta} (\delta - 1) - \alpha (v - C)^2 \cdot f$$

можемъ написать:

$$G = \frac{g (\delta - 1)}{\delta} \left[1 - A^2 (v - C)^2 \right] = \frac{B}{A} \left[1 - A^2 (v - C)^2 \right] \quad . \quad (49)$$

Выраженія (46) и (49) являются основными:

(46) — для перваго періода движенія тѣла (до момента, когда его скорость v сдѣлается равной скорости C).

(49) — для послѣдующаго періода.

Разсмотримъ выраженіе (46) и выведемъ изъ него, подобно тому, какъ дѣлали выше, зависимость между v и t.

Имѣемъ:

$$d t = \frac{d v}{G} = \frac{A \, d v}{B [1 + A^2 (C - v)^2]}.$$

Положимъ

$$A (C - v) = x$$

$$A C - x = A v$$

$$- d x = A \, d v$$

тогда

$$d t = \frac{- d x}{B (1 + x)}$$

Интегрируя, получимъ:

$$t = - \frac{1}{B} \int \frac{d x}{1 + x^2} + \text{Const.}$$

откуда имѣемъ:

$$t = - \frac{1}{B} \, arctg \, x + \text{Const}$$

или, наконецъ,

$$t = - \frac{1}{B} \, arctg \, A (C - v) + \text{Const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

При $t = 0$ и v тоже $= 0$, слѣдовательно

$$0 = - \frac{1}{B} \, arctg \, A \, C + \text{Const.} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (51)$$

Вычитая (51) изъ (50) получаемъ:

$$t = \frac{1}{B} \left[arctg \, A \, C - arctg \, A (C - v) \right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (52)$$

Отсюда находимъ выраженіе v черезъ t.

Имѣемъ:

$$Bt = arctg \, A \, C - arctg \, A (C - v)$$

$$arctg \, A (C - v) = arctg \, A \, C - Bt$$

откуда

$$A(C-v)=tg(arctg\,AC-Bt)$$
$$-Av=tg(arctg\,AC-Bt)-AC$$

или, наконецъ,

$$v=C-\frac{1}{A}\cdot tg(arctg\,AC-Bt) \quad \ldots\ldots\ldots (53)$$

Если $C=0$, то

$$v=-\frac{1}{A}tg(-Bt)=\frac{1}{A}tg\,Bt.$$

Такъ какъ вообще

$$tg\,x=-\sqrt{-1}\,\frac{e^{2x\sqrt{-1}}-1}{e^{2x\sqrt{-1}}+1}$$

то для даннаго случая

$$v=\frac{-\sqrt{-1}}{A}\,\frac{e^{2Bt\sqrt{-1}}-1}{e^{2Bt\sqrt{-1}}+1}.$$

Выраженіе это вполнѣ аналогично выраженію (13) для спокойной воды.

Когда $v=C$, т.-е. въ моментъ окончанія перваго періода имѣемъ

$$C=C-\frac{1}{A}tg(arctg\,AC-Bt)$$
$$arctg\,AC-Bt=0$$
$$t=\frac{arctg\,AC}{B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (54)$$

Такъ какъ вообще

$$arctg\,x=\frac{1}{2\sqrt{-1}}\,\text{lognat}\,\frac{1+x\sqrt{-1}}{1-x\sqrt{-1}},$$

то имѣемъ въ данномъ случаѣ

$$t=\frac{1}{2B\sqrt{-1}}\,\text{lognat}\,\frac{1+AC\sqrt{-1}}{1-AC\sqrt{-1}},$$

т.-е., выраженіе вполнѣ аналогичное (12).

Если, наконецъ,

$$C=\frac{1}{A}$$

т.-е., если скорость нисходящей струи воды равняется той конечной скорости, которую принимаетъ тѣло при паденіи въ спокойной водѣ, то на основаніи (54)

$$t=\frac{arctg\,1}{B}.$$

Такъ какъ, однако,

$$arctg\,1=arc\,45^0=\frac{2.3{,}14}{8}=0{,}785,$$

то

$$t = \frac{0{,}785}{B},$$

а слѣдовательно на основаніи (11)

$$t = \frac{0{,}785}{\varphi\sqrt{\frac{\delta-1}{\delta\sqrt{d}}}} = \frac{0{,}785\sqrt{d}}{\varphi\sqrt{\frac{1}{\delta}-\frac{1}{\delta^2}}}.$$

Изъ этого выраженія слѣдуетъ, что время въ которое тѣло пріобрѣтаетъ скорость, равную скорости выходящей струи воды, тѣмъ больше, чѣмъ больше d и δ.

Выведемъ теперь выраженіе для пути s.

Имѣемъ

$$ds = v\,dt$$

$$ds = \left[C - \frac{1}{A} \cdot tg\,(arctg\,A\,C - Bt)\right] dt$$

$$ds = C\,dt - \frac{1}{A} \cdot tg\,(arctg\,A\,C - Bt)\,dt.$$

Интегрируя, получимъ

$$s = Ct - \frac{1}{A}\int tg\,(arctg\,A\,C - Bt)\,dt + \text{Const.}$$

Полагая

$$arctg\,A\,C - Bt = x$$

$$-B\,dt = dx$$

$$dt = -\frac{dx}{B}$$

получимъ

$$\int tg\,(arctg\,A\,C - Bt)\,dt = -\frac{1}{B}\int tgx\,dx = +\frac{1}{B}\ \text{lognat Cos}\ x.$$

Послѣ подстановки имѣемъ

$$s = Ct - \frac{1}{AB}\ \text{lognat Cos}\ (arctg\,A\,C - Bt) + \text{Const.} \quad \ldots\ldots (54)$$

Такъ какъ при $t = 0$ и $s = 0$, то

$$0 = -\frac{1}{AB}\ \text{lognat Cos}\ (arctg\,A\,C) + \text{Const.} \quad \ldots\ldots (55)$$

Вычитая изъ (54) — (55), получимъ

$$s = Ct - \frac{1}{AB}\ \text{lognat Cos}\ (arctg\,A\,C - Bt) +$$

$$+ \frac{1}{AB}\ \text{lognat Cos}\ arctg\,A\,C$$

откуда

$$s = Ct - \frac{1}{AB} \operatorname{lognat} \frac{\operatorname{Cos}(arctg\, A\, C - Bt)}{\operatorname{Cos} arctg\, A\, C}.$$

Принимая же во вниманіе, что вообще

$$\operatorname{Cos}(\alpha - \beta) = \operatorname{Cos}\alpha \operatorname{Cos}\beta + \operatorname{Sn}\alpha \operatorname{Sn}\beta,$$

получаемъ

$$s = Ct - \frac{1}{AB} \operatorname{lognat} \frac{\operatorname{Cos} arctg\, A\, C \cdot \operatorname{Cos} Bt + \operatorname{Sn}.\, arctg\, A\, C \operatorname{Sn}.\, Bt}{\operatorname{Cos} arctg\, A\, C}$$

откуда, окончательно

$$s = Ct - \frac{1}{AB} \operatorname{lognat} (\operatorname{Cos} Bt + AC \operatorname{Sin} Bt) \quad \ldots\ldots (56)$$

Разсмотримъ эту формулу для случаевъ очень малыхъ t, т.-е. для тѣхъ случаевъ, которые наблюдаются при отсадкѣ.

На основаніи общихъ формулъ

$$\operatorname{Cos} x = 1 - \frac{x^2}{2} + \cdots$$

$$\operatorname{Sin} x = x - \frac{x^3}{1 \cdot 2 \cdot 3}$$

можемъ написать

$$\operatorname{Cos} Bt = 1 - \frac{B^2 t^2}{2}$$

$$AC \operatorname{Sin} Bt = AC\, Bt$$

вслѣдствіе чего

$$s = Ct - \frac{1}{AB} \operatorname{lognat} \left[1 + AC\, Bt - \frac{B^2 t^2}{2}\right]$$

но

$$\operatorname{lognat}(1 + x) = x - \frac{x^2}{2} + \cdots$$

вслѣдствіе этого, пренебрегая третьими степенями Bt, можемъ написать

$$s = Ct - \frac{1}{AB} \left[AC\, Bt - \frac{B^2 t^2}{2} - \frac{A^2 C^2 B^2 t^2}{2}\right]$$

откуда получаемъ

$$s = Ct - Ct + \frac{1}{2} \frac{B}{A} t^2 + \frac{1}{2} AC^2 B t^2$$

или, наконецъ,

$$s = \frac{1}{2} \frac{B}{A} t^2 + \frac{1}{2} AB C^2 t^2 \quad \ldots\ldots\ldots (57)$$

т.-е. величина пути, проходимаго тѣломъ въ разсматриваемомъ случаѣ, равняется величинѣ пути, проходимаго тѣломъ въ самомъ началѣ своего паденія въ спокойной водѣ $+ \frac{1}{2} AB C^2 t^2$; она, тѣмъ больше разнится отъ скорости въ спокойной водѣ, чѣмъ больше C, т.-е. скорость исходящей струи воды.

Замѣтивъ, что

$$\frac{B}{A} = \frac{(\delta - 1)}{\delta} g$$

и

$$A B = \frac{3 \alpha}{2 d \gamma \delta} g$$

изъ (57) получимъ

$$s = \left[1 - \frac{1}{\delta} + \frac{3 \alpha C^2}{2 d \gamma \delta}\right] \frac{g t^2}{2} = \left[1 + \frac{3 \alpha C^2 - 2 d \gamma}{2 d \gamma \delta}\right] \frac{g t^2}{2} \quad . \quad . \quad . \quad (58)$$

Отсюда заключаемъ, что при одинаковой величинѣ двухъ тѣлъ различнаго удѣльнаго вѣса величина пути, проходимаго ими въ первые моменты движенія, будетъ различна, а именно:

а) если $3 \alpha C^2 > 2 d \gamma$

или

$$C > \sqrt{\frac{2 d \gamma}{3 \alpha}}$$

то второй членъ правой части будетъ положительный и будетъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше δ, т.-е. тѣло съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ опередитъ тѣло съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, имѣющее одинаковый съ нимъ діаметръ,

b) если

$$c = \sqrt{\frac{2 d \gamma}{3 \alpha}}$$

то

$$s = \frac{g t^2}{2}$$

т.-е. при этой скорости нисходящей струи паденіе тѣла въ ней будетъ происходить какъ въ безвоздушномъ пространствѣ: величина пути не зависитъ отъ плотности.

c) если

$$c < \sqrt{\frac{2 d \gamma}{3 \alpha}}$$

то второй членъ правой части уравненія (58) будетъ отрицательнымъ и тѣмъ больше, чѣмъ меньше δ, т.-е.: изъ двухъ тѣлъ одинаковаго діаметра тѣло съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ опередитъ сначала тѣло съ меньшимъ удѣльнымъ вѣсомъ.

Изъ этого разсужденія слѣдуетъ, что слишкомъ большая скорость нисходящей струи вредна для процесса отсадки, такъ какъ стремится расположить зерна въ порядкѣ, обратномъ желаемому.

Для того, чтобы изслѣдовать величины путей, проходимыхъ равнопадающими зернами, придадимъ выраженію (58) слѣдующій видъ

$$s = \left[\frac{d (\delta - 1)}{d \delta} + \frac{3 \alpha C^2}{2 d \gamma \delta}\right] \frac{g t^2}{2}$$

тогда для равнопадающихъ зеренъ будемъ имѣть

$$s_1 = \left[\frac{d_1(\delta_1 - 1)}{d_1 \delta_1} + \frac{3\alpha C^2}{2 d_1 \gamma \delta_1}\right] \frac{g t^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (59)$$

и

$$s_2 = \left[\frac{d_2(\delta_2 - 1)}{d_2 \delta_2} + \frac{3\alpha C^2}{2 d_2 \gamma \delta_2}\right] \frac{g t^2}{2} \quad \ldots\ldots\ldots (59)$$

Такъ какъ числители первыхъ членовъ дробей, заключенныхъ въ скобки вслѣдствіе

$$d_1 (\delta_1 - 1) = d_2 (\delta_2 - 1)$$

равны, то величины s_1 и s_2 зависятъ только отъ знаменателей.

Если $d_1 < d_2$

и, кромѣ того,

$$d_1 \delta_1 - d_1 = d_2 \delta_2 - d_2,$$

то $d_1 \delta_1 < d_2 \delta_2$ и, слѣдовательно

$$s_1 > s_2.$$

Изъ двухъ равнопадающихъ тѣлъ, тѣло **большаго удѣльнаго вѣса опередитъ тѣло меньшаго удѣльнаго вѣса**, при чемъ опереженіе это вслѣдствіе (57) будетъ **больше**, чѣмъ, въ случаѣ спокойной воды.

Слѣдовательно **нисходящая струя воды благопріятна** для раздѣленія равнопадающихъ зеренъ.

Второй періодъ движенія тѣла въ нисходящей струѣ воды, т.-е. когда $v > C$, однороденъ по существу съ случаемъ паденія тѣла въ спокойной водѣ, а потому мы его разсматривать не будемъ.

Изложенная теорія отсадки обыкновенно называется теоріей Риттингера. На самомъ дѣлѣ это не совсѣмъ вѣрно, такъ какъ всѣ главнѣйшія положенія ея были выяснены цѣлымъ рядомъ предшественниковъ Риттингера: Pernolet, Julius v. Sparre, Max von dem Borne, и Риттингеру въ сущности говоря, принадлежитъ лишь честь окончательной формулировки теоріи въ общемъ ея видѣ.

Трудъ Риттингера, появившійся въ 1867 г. (предисловіе было написано авторомъ въ концѣ 1866 г.) и два добавленія къ нему въ 1870 и

1873 г. произвели въ ученіи объ обогащеніи полезныхъ ископаемыхъ настоящій переворотъ. Формулированная имъ теорія получила названіе теоріи Риттингера и была всѣми техниками принята, какъ настоящая догма.

Съ теченіемъ времени въ литературѣ начали появляться указанія на то, что теорія отсадки, предложенная Риттингеромъ, не во всемъ соотвѣтствуетъ даннымъ практики и что поэтому смотрѣть на нее какъ на догму невозможно.

Однимъ изъ наиболѣе рѣзкихъ оппонентовъ Риттингера явился бергассесоръ Норре изъ Клаусталя. Рядомъ теоретическихъ разсужденій и опытовъ онъ доказывалъ, что требованіе теоріи Риттингера, чтобы отсадкѣ подвергался лишь хорошо классифицированный (или сортированный) матеріалъ не только совершенно безцѣльно, но и вредно въ томъ отношеніи, что удорожаетъ обогащеніе, и, какъ на единственно раціональный методъ отсадки, указывалъ на такъ называемый англійскій способъ отсадки, при которомъ руда, поступающая въ отсадку, совершенно не классифицируется.

Вопросъ, поднятый Норре, насколько необходима для совершенной отсадки предварительная классификація (или сортировка) явился въ литературѣ предметомъ самаго оживленнаго обсужденія, при чемъ многія изъ появившихся по этому поводу работъ являются весьма цѣнными вкладами въ ученіе объ отсадкѣ, какъ съ практической, такъ и съ теоретической стороны.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что ни одна изъ этихъ работъ не опровергла теоріи Риттингера въ ея цѣломъ, и теорія эта и до настоящаго времени, попрежнему, должна считаться основаніемъ ученія объ отсадкѣ.

Наиболѣе крупными въ этой области работами являются работы проф. Ричардса, которому, на основаніи цѣлаго ряда весьма тщательныхъ опытовъ, удалось предложить къ риттингеровской теоріи отсадки весьма существенныя поправки.

Прежде всего Ричардсъ занялся опытной провѣркой законовъ паденія рудныхъ зеренъ въ водѣ и отношеніи діаметровъ равнопадающихъ зеренъ, установленныхъ Риттингеромъ по общей формулѣ

$$v = 2{,}44\sqrt{d\,(\delta - 1)}.$$

Отношеніе діаметровъ d и d_1 двухъ равнопадающихъ зеренъ удѣльнаго вѣса δ и δ_1, какъ извѣстно

$$\frac{d}{d_1} = \frac{\delta_1 - 1}{\delta - 1}.$$

Опыты Ричардса показали, что цифры, полученныя изъ этой формулы не совсѣмъ вѣрны.

Результаты изслѣдованія Ричардса въ этомъ направленіи сгруппированы въ слѣдующей таблицѣ.

	Скорости паденія въ миллиметрахъ въ секунду.												α по Риттингеру.
	32		45.2		64		90,5		128		181		
	d	α	*d*	α	*d*	α	*d*	α	*d*	α	*d*	α	
Антрацитъ. . . .	0,39	0,41	0,59	0,37	0,98	0,34	1,68	0,30	—	—	—	—	0,288
Кварцъ	0,16	—	0,22	—	0,33	—	0,51	—	0,81	—	1,36	—	—
Эпидотъ	0,111	1,4	0,15	1,5	0,22	1,5	0,33	1,5	0,51	1,6	0,87	1,6	1,45
Цинковая обм. .	0,104	1,5	0,14	1,6	0,21	1,6	0,31	1,6	0,49	1,7	0,84	1,6	1,85
Пирротинъ. . . .	—	—	0,12	1,8	0,18	1,8	0,26	2,0	0,39	2,1	0,63	2,2	2,14
Мѣдн. блескъ . .	—	—	0,118	1,9	0,16	2,1	0,24	2,1	0,36	2,2	0,58	2,3	2,64
Арсенопиритъ . .	—	—	0,112	1,9	0,15	2,2	0,21	2,4	0,31	2,6	0,48	2,8	3,62
Оловянн. кам. . .	—	—	0.097	2,3	0,14	2,4	0,19	2,7	0,28	2,9	0,44	3,1	3,32
Сурьма	—	—	—	—	0,13	2,5	0,18	2,8	0,28	2,9	0,45	3,0	3,48
Вольфрамитъ. . .	—	—	—	—	0,13	2,5	0,18	2,8	0,27	3,0	0,43	3,2	3,64
Свинцов. блескъ .	—	—	—	—	0,12	2,7	0,17	3,0	0,25	3,2	0,38	3,6	4,01
Мѣдь (самор.) . .	—	—	—	—	0,12	2,7	0,17	3,0	0,25	3,2	0,38	3,6	4,56

Въ этой таблицѣ *d* — діаметры зеренъ различныхъ минераловъ, α — отношеніе діаметровъ зеренъ кварца къ діаметру равнопадающихъ съ ними зеренъ минераловъ.

Какъ видно изъ этой таблицы, данныя α Ричардса для болѣе мелкихъ минераловъ больше α Риттингера, для болѣе же тяжелыхъ—меньше.

Затѣмъ Ричардсъ установилъ тотъ фактъ, что паденіе зеренъ обрабатываемой массы во время отсадки нельзя разсматривать въ тѣхъ условіяхъ, въ какихъ разсматриваетъ его Риттингеръ. Рудныя зерна при отсадкѣ падаютъ, по выраженію Ричардса «толпою», затрудняя другъ другу паденіе и тѣмъ самымъ нарушая тѣ взаимоотношенія между скоростями паденія, которыя имѣли бы мѣсто, если паденіе каждаго зерна было бы дѣйствительно свободно.

Опыты, приведенные въ этомъ направленіи, показали, что для несвободнаго паденія, которое по Ричардсу имѣетъ мѣсто при отсадкѣ, коэффиціенты α гораздо больше найденныхъ для свободнаго паденія, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы, гдѣ α попрежнему есть отношеніе діаметра зерна кварца къ равнопадающему съ нимъ зерну другого минерала.

Антрацитъ	0,179	Оловянный камень . . .	4,698
Эпидотъ	2,037	Сурьма	4,897
Цинковая обманка . . .	2,127	Вольфрамитъ	5,155
Пирротинъ	2,808	Свинцовый блескъ . . .	5,842
Мѣдный блескъ	3,115	Мѣдь (самор.)	8,598
Арсенопиритъ	3,737		

Опыты надъ вліяніемъ на эти коэффиціенты восходящей струи воды привели Ричардса къ заключенію, что вліяніе это практически не ощущается, что же касается вліянія на отсадку нисходящей струи воды, то здѣсь Ричардсъ обратилъ главное вниманіе на просасываніе мелкихъ частицъ насадки отсадочнаго рѣшета черезъ постель послѣдняго (см. гл. V стр. 138).

При опытахъ въ этомъ направленіи оказалось, что вліяніе всасыванія на отсадку существенно зависитъ отъ отношенія величины зеренъ, подвергающихся отсадкѣ къ величинѣ промежутковъ между зернами постели, вслѣдствіе чего получить коэффиціенты для всасыванія аналогичные вышеприведеннымъ не представляется возможнымъ. Во всякомъ случаѣ, по мнѣнію Ричардса, коэффиціенты эти гораздо больше коэффиціентовъ для несвободнаго паденія.

Въ общемъ, по мнѣнію Ричардса, всѣ явленія, происходящія при отсадкѣ, могутъ быть раздѣлены на четыре группы:

1) явленія, происходящія по закону равнопадаемости;
2) явленія, происходящія на основаніи закона промежуточныхъ токовъ;
3) явленія, происходящія на основаніи закона ускоренія;
4) явленія, происходящія вслѣдствіе всасыванія.

Что касается закона равнопадаемости, то, какъ это указано выше, Ричардсъ, соглашаясь съ Риттингеромъ относительно его значенія для отсадки, даетъ на основаніи своихъ опытовъ нѣсколько иные коэффиціенты равнопадаемости, такъ что въ этомъ отношеніи теорія Риттингера **въ идеѣ своей** имъ не отрицается, а потому во всемъ нижеслѣдующемъ изложеніи мы и будемъ придерживаться формулы Риттингера, какъ имѣющей общее значеніе, въ то время какъ коэффиціентъ Ричардса имѣетъ значеніе болѣе частное.

По отношенію къ вліянію силы ускоренія, Ричардсъ въ своихъ работахъ не приводитъ какихъ-либо данныхъ за или противъ теоріи Риттингера, признавая однако, что со строго логической точки зрѣнія законъ ускоренія долженъ играть роль при процессахъ отсадки.

Теорія промежуточныхъ токовъ (interstitial currents) была предложена первоначально проф. Минтое, который, принимая во вниманіе ту скученность рудныхъ зеренъ, которую мы видимъ въ отсадныхъ рѣшетахъ, допустилъ, что паденіе каждаго зерна этой смѣси происходитъ какъ бы въ трубкѣ, стѣнки которой образованы сосѣдними зернами.

Сдѣлавъ такое предположеніе, проф. Минтое экспериментальнымъ путемъ попытался найти законъ, управляющій паденіемъ тѣлъ въ трубкахъ. Для этой цѣли онъ бралъ стеклянныя трубки, діаметромъ D и, наполнивъ

ихъ водою заставлялъ падать въ нихъ свинцовые (и другіе шары) діаметра d. Подобнаго рода опыты показали, что при описанныхъ условіяхъ паденіе шаровъ происходитъ со скоростью меньшей, чѣмъ если бы они падали въ болѣе значительномъ объемѣ воды, при чемъ замедленіе это тѣмъ больше, чѣмъ ближе отношеніе $\frac{d}{D}$ къ единицѣ. Когда это отношеніе дѣлается равнымъ единицѣ, паденіе останавливается, тѣло, такъ сказать застрваетъ въ трубкѣ.

Изслѣдуя подобнымъ образомъ скорость паденія шаровъ свинцоваго блеска и кварца, проф. Минтое нашелъ, что отношеніе діаметровъ равнопадающихъ шаровъ этихъ двухъ тѣлъ равно 30, т.-е., что діаметръ шара свинцоваго блеска, падающаго въ трубкѣ съ одинаковой скоростью съ шаромъ кварца, въ 30 разъ менѣе діаметра послѣдняго.

Проф. Ричардсъ придаетъ теоріи промежуточныхъ токовъ большое значеніе, но на основаніи своихъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что коэффиціентъ равнопадаемости для свинцоваго блеска и кварца равняется не 30, а всего 5,656.

Вотъ коэффиціенты равнопадаемости (при условіи промежуточныхъ токовъ) проф. Ричардса:

Мѣдь	7,791	Арсенопиритъ	3,747
Свинцовый блескъ . . .	5,656	Мѣдный блескъ	3,246
Вольфрамитъ	5,381	Пирротинъ	2,988
Сурьма	4,932	Цинковая обманка. . .	2,030
Оловянный камень. . .	4,713	Эпидотъ	1,610
		Антрацитъ.	0,540

Если допустить, что стѣнки трубокъ, въ которыхъ происходитъ паденіе зеренъ различныхъ минераловъ, образованы зернами кварца, который является наиболѣе распространенной пустой породой, при чемъ діаметръ этихъ трубокъ, т.-е. промежутокъ между зернами кварца, болѣе или менѣе постоянъ, то, на основаніи только что приведенныхъ коэффиціентовъ равнопадаемости, мы для различныхъ минераловъ можемъ встрѣтить 3 случая:

1) Случай, когда зерна болѣе тяжелаго минерала меньше промежутковъ между равнопадающими съ ними зернами кварца (т.-е. меньше діаметра гипотетическихъ трубокъ);

2) случай, когда зерна болѣе тяжелаго минерала равны промежуткамъ между равнопадающими съ ними зернами кварца и

3) случай, когда зерна болѣе тяжелаго минерала больше промежутковъ между зернами кварца.

Что касается всасыванія при отсадкѣ, то назначеніе его по Ричардсу состоитъ въ извлеченіи изъ рудной смѣси наиболѣе мелкихъ частицъ руды.

При восходящемъ движеніи поршня, т.-е. нисходящемъ движеніи воды, частицы эти увлекаются внизъ въ промежуткахъ между остальными зернами, опережая ихъ и, наконецъ, просасываются черезъ промежутки лежащей на ситѣ отсадочнаго рѣшета постели.

Само собой разумѣется, что при такомъ положеніи дѣла величина промежутковъ между зернами постели имѣетъ существенное значеніе.

Постель и пустая порода минераловъ въ опытахъ Ричардса состояла во всѣхъ случаяхъ изъ зеренъ кварца, отношеніе діаметровъ которыхъ къ діаметрамъ отверстій между ними Ричардсъ на основаніи ряда соображеній нашелъ равнымъ приблизительно 3,5.

Въ зависимости отъ этого, Ричардсъ раздѣляетъ всѣ изслѣдованные имъ минералы на двѣ группы: такіе, коэффиціентъ равнопадаемости которыхъ при условіи промежуточныхъ токовъ больше 3,5 и такіе, у которыхъ коэффиціентъ этотъ менѣе 3,5.

Для минераловъ первой группы всасываніе при отсадкѣ дѣйствуетъ быстро и удовлетворительно, такъ какъ, очевидно, зерна этихъ минераловъ меньше промежутковъ между зернами кварца. Для минераловъ же, у которыхъ означенный коэффиціентъ менѣе 3,5, всасываніе оказывается менѣе продуктивнымъ, дѣйствуя медленно и далеко не полно.

Слѣдуетъ замѣтить, что давая величину 3,5 Ричардсъ оговаривается, что не считаетъ ее окончательно установленной.

Въ общемъ по отношенію къ теоретической сторонѣ отсадки Ричардсъ приходитъ къ слѣдующимъ практическимъ выводамъ.

Удары поршня (а слѣдовательно и воды) при отсадкѣ имѣютъ значеніе для болѣе крупныхъ зеренъ, давая мѣсто проявиться законамъ равнопадаемости, промежуточныхъ токовъ и ускоренія силы тяжести.

Назначеніе всасыванія,—улавливаніе самыхъ мелкихъ рудныхъ зеренъ.

Поэтому, при отсадкѣ:

1) неклассифицированной смѣси зеренъ необходимо по возможности дать мѣсто, какъ ударамъ воды, такъ и всасыванію, въ то время какъ

2) при отсадкѣ тщательно классифицированной смѣси, необходимо стремиться увеличить дѣйствіе ударовъ воды и уменьшить по возможности всасываніе.

Что касается вопроса о томъ, нужна ли вообще и, если нужна, то въ какой степени предварительная передъ отсадкой классификація рудной смѣси, то Ричардсъ, на основаніи изложенныхъ положеній, приходитъ къ слѣдующимъ выводамъ.

Если отсадкѣ *) подвергается минералъ, коэффиціентъ равнопадаемости котораго (для промежуточныхъ токовъ) болѣе 3,5, то предварительная передъ отсадкой классификація не нужна и можетъ быть примѣнена лишь вслѣдствіе различныхъ практическихъ соображеній, хотя удаленіе мельчайшихъ частицъ во всякомъ случаѣ передъ отсадкой желательно.

Если отсадкѣ подвергается минералъ, названный коэффиціентъ котораго менѣе 3,5, то предварительная классификація необходима, такъ какъ въ этомъ случаѣ, какъ сказано выше, всасываніе дѣйствуетъ медленно и не полно.

Различіе въ размѣрахъ классовъ (или сортовъ) въ послѣднемъ случаѣ желательно имѣть возможно малымъ, хотя, конечно, на практикѣ возможны извѣстныя отступленія отъ этого правила.

Въ заключеніе слѣдуетъ добавить, что опыты свои Ричардсъ производилъ исключительно надъ зернами малыхъ величинъ, не болѣе 0,1 мм. діаметромъ, въ то время какъ изслѣдованія Риттингера были направлены главнымъ образомъ на зерна большого діаметра. Весьма возможно поэтому допустить, что указанныя разногласія между названными двумя учеными объясняются въ извѣстной своей части именно этимъ обстоятельствомъ.

Во всякомъ случаѣ нужно замѣтить, что въ общемъ работы Ричардса отнюдь не уничтожаютъ той теоріи отсадки, которую принято называть теоріею Риттингера. Какъ ни значительны выводы Ричардса, они дѣлаются понятными лишь при условіи детальнаго знакомства съ положеніями Риттингера.

V.

Изложенныя въ предыдущей главѣ теоретическія основанія отсадки показываютъ, что хотя въ основную формулу (25) этого процесса и не входятъ діаметры зеренъ, подвергающагося отсадкѣ матеріала, тѣмъ не менѣе матеріалъ этотъ для успѣшности отсадки долженъ быть предварительно раздѣленъ на группы, состоящія изъ зеренъ приблизительно одного діаметра, т.-е. долженъ быть классифицированъ.

Такимъ образомъ старинное изреченіе германскихъ рудокоповъ, „чтобы хорошо раздѣлять, нужно хорошо классифицировать“, выведенное ими путемъ практики, находитъ себѣ и теоретическое подтвержденіе.

Само собой разумѣется, что стремиться къ тому, чтобы каждый классъ зеренъ состоялъ изъ зеренъ абсолютно одного діаметра совершенно безцѣльно, такъ какъ это на практикѣ неосуществимо и, кромѣ того, не требуется теоріей отсадки, а потому при опредѣленіи числа классовъ, на которые нужно раздѣлить имѣющій быть подвергнутымъ отсадкѣ матеріалъ, исходятъ изъ того, сколько р а в н о п а д а ю щ и х ъ группъ, т.-е. сортовъ онъ можетъ дать по удѣльному вѣсу подлежащихъ раздѣленію составляющихъ его минераловъ.

Въ предыдущей главѣ мы видѣли, что равнопадающія зерна двухъ минераловъ различнаго удѣльнаго вѣса могутъ быть легко

раздѣлены при отсадкѣ, а потому, очевидно, нѣтъ никакихъ основаній классифицировать матеріалъ на болѣе мелкіе классы и мы, раздѣляя нашу руду настолько группъ, сколько классовъ она можетъ дать, очевидно, получимъ матеріалъ вполнѣ для отсадки пригодный.

Отношеніе діаметровъ равнопадающихъ зеренъ двухъ минераловъ, какъ извѣстно, слѣдующее

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1}$$

гдѣ d_1 діаметръ и δ_1 — удѣльный вѣсъ зеренъ одного минерала, и d_2 и δ_2 — діаметръ и удѣльный вѣсъ другого минерала.

На основаніи только что сказаннаго, таково же должно быть и отношеніе двухъ послѣдующихъ классовъ матеріала идущаго въ отсадку.

Отношеніе это для различныхъ рудъ, конечно, будетъ различно. Такъ, для кварца ($\delta_1 = 2{,}5$) и свинцоваго блеска ($\delta_2 = 7{,}5$) отношеніе это

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{7{,}5 - 1}{2{,}5 - 1} = \frac{6{,}5}{1{,}5} = 4{,}3$$

для галмея ($\delta = 3{,}1$) и кварца

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{3{,}1 - 1}{2{,}5 - 1} = 1{,}41.$$

Такимъ образомъ, чѣмъ меньше разница въ удѣльныхъ вѣсахъ, раздѣляемыхъ минераловъ, тѣмъ меньше отношеніе двухъ послѣдующихъ классовъ и, слѣдовательно, тѣмъ больше число послѣднихъ.

Такъ какъ случай галмея и кварца является однимъ изъ самыхъ неблагопріятныхъ для обогащенія, то Риттингеръ на основаніи его предложилъ слѣдующую общую скалу діаметровъ классовъ, на которые слѣдуетъ, вообще говоря, раздѣлять всякій матеріалъ поступающій въ отсадку, такъ какъ скала эта покроетъ собой всѣ случаи могущія встрѣтиться на практикѣ.

За основную величину для этой скалы онъ бралъ отверстіе грохота съ діаметромъ = 1 мм., коэффиціентъ же прогрессіи, по которому идутъ уменьшаясь, или увеличиваясь отверстія грохотовъ, принималъ равнымъ $\sqrt{2} = 1{,}414$.

Скала полученная такимъ образомъ Риттингеромъ представляется въ слѣдующемъ видѣ:

Діаметръ отверстій грохотовъ или классовъ зеренъ.		Названіе классовъ.
64	мм.	Штуфы.
45,2	»	
32	»	
22,6	»	
16	»	Орѣшникъ.
11,3	»	
8	»	
5,6	»	

Діаметръ отверстій грохотовъ или классовъ зеренъ.		Названіе классовъ.
4	мм.	Крупа.
2,8	»	
2	»	
1,4	»	
1	»	Мука
0,71	»	
0,5	»	
0,35	»	
0,25	»	пыль.

Само собой разумѣется, что примѣнить эту скалу цѣликомъ во всѣхъ случаяхъ обогащенія совершенно безцѣльно: чѣмъ больше разница въ удѣльныхъ вѣсахъ минераловъ, тѣмъ больше классовъ изъ этой скалы можетъ быть выпущено. Нужно помнить, что полученіе каждаго лишняго класса связано съ извѣстными расходами, а потому вполнѣ естественно стремиться къ возможному уменьшенію числа классовъ. При этомъ, кромѣ того, слѣдуетъ замѣтить, что пользоваться для опредѣленія числа классовъ исключительно формулой $\frac{d_1}{d_2} = \frac{\delta_2 - 1}{\delta_1 - 1}$ нужно съ осторожностью, такъ какъ руда можетъ при дробленіи давать промежуточные продукты со среднимъ удѣльнымъ вѣсомъ, и для полученія этихъ промежуточныхъ продуктовъ отдѣльно отъ пустой породы и руды можетъ потребоваться меньшее отношеніе между двумя послѣдующими классами, чѣмъ то, которое получилось бы, если въ приведенную формулу вставить удѣльные вѣса чистыхъ минераловъ.

Во всякомъ случаѣ окончательное опредѣленіе величины классовъ въ значительной долѣ должно быть поставлено въ зависимость отъ результатовъ опыта, тѣмъ болѣе, что измѣненія величины классовъ могутъ быть легко сдѣланы на ходу обогатительной фабрики при замѣнѣ износившихся сѣтокъ грохотовъ новыми.

Опытъ существующихъ обогатительныхъ фабрикъ показываетъ, что постоянное отношеніе между двумя послѣдующими классами

существуетъ лишь на очень немногихъ фабрикахъ, на большинствѣ же изъ нихъ коэффиціентъ этотъ различенъ для различныхъ частей классификаціонной скалы. Такъ, если подвергающаяся обработкѣ руда очень мягка и легко истирается, то, ради уменьшенія потери ископаемаго, какъ мы видѣли выше, она должна быть измельчаема постепенно. Въ этихъ случаяхъ отношеніе между болѣе крупными классами должно быть сдѣлано меньшимъ, такъ какъ это даетъ болѣе чистые продукты.

Если же, напримѣръ, промежуточные продукты, получающіеся при отсадкѣ крупныхъ классовъ, получаются настолько богатыми, что требуютъ вторичнаго измельченія, а затѣмъ и вторичной отсадки, то отношеніе между этими классами можетъ быть болѣе значительнымъ, такъ какъ качество промежуточныхъ продуктовъ не требуетъ особаго вниманія. Совершенно иначе дѣло обстоитъ при отсадкѣ болѣе мелкихъ классовъ, промежуточные продукты которыхъ могутъ уходить въ отвалъ вмѣстѣ съ пустой породой. Здѣсь ради сбереженія полезнаго ископаемаго желательно возможно малое отношеніе между двумя послѣдующими классами. Можетъ оказать вліяніе на отношеніе между двумя послѣдующими классами и самая оруденѣлость руды. Если, напримѣръ, она даетъ при своемъ дробленіи значительное количество плоскихъ и продолговатыхъ зеренъ, то желательно имѣть меньшее отношеніе между двумя послѣдующими классами.

Наконецъ бываютъ случаи, когда отношеніе между двумя послѣдующими классами приходится измѣнять въ силу чисто практически-техническихъ соображеній. Если, напримѣръ, при измельченіи руды она даетъ такое количество зеренъ какого-нибудь одного класса, что для обработки этого класса, требуется особенно значительная величина грохотовъ (или отсадочныхъ рѣшетъ), то можетъ оказаться практически болѣе выгоднымъ устроить два грохота съ различной величиной отверстій, чѣмъ ставить рядомъ два грохота съ одинаковыми отверстіями.

Выше было указано, что классификація рудной смѣси посредствомъ грохотовъ возможна лишь до извѣстнаго предѣла. Зерна менѣе 1,5 мм. діаметромъ уже въ высшей степени затруднительно классифицировать на грохотахъ. Поэтому для классификаціи зеренъ меньшаго діаметра прибѣгаютъ уже къ раздѣленію ихъ на сорта, т.-е. на группы, падающія съ одинаковой

скоростью. Очевидно, что такой пріемъ вполнѣ соотвѣтствуетъ теоретическимъ основаніямъ отсадки.

Такимъ образомъ обработка измельченной руды производится по двумъ схемамъ:

1. Обработка руднаго орѣшника и крупы;

2. Обработка руднаго песка и муки.

Обработка руднаго орѣшника въ свою очередь распадается на:

A. классификацію орѣшника по величинѣ зеренъ (одновременно съ удаленіемъ мелкихъ частицъ), и

B. раздѣленіе образовавшихся при операціи A классовъ орѣшника по удѣльному вѣсу составляющихъ ихъ зеренъ.

Обработка же рудной муки раздѣляется на:

C. раздѣленіе частицъ песка и муки по одинаковой скорости паденія въ водѣ, и

D. раздѣленіе равнопадающихъ частицъ песка и муки по удѣльному вѣсу.

A. Обработка руднаго орѣшника и крупы

(по схемѣ A).

Раздѣленіе (классификація — classieren) смѣси рудныхъ зеренъ по ихъ величинѣ.

Классификація смѣси рудныхъ зеренъ на части, которыя состояли бы изъ зеренъ приблизительно одинаковаго діаметра, производится на грохотахъ, представляющихъ собой той или другой формы рѣшета, черезъ отверстія которыхъ проваливаются тѣ зерна руды, діаметръ которыхъ меньше или равенъ діаметру отверстія.

Конечно, посредствомъ одного грохота мы можемъ раздѣлить всю рудную массу только на двѣ части: часть провалившуюся черезъ отверстія грохота, и часть, не прошедшую черезъ эти отверстія. Очевидно, что въ этомъ случаѣ о какомънибудь равенствѣ діаметровъ зеренъ каждой изъ двухъ частей не можетъ быть и рѣчи. Поэтому, для выполненія поставленной намъ задачи раздѣленія смѣси рудныхъ зеренъ на классы зеренъ приблизительно равнаго діаметра, намъ необходимо будетъ

имѣть нѣсколько грохотовъ съ различной величины отверстіями, черезъ которые послѣдовательно пропускаютъ руду. Очевидно, что если мы желаемъ въ концѣ концовъ получить n классовъ, намъ нужно имѣть n—1 грохотовъ.

Условимся, какъ это дѣлается на практикѣ, называть каждый классъ по величинѣ отверстій того грохота, черезъ который онъ еще прошелъ.

Такъ, напр., классъ въ 32 мм. будетъ та часть зеренъ, которая прошла черезъ грохотъ съ отверстіями въ 32 мм., но не прошла черезъ слѣдующій грохотъ съ болѣе мелкими отверстіями.

Грохота.

Грохота вообще дѣлаются изъ чугуна, листового желѣза, или же изъ мѣдной или латунной проволоки.

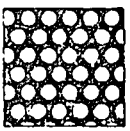


Рис. 50.

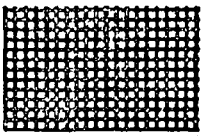


Рис. 51.



Рис. 52.

Чугунные грохота, представляющіе собою чугунныя продырявленныя плиты, служатъ для классификаціи штуфовъ, т.-е. самыхъ крупныхъ классовъ руды (см. стр. 12 и сл.), въ то время какъ грохота изъ продырявленнаго листового желѣза употребляются по преимуществу для классификаціи орѣшника, грохота же изъ проволоки—для классификаціи самой мелкой крупы, для которой было-бы очень трудно приготовить грохота изъ листового желѣза. Кромѣ того, въ этомъ случаѣ пространство между отверстіями, т.-е. мертвое пространство, занимало-бы слишкомъ много мѣста по отношенію къ площади отверстій.

Зато, въ случаѣ болѣе крупныхъ классовъ руды грохота изъ листового желѣза отличаются простотой устройства и прочностью.

Отверстія грохотовъ изъ листового желѣза дѣлаются круглыми (рис. 50), продолговатыми (рис. 52), или квадратными (рис. 51). При расположеніи отверстій нужно прежде всего стараться помѣстить на данной площади поверхности грохота возможно большее чи-

сло ихъ, не уменьшая прочности самого грохота. Въ случаѣ круглыхъ отверстій, центры послѣднихъ располагаются по угламъ равносторонних треугольниковъ или правильныхъ шестиугольниковъ.

Матеріаломъ для описываемыхъ грохотовъ служитъ, вообще говоря, листовое древесно-угольное желѣзо, и лишь иногда, чаще всего въ случаѣ небольшихъ отверстій (< 3 мм.), употребляютъ стальные листы.

Толщина листа желѣза не должна быть больше діаметра дѣлаемыхъ въ немъ отверстій, такъ какъ иначе послѣднія легко засоряются. Такую толщину желѣзныхъ листовъ берутъ, однако, лишь въ случаѣ болѣе мелкихъ отверстій (4 и меньше мм.), при болѣе же крупныхъ можно довольствоваться толщиною 6 — 5 мм. При пробивкѣ отверстій въ металлическихъ листахъ не слѣдуетъ забывать, что отверстія эти получаются всегда нѣсколько коническими, какъ показано, на рис. 53—54.



Рис. 53.



Рис. 54. Рис. 55.

Для правильной работы сѣтки грохотовъ необходимо, чтобы руда находилась всегда на сторонѣ гдѣ отверстіе уже. Очевидно, что въ этомъ случаѣ опасность засоренія сѣтки будетъ наименьшая. Такимъ образомъ устройство грохота на рис. 55 ошибочно.

Вотъ нѣкоторыя данныя относительно толщины, вѣса и цѣнъ желѣзныхъ и стальныхъ листовъ (нормальные размѣры: 1250×2500 мм.) съ круглыми отверстіями.

См. таблицу на стр. 118.

Для правильнаго дѣйствія грохота недостаточно распредѣлить по нему классифицируемый матеріалъ тонкимъ слоемъ, но и надо заставить матеріалъ этотъ двигаться по грохоту. Движеніе это достигается или вѣсомъ самыхъ зеренъ руды, при соотвѣтственномъ уклонѣ просѣивающей поверхности грохота, или же движеніемъ послѣдняго. Въ зависимости отъ этого, всѣ грохота можно раздѣлить на *неподвижные* и *движущіеся*. Послѣдніе, въ свою очередь, раздѣляются на *плоскіе*, т.-е. съ плоской поверхностью, и грохота *съ цилиндрической или конической поверхностью*. Неподвижные грохота при обогащеніи рудъ упо-

Діаметръ отверстій.	Приблизительная толщина листовъ					Вѣсъ 1 кв. м. сѣтки			Цѣна 1 клг.
						по Humboldt'y		по	по
мм.	По Риттингеру.	По данн. Fraser & Chalmers.	По даннымъ Humboldt'a.		По даннымъ Ф. Мегюэна	желѣзн.	стальныя.	Мегюэну.	Мегюэну.
	миллиметры.					килограммы.			марки.
			жел.	стальн.					
0,35	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
0,50	—	—	—	—	0,30	—	—	1,70	5
0,60	—	—	0,35	0,30	—	2,10	1,75	—	—
0,65	—	—	—	0,30	0,30	—	1,75	1,70	4,75
0,75	—	0,457	0,50	0,40	0,37	3,00	2,50	2,10	3,50
				0,50	0,50		3,00	3	3,25
1,00	0,75	0,559	0,75	0,60	0,50	4,50	3,50	3,00	2,50
			0,875	0,75	0,75	5,00	4,50	4,25	2,25
1,25	—	0,889	0,875	0,70	0,75	5,00	4,00	4,25	2,00
			1,00	0,875	1,00	5,50	5,00	5,50	1,75
1,4	1,00	—	—	—	—	—	—	—	—
1,50	—	1,245	1,00	0,75	1,00	5,50	4,50	5,50	1,40
			1,20	1,00	1,25	6,50	5,50	7	1,25
1,75— 2,00	—	1,651	1,25	1,00	0,75—1,50	6,75	5,50	4,25— 8,50	1,50—1,20
			1,50	1,50	0,75—2,00	8,00	8,00	4,25—12,50	1,50—1,25
2,25— 2,50	—	—	1,50	1,25	1,00—2,00	8,00	6,75	5,50—12,75	1,35—1,25
			1,75	1,75	1,00—2,50	9,50	9,50	5,50—16,00	1,25—1,00
2,75— 3,00	—	—	1,75	1,50	1,00—2,50	9,50	8,00	5,50—15,00	1,25—1,00
			2,00	2,00	1,00—3,00	10,75	10,75	5,50—19,00	1,00—0,90
3,25— 4,00	—	—	2,00	1,75	1,00—3,50	10,75	9,50	5,50—23,00	1,00—0,75
			2,50	2,50	1,00—3,50	13,00	13,00	5,50—21,00	0,90—0,75
4,00	1,75	2,769	—	—	1,00—4,00	—	—	5,50—25,00	0,80—0,70
4,25— 5,0	—	—	2,25	2,00	1,00—4,50	12,00	10,75	5,50—29,00	0,80—0,70
			2,75	2,75	1,00—5,00	14,50	14,50	5,50—32,00	0,75—0,65
5,5	—	3,404	—	—	—	—	—	—	—
5,6	2,00	—	—	—	—	—	—	—	—
5,25— 7,00	—	—	2,50	2,25	—	13,00	12,00	—	—
			3,00	3,00	1,50—7,00	15,50	15,50	8,00—45,00	0,70—0,55
7,25—10,00	—	—	3,00	2,50	—	15,50	13,00	—	—
			3,50	3,50	2,00-10,00	18,00	18,00	10,50-64,00	0,65—0,48

Діаметръ отверстій	Приблизительная толщина листовъ					Вѣсъ 1 кв. м. сѣтки			Цѣна 1 клг.
						по Humboldt'y.		по	по
мм.	По Риттингеру.	По данн. Fraser & Chalmers.	По даннымъ Humboldt'a.		По даннымъ Ф. Мегюэна	желѣзн.	стальныя.	Мегюэну.	Мегюэну.
	миллиметры.					килограммы.			марки.
			жел.	стальн.					
8,00	—	4,750	—	—	2,00—8,00	—	—	10,50-53,00	0,70—0,55
15,00	—	6,350	—	—	2,00-15,00	—	—	10,50-96,00	0,60—0,45
16,00	2,75	6,350	—	—	2,00-15,00	—	—	10,50-96,00	0,60—0,45
11,00—20,00	—	—	3,50	3,00	2,00-11,00	18,00	15,50	10,50-71,00	0,65—0,48
			4,00	4,00	3,00-15,00	20,00	20,00	15,50-89,00	0,48—0,42
22,0	—	6,350	—	—	3,00-15,00	—	—	15,50-89,00	0,48—0,42
22,6	3,00	—	—	—	—	—	—	—	—
25,0	—	6,350	—	—	3,00-20,00	—	—	15,50-123,00	0,8—0,40
25,4	—	7,925	—	—	—	—	—	—	—
21,00—30,00	—	—	4,00	3,50	—	20,00	18,00	—	—
			4,50	4,50	3,00-20,00	22,00	22,00	15,00-112,00	0,48—0,4 0
31,00—50,00 и больше.	—	—	4,50	4,00	—	22,00	20,00	—	—
			5,00	5,00	4,00-20,00	24,00	24,00	20,00-102,20	0,48—0,40

требляются лишь въ исключительныхъ случаяхъ. Къ этой категоріи принадлежатъ тѣ изъ нихъ, на которыхъ происходитъ раздѣленіе доставляемой изъ рудника массы на штуфную руду и подрудокъ. *Подвижные* грохота соединяются по нѣсколько штукъ вмѣстѣ въ одинъ аппаратъ.

Если такой аппаратъ состоитъ изъ плоскихъ грохотовъ, то при этомъ получаются такъ называемые сложные грохота (Rätter). Грохота съ цилиндрической или конической поверхностью, называются барабанами. Процессъ классификаціи можно вести двоякимъ образомъ:

I. Классификацію начинаютъ съ грохота съ самыми мелкими отверстіями и кончаютъ на грохотѣ съ самыми крупными отверстіями.

При этомъ способѣ часть, провалившаяся черезъ грохотъ, представляетъ собою готовый классъ, часть же непровалившаяся подвергается дальнѣйшей классификаціи.

II. Начинаютъ съ самаго крупнаго грохота и кончаютъ самымъ мелкимъ.

При этомъ способѣ части руды, *остающіяся* въ грохотахъ, представляютъ собою готовые классы, а части *прошедшія* черезъ отверстія подвергаются дальнѣйшей классификаціи.

Сравнивая эти два способа между собой, слѣдуетъ отдать преимущество второму, такъ какъ при немъ, очевидно, изнашиваніе грохотовъ съ мелкими отверстіями — т. е. наименѣе прочныхъ — будетъ меньше чѣмъ въ первомъ случаѣ. Съ другой стороны нужно замѣтить, что при первомъ способѣ движеніе по сѣткѣ крупныхъ кусковъ до извѣстной степени способствуетъ предохраненію отверстій сѣтки отъ засоренія.

Иногда обоими этими способами пользуются одновременно: начинаютъ классификацію по способу II и оканчиваютъ по способу I.

Плоскіе грохота.

Уклонъ, придаваемый плоскимъ грохотамъ, *меньше* уклона, при которомъ зерна руды скатывались бы сами собою, и движеніе ихъ вызывается сотрясеніями, сообщаемыми грохоту.

Сотрясенія производятся или вдоль грохота (продольныя) или поперекъ его (поперечныя) при помощи кривошипа. Въ прежнее время сотрясенія сообщались грохотамъ иногда отъ кулаковъ, при чемъ движеніе грохота происходило такимъ образомъ, какъ оно происходитъ въ штосгердахъ, о которыхъ будетъ говориться ниже.

Въ настоящее время, однако, способъ этотъ выходитъ изъ употребленія, такъ какъ требуетъ слишкомъ большой затраты силы, быстро разрушаетъ грохотъ и производитъ много шума.

Что касается числа колебаній сообщаемыхъ грохотамъ, то по Вейсбаху оно опредѣляется слѣдующими двумя формулами:

$$n = \sqrt{\frac{g}{0{,}011\,r} \cdot \cos\alpha_1\,(tg\,\alpha - tg\,\alpha_1)}$$

для продольныхъ сотрясеній и

$$n = \sqrt{\frac{g}{0{,}011\,r} \cdot \cos\alpha_1 \sqrt{tg^2\alpha - tg^2\alpha_1}}$$

для поперечныхъ сотрясеній, гдѣ $g = 9{,}81$ ускореніе силы тяже-

сти, α_1 — наклонъ рѣшета грохота, $tg\,\alpha = \varphi$—коэффиціентъ тренія и r — длина кривошипа *).

Число поперечныхъ сотрясеній должно быть больше, чѣмъ продольныхъ. Оно тѣмъ меньше, чѣмъ больше уклонъ рѣшета грохота и размахъ его, т.-е. діаметръ кривошипа (2 r), и чѣмъ меньше коэффиціентъ тренія руды по рѣшету.

Для конструкціи грохотовъ Риттингеръ даетъ слѣдующія общія указанія:

1) Длина каждаго рѣшета грохота должна быть не менѣе 0,32 м. (1 фута). Обыкновенно она бываетъ отъ 0,48 м. до 0,64 м.

2) Для опредѣленія ширины рѣшета грохота можно принять, что на каждыхъ 0,32 кв. м. ея въ 1 часъ можно проклассифицировать около 3 куб. м. рудной мелочи; крупнаго орѣшника—1,89 куб. м., крупнаго песка — 1,26 куб. м. и, наконецъ, мелкаго песка — около 0,58 куб. м. Перегрузка грохота, очевидно, повлечетъ за собою не совершенную классификацію зеренъ руды.

3. *Уклонъ рѣшета* грохотовъ при продольныхъ колебаніяхъ дѣлается около 16° при передачи движенія отъ кривошипа и 10—12% при сотрясеніи отъ кулаковъ. При поперечныхъ колебаніяхъ уклонъ дѣлается больше — 18—20°.

Число рѣшетъ въ грохотѣ не дѣлается вообще больше 4.

Всѣ существующіе грохота можно раздѣлить на 3 категоріи: плоскіе (Planrätter), ступенчатые (Stufenrätter) и коробчатые (Kastenrätter). Первыя двѣ категоріи называются также открытыми. Въ нихъ отдѣльные рѣшета располагаются другъ съ другомъ рядомъ, въ то время какъ въ грохотахъ третьей категоріи рѣшета располагаются *другъ подъ другомъ*.

---

*) Для примѣра вычислимъ число оборотовъ кривошипа при слѣдующихъ условіяхъ: α_1 — уклонъ рѣшета грохота = 17°, φ — коэффиціентъ тренія = 0,75 и $r = 0{,}02$ м.

Если $\varphi = tg\,\alpha = 0{,}75$, то $\alpha = 36°\ 50'$; $tg\,\alpha_1 = tg\ 17° = 0{,}306$, а $\cos\alpha_1 = 0{,}956$. Отсюда получаемъ для продольныхъ сотрясеній

$$n = \sqrt{\frac{9{,}81}{0{,}011.0{,}02}} \cdot 0{,}956\,(0{,}75 - 0{,}306) = 121$$

и для поперечныхъ сотрясеній

$$n = \sqrt{\frac{9{,}81}{0{,}011.0{,}02}} \cdot 0{,}956\,\sqrt{0{,}75^2 - 0{,}304^2} = 175.$$

Въ плоскихъ грохотахъ рѣшета располагаются въ одной общей рамѣ, при чемъ первое рѣшето — самое мелкое. Обстоятельство это является крупнымъ недостаткомъ этой системы, такъ какъ болѣе мелкія, а слѣдовательно и болѣе дорогія, рѣшета изнашиваются наиболѣе сильно. Въ ступенчатыхъ грохотахъ рѣшета располагаются уступами, такимъ образомъ, что верхнее рѣшето самое крупное, а нижнее самое мелкое; классификація, слѣдовательно, происходитъ на нихъ по способу II.

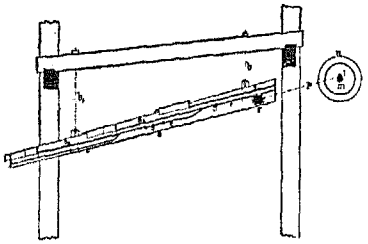


Рис. 56.

Удаленіе полученныхъ классовъ зеренъ руды, очевидно, производится въ бокъ, такъ какъ иначе самая работа подобныхъ грохотовъ стала бы невозможной. На рис. 56—57 изображенъ *ступенчатый грохотъ* конструкціи, примѣняемой въ Пшибрамѣ. Онъ состоитъ изъ желѣзной рамы a, подвѣшенной на 4 желѣзныхъ же штангахъ b и b_1. Штанги b_1 сдѣланы составными, чтобы можно было измѣнять наклонъ грохота. Внутри рамы на прокладкахъ c (рис. 58), привинченныхъ къ продольнымъ стѣнкамъ ея, укрѣплены рѣшета s_1 s_2 и s_3. Детали устройства грохота изображены на рис. 58. Здѣсь f — угловое желѣзо, служащее для укрѣпленія желѣзнаго днища e рѣшета, на которое поступаютъ, проваливающіеся черезъ рѣшето, куски руды. Желѣзныя пластины g g служатъ для укрѣпленія этого днища. Каждое рѣшето въ нижнемъ своемъ концѣ ограждено бортомъ h, направляющимъ куски руды, не прошедшія черезъ рѣшето, къ выходнымъ отверстіямъ k_1. Движеніе свое грохотъ получаетъ отъ кривошипа l и шатуна p, связаннаго съ осью q, укрѣпленной въ рамѣ грохота. Кривошипы отливаются въ видѣ диска, при чемъ масса послѣдняго замѣняетъ маховикъ. Чѣмъ тяжелѣе грохотъ, тѣмъ

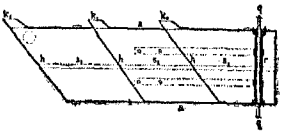


Рис. 57.

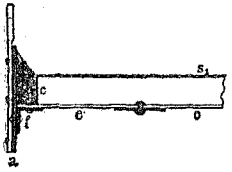


Рис. 58.

тяжелѣе, очевидно, должны быть эти диски. Подшипники вала для кривошипа и кривошипъ требуютъ тщательнаго ухода и надсмотра, такъ какъ въ противномъ случаѣ сотрясенія грохота будутъ неправильными, разрушительно дѣйствовать на все устройство. Вообще описанный грохотъ отличается сравнительно малой прочностью и требуетъ частаго ремонта. По фонъ-Рейдту, при 146 оборотахъ вала кривошипа, грохотъ требуетъ для своей работы 1,9 *HP*.

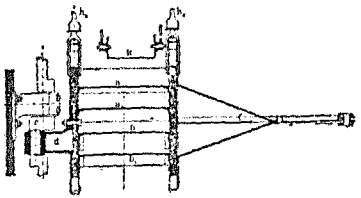


Рис. 59.

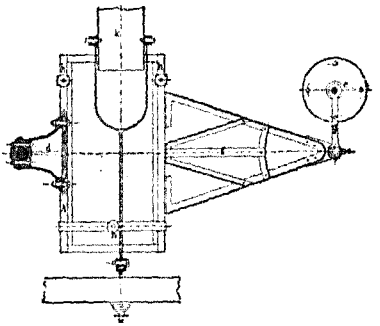


Рис. 60.

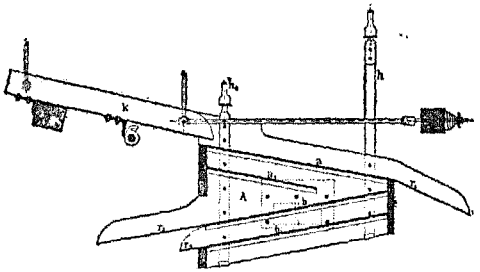


Рис. 61.

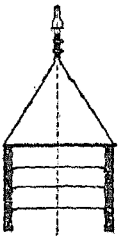


Рис. 62.

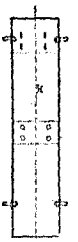


Рис. 63.

Болѣе совершеннымъ является *качающійся грохотъ* Новáка, относящійся къ коробчатымъ грохотамъ и изображенный на рис. 59—65.

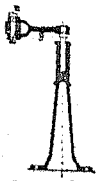


Рис. 64.



Рис. 65.

Онъ состоитъ изъ деревяннаго ящика A, въ которомъ, въ случаѣ, изображенномъ на рисункѣ, укрѣплены 2 рѣшета a и b. Подъ (рис. 61) каждымъ изъ рѣшетъ помѣщаются днища—a_1, и b_1. Руда прошедшая черезъ рѣшето a, по днищу a_1 попадаетъ на верхнюю часть

рѣшета b, на которомъ и раздѣляется на 2 класса, выходящія изъ грохота черезъ устья r_2 и r_3. Руда, не прошедшая черезъ рѣшето a выходитъ изъ грохота черезъ устье—r_1.

Весь грохотъ подвѣшенъ на 3, одной передней (h) и 2 заднихъ (h_1), штангахъ, головки которыхъ укрѣплены въ шаровыхъ подшипникахъ, что необходимо для вращательнаго движенія грохота. Качательное движеніе сообщается грохоту отъ колѣнчатаго вала c. Для равномѣрности движенія къ грохоту прикрѣплена „пирамида“ f, соединенная колѣнчатымъ сопряженіемъ съ вертикальной неподвижной осью e (Рис. 59, 60 и 64). Руда въ грохотъ поступаетъ по желобу (трясучкѣ) k.

При описанномъ устройствѣ каждая точка рѣшета движется по пути близкому къ эллипсу. Движеніе руды по рѣшетамъ происходитъ, отчасти, благодаря наклонному расположенію рѣшетъ, отчасти же вслѣдствіе развивающейся при движеніи грохота центробѣжной силы. Эта послѣдняя, какъ извѣстно$=G\frac{v^2}{r\cdot g}$, гдѣ G — вѣсъ зерна руды, r — радіусъ кривой описываемый этимъ зерномъ и g — ускореніе силы тяжести. Такъ какъ кривыя, описываемыя различными зернами, различны, то величина r для различныхъ зеренъ различна. Для цѣлей практики Ламprехтъ совѣтуетъ принимать r равнымъ колѣну вала, для исправленія же ошибки умножать на 1,25, полученный вычисленіемъ результатъ. Треніе зерна о рѣшето, очевидно, $f\ G$, гдѣ $f=tg\alpha$—уголъ тренія. Минимальной допустимой скоростью v явится, очевидно, скорость удовлетворяющая слѣдующему равенству:

$$f\,G = G\,\frac{v^2}{r\,g}.$$

Слѣдовательно

$$v = \sqrt{f\,g\,r}.$$

Отсюда получаемъ число оборотовъ грохота въ минуту

$$n = \frac{60\ v}{2\pi\cdot r} = \frac{60}{2\pi}\sqrt{\frac{f\,g}{r}}.$$

Это число оборотовъ грохота является минимальнымъ: при немъ центробѣжная сила будетъ только уничтожать треніе. Поэтому найденное указаннымъ образомъ n умножаютъ обыкновенно

на 1,25. Если напримѣръ $f = t\ g\ \alpha = t\ g\ 37^\circ = 0{,}754$, $r = 0{,}05$ м., то число оборотовъ, которое нужно придать грохоту

$$n_1 = 1{,}25\ n = \frac{1{,}25 \cdot 60}{2\pi}\sqrt{\frac{0{,}754 \cdot 9{,}81}{0{,}05}} = 145.$$

Для уравновѣшенія вала с онъ дѣлается часто двухколѣнчатымъ, при чемъ онъ приводитъ въ дѣйствіе два грохота.

Описаннаго устройства грохотъ (двойной) съ успѣхомъ примѣняется въ Идріи, гдѣ зерна, выходящія черезъ устье r, имѣютъ величину отъ 90 до 40 мм., черезъ устье r_1 — 40—20 мм. и, наконецъ, черезъ устье r_1 — 20—0 мм., при чемъ часовая производительность грохота составляетъ 350—400 g сырой руды.

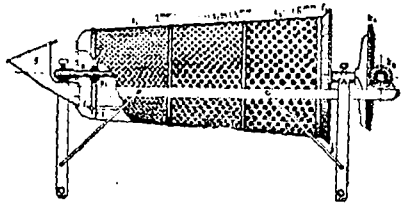


Рис. 66.

За послѣднее время въ практикѣ обогащенія плоскіе грохота въ многихъ случаяхъ вытѣснены коническими или цилиндрическими барабанами (рис. 66—69), которые отличаются простотой конструкціи, легко ремонтируются и требуютъ меньшей затраты силы, чѣмъ плоскіе грохота. Главный недостатокъ барабановъ — это то, что въ каждый данный моментъ работающей является лишь нѣкоторая часть сѣтки, на которой скопляется руда, вслѣдствіе чего сама классификація, какъ показалъ опытъ, происходитъ менѣе совершенно, чѣмъ на плоскихъ грохотахъ. Кромѣ того, изнашиваніе сѣтокъ въ барабанахъ сильнѣе, чѣмъ въ грохотахъ.

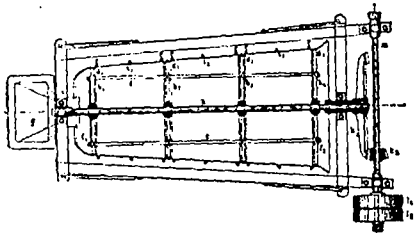


Рис. 67.

Принципъ устройства барабановъ понятенъ изъ чертежей. Въ цилиндрическихъ барабанахъ ось располагается подъ

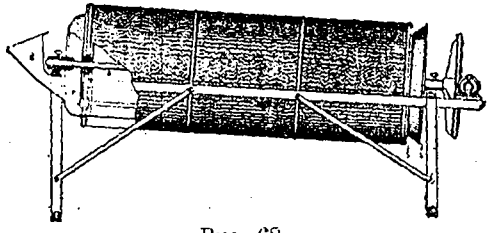


Рис. 68.

угломъ 3—5° къ горизонту, что является нѣкоторымъ недостаткомъ, такъ какъ уменьшаетъ полезную высоту опусканія руды собственнымъ вѣсомъ. Кромѣ того, установка такого барабана нѣсколько затруднительна. Въ коническихъ барабанахъ ось ихъ располагается горизонтально, самая же сѣтка барабана—наклонно, также подъ угломъ въ 3 — 5° къ горизонту. Что касается скорости вращенія барабановъ, то слѣдуетъ замѣтить, что она никогда не должна быть такой, чтобы центробѣжная сила, развивающаяся подъ вліяніемъ вращенія барабановъ въ зернѣ руды, достигала величины равной вѣсу этого зерна, такъ какъ въ такомъ случаѣ зерно, подъ вліяніемъ центробѣжной силы будетъ прижато къ сѣткѣ барабана и вращаться вмѣстѣ съ нею, что сдѣлало бы невозможной самую работу барабана.

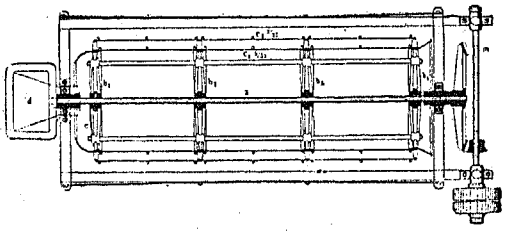


Рис. 69.

Пусть r — средній діаметръ барабана, дѣлающаго n оборотовъ въ минуту, тогда скорость вращенія барабана $v = \frac{2\pi r \cdot n}{60}$ и зерно руды, вѣсомъ G развовьетъ центробѣжную силу

$$C = G\frac{v^2}{r\,g} = G\frac{4\,\pi^2\,r\,n^2}{3600\,g}$$

и будетъ съ этой силой прижиматься къ сѣткѣ барабана. Если

$C = G$, то $\frac{4^2\,\pi^2\,r\,n^2}{3600\,g} = 1$,

и *недопустимое* уже число оборотовъ барабана

$$n = \frac{60}{2\,\pi}\sqrt{\frac{g}{r}}.$$

На практикѣ число оборотовъ барабана діаметромъ d=0,8 м. дѣлается 20—30.

Діаметръ барабановъ обыкновенно дѣлается 0,8—1,25 м., длина же — 0,8—1,25 м.

Простой барабанъ, очевидно, можетъ дать только два класса руды. Поэтому для цѣлей обогащенія соединяютъ въ большинствѣ

случаевъ по нѣсколько барабановъ вмѣстѣ. При такомъ устройствѣ классификація можетъ производиться по обоимъ вышеуказаннымъ схемамъ (стр. 119).

Расположеніе барабановъ по отношенію другъ къ другу можетъ быть довольно разнообразно, при чемъ можно различить слѣдующіе основные типы установокъ.

1) Барабаны располагаются такимъ образомъ, что оси ихъ находятся въ одной вертикальной плоскости (рис. 70).

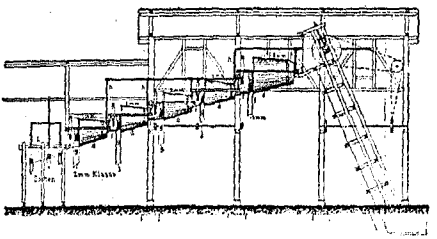


Рис. 70.

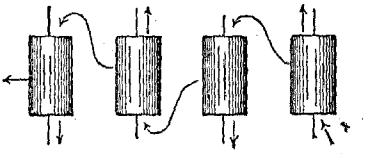


Рис. 71.

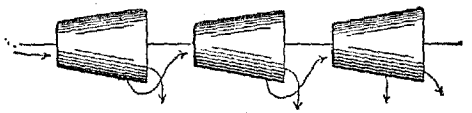


Рис. 73.

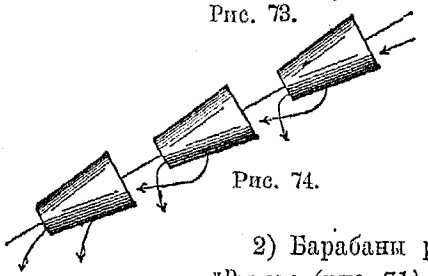


Рис. 74.

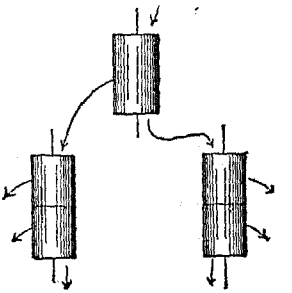


Рис. 72.

2) Барабаны располагаются рядомъ другъ съ другомъ (рис. 71).

3) Руда, прошедшая черезъ отверстія сѣтки барабана, направляется въ другой барабанъ, гдѣ раздѣляется на нѣсколько классовъ, въ то время, какъ руда, не прошедшая черезъ отверстія сѣтки барабана, классифицируется на другомъ барабанѣ (рис. 72).

4) Барабаны располагаются на одной горизонтальной оси (рис. 73).

Руда, прошедшая черезъ отверстія сѣтки барабана, поднимается и поступаетъ въ слѣдующій барабанъ.

5) Барабаны располагаются на одной наклонной оси (рис. 74).

Для сбереженія мѣста весьма часто барабанъ составляется или изъ нѣсколькихъ концентрическихъ барабановъ, (рис. 69) или же просѣивающаяся поверхность его снабжается отверстіями различнаго діаметра (рис. 66).

Въ послѣднемъ случаѣ необходимо принимать во вниманіе соображенія, изложенныя на стр. 119, относительно схемы классификаціи.

На рис. 66 и 67 *a* изображенъ обыкновенный коническій барабанъ, представляющій какъ бы соединеніе трехъ барабановъ съ величиною отверстія сѣтокъ въ 6, 4 и 2 мм.; какъ видно изъ рисунка, барабаны эти насажены на одной общей оси *a*. Конструкція аппарата видна на рис. 67. На оси *a* надѣты четыре чугунныхъ шкива b_1, b_2, b_3 и b_4, спицы которыхъ соединены, для большей жесткости всего устройства, желѣзными штангами. Обода d_1, d_2, d_3 и d_4 шкивовъ служатъ для укрѣпленія на нихъ сѣтокъ, которыя удерживаются на мѣстѣ натяжными кольцами *e*, попарно свинчиваемыми между собой. Къ шкиву b_4 прикрѣпленъ желѣзный конусъ f_2, черезъ который выходитъ изъ барабана непрошедшая черезъ сѣтки его руда, къ шкиву же b_1 — пріемникъ f_1, въ который поступаетъ руда изъ засыпного устройства (воронки) *g*. Въ движеніе барабанъ приводится коническими зубчатыми колесами k_1 и k_2 отъ шкивовъ l_1 и l_2, изъ которыхъ одинъ холостой.

Описаннаго устройства барабанъ, число сѣтокъ котораго $n = 3$, даетъ, очевидно, $n + 1 = 4$ класса руды: a) < 2 мм., b) < 4 мм., c) < 6 мм. и d) > 6 мм.

Классификація въ этомъ барабанѣ происходитъ, очевидно, по схемѣ I, въ то время, какъ цилиндрическій барабанъ, изображенный на рис. 68 и 69, работаетъ по схемѣ II.

Конструктивное устройство въ общемъ то же, что и въ только что описанномъ барабанѣ, съ тою разницею, что сѣтокъ здѣсь двѣ и расположены онѣ по отношенію другъ къ другу концентрично.

Внутренняя сѣтка c_1 — съ отверстіями въ 5 мм., наружняя съ отверстіями — въ 2 мм. Руда поступаетъ въ барабанъ черезъ засыпное устройство (воронку) *d* и, благодаря наклону оси барабана, движется къ противоположному концу его. Получаются 3 класса руды: a) > 5 мм., b) < 5, но > 2 мм. и c) < 2 мм.

Для того, чтобы предотвратить засореніе отверстій сѣтокъ

частицами руды, чаще всего примѣняютъ брызгало, струя воды изъ котораго направляется на сѣтки барабана или изнутри или же снаружи. Детали подобнаго устройства будутъ описаны въ отдѣлѣ объ классификаціи каменнаго угля.

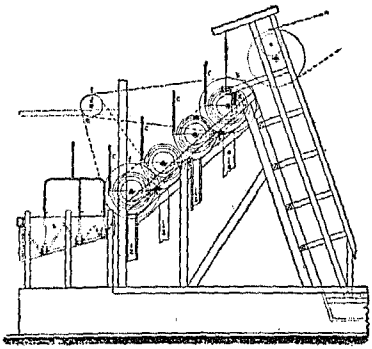


Рис. 75.

Если на обогатительномъ заводѣ достаточно мѣста (въ смыслѣ

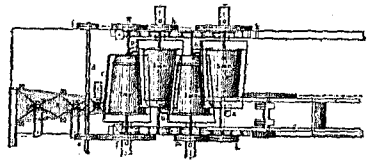


Рис. 76.

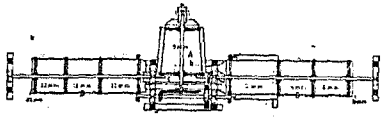


Рис. 77.

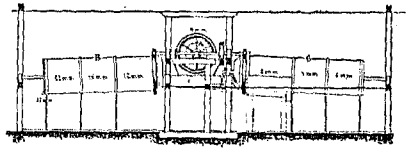


Рис. 78.

высоты), то нерѣдко прибѣгаютъ, какъ сказано выше, къ расположенію барабановъ послѣдовательно одинъ за другимъ, какъ изображено на рис. 70. Каждый барабанъ имѣетъ сѣтку только съ одной величиной отверстіями. Прошедшая черезъ сѣтку руда поступаетъ въ нижеслѣдующій барабанъ.

При подобномъ устройствѣ верхній барабанъ дѣлается съ самыми крупными отверстіями. Руда, остающаяся на сѣткѣ какого-нибудь барабана приблизительно равна величинѣ отверстій предыдущаго и составляетъ готовый классъ. Каждый барабанъ дѣлаетъ 15 об. въ минуту, перерабатываетъ около 9 t руды въ часъ, требуя около 1,5 *HP*.

На рис. 75 и 76 изображена система барабановъ, расположенныхъ паралельно и ступенчато другъ надъ другомъ. Руда поступаетъ въ верхній, съ самыми крупными отверстіями барабанъ *e*, по трубѣ *a*. Куски руды, не прошедшіе черезъ сѣтку, попадаютъ въ отводную трубу 8, прошедшія же — по желобу въ слѣдующій барабанъ и т. д. По трубамъ *c* приводится вода, служащая для обмывки сѣтокъ барабановъ (съ наружи).

Если руда должна быть раздѣлена на большое количество

классовъ, то вышеописанныя комбинаціи многихъ барабановъ требуютъ очень значительной высоты, что часто оказывается невозможнымъ по мѣстнымъ условіямъ расположенія обогатительной фабрики. Въ такихъ случаяхъ можно прибѣгнуть къ устройству, изображенному на рис. 77 и 78. Руда поступаетъ въ барабанъ *A*, въ которомъ раздѣляется на 2 класса, изъ которыхъ однихъ поступаетъ въ барабанъ *B*, другой же — въ барабанъ *C*. Барабаны *B* и *C* состоятъ каждый изъ 3 размѣровъ сѣтокъ, такъ что весь изображенный на рисункѣ аппаратъ даетъ 8 классовъ подрудка. Весь приборъ требуетъ около 1,75 *HP* дѣлая 25—30 об. въ минуту.

Что касается производительности барабановъ, то она зависитъ, какъ отъ скорости вращенія барабана, отъ уклона къ горизонту просѣивающей его поверхности, такъ и отъ толщины слоя руды, лежащей на сѣткѣ.

Весьма поучительны въ этомъ отношеніи слѣдующія таблицы, составленныя проф. Ричардсомъ.

А. *Производительность въ 24 часа барабана въ 36 дюймовъ діаметромъ, 72 дюймовъ длиною, дѣлающаго 20 оборотовъ въ минуту при данной толщинѣ слоя руды на сѣткѣ и при различныхъ наклонахъ послѣдней* *).

Наклонъ сѣтки.		Толщина слоя руды $=\frac{1}{4}''$. Въ бараб. постоянно находится 3,91 ф. руды.	Толщина слоя руды $=\frac{1}{2}''$. Въ бараб. постоянно находится 11,03 ф. руды.	Толщина слоя руды $=1''$. Въ бараб. постоянно находится 31,06 ф. руды.	Толщина слоя руды $=2''$. Въ барабанѣ постоянно находится 87,14 ф. руды.
Въ градусахъ.	Дюймы на пог. фут.				
		тонны	тонны	тонны	тонны
2 °	$^3/_8''$	4,6	13,1	36,8	103,3
2°30	$^1/_2''$	5,8	16,4	46,1	129,4
3°30	$^3/_4''$	8,1	23,0	64,7	181,6
5°	1″	11,7	33,0	92,8	260,3
7°	$1^1/_2''$	16,5	46,4	130,8	366,9
9°30′	2″	22,6	63,8	179,6	503,9
14°	3″	34,5	97,4	274,4	769,8

*) Въ этихъ таблицахъ принято, что 1 куб. ф. руды вѣситъ 94 фунта.

B. Относительная производительность барабановъ при толщинѣ слоя руды не болѣе 2″ при различныхъ скоростяхъ и наклонахъ.

Наклонъ сѣтки.		Барабанъ въ 30″ діаметромъ			Барабанъ въ 36″ діаметромъ			Барабанъ въ 48″ діаметр.		Барабанъ въ 72″ діаметр.		Барабанъ въ 96″ діаметр.	
Въ градусахъ.	Въ дюйм. на пог. фут.	Число оборотовъ въ минуту.			Число оборотовъ въ минуту.			Число оборот. въ мин.		Число оборот. въ мин.		Число оборот. въ мин.	
		16	18	20	16	18	20	15	17	12	15	10	12
2°0′	3/8″	3,3	3,7	4,0	4,3	4,8	5,1	6,1	6,8	9,1	10,7	11,7	13,5
2°30′	1/2″	4,2	4,6	5,0	5,4	5,9	6,4	7,7	8,5	11,4	13,4	14,7	16,9
3°30′	3/4″	5,8	6,4	7,0	7,6	8,3	9,0	10,8	11,9	15,9	18,8	20,6	23,7
5°0′	1″	8,4	9,2	10,0	10,9	12,0	12,9	15,5	17,0	22,9	27,1	29,5	34,0
7°0′	1 1/2″	11,8	13,0	14,1	15,4	16,9	18,2	21,8	23,9	32,2	38,1	41,7	48,1
9°30′	2″	16,3	17,9	19,4	21,1	23,2	25,1	30,0	32,9	44,2	52,6	57,4	66,2
14°0′	3″	25,0	27,4	29,7	32,5	35,5	38,2	45,9	50,5	67,9	80,0	88,5	10,0

C. Относительныя длины барабановъ, необходимыя для производительностей, указанныхъ въ таблицѣ B.

Наклонъ барабана.		Діаметръ барабановъ.											
		30″			36″			48″		72″		96″	
Въ градусахъ.	Дюйм. на пог. фут.	Число оборотовъ въ минуту.											
		16	18	20	16	18	20	15	17	12	15	10	12
2°0′	3/8″	14,5	14,2	13,9	14,2	13,9	13,5	14,0	13,6	14,1	13,3	14,2	13,6
2°30′	1/2″	18,1	17,7	17,3	17,8	17,4	16,9	17,5	17,0	17,6	16,6	17,7	17,0
3°30′	3/4″	25,3	24,8	24,2	24,9	24,3	23,7	24,5	23,8	24,6	23,3	24,8	23,8
5°0′	1″	36,1	35,4	34,6	35,6	34,7	33,8	35,0	34,0	35,1	33,3	35,4	34,0
7°0′	1 1/2″	50,5	49,4	48,3	49,8	48,6	47,3	48,9	47,5	49,1	46,5	49,5	47,5
9°30′	2″	68,3	66,8	65,4	67,4	65,7	64,0	66,2	64,3	66,5	63,0	67,1	64,3
14°0′	3″	100,0	98,1	96,3	98,7	96,3	94,0	96,9	94,5	97,5	92,3	98,1	94,5

D. Толщина слоя и вѣсъ руды въ барабанахъ въ 30″ и 36″ діаметромъ

ствахъ подаваемой въ барабаны руды и

	Наклонъ сѣтки		Подача = 100 t руды въ 24 часа		Подача = 125 t руды въ 24 часа	
	въ градусахъ.	въ дюйм. на пог. фут.	Глубина слоя руды.	Количество руды, постоянно находящейся въ барабанѣ.	Толщина слоя руды.	Количество руды, постоянно находящейся въ барабанѣ.
			Дюймы.	Фунты.	Дюймы.	Фунты.
$D = 30''$	2°	$^3/_8''$	2.31	98,8	2,69	123,5
	2°30′	$^1/_2''$	1.99	79,0	2,31	98,8
$L = 72''$	3°30′	$^3/_4''$	1.60	56,3	1.85	70,4
	5°	1″	1.25	39,3	1,45	49,1
	7°	$1^1/_2''$	0,98	27,8	1,15	34,8
	9°30′	2″	0.79	20,2	0,93	25,3
	14°	3′	0,60	13,3	0,69	16,6
$D = 36''$	2°	$^3/_8''$	1,96	84,4	2,28	105,5
$L = 72''$	2°30′	$^1/_2''$	1.69	67,4	1.96	84,2
	3°30′	$^3/_4''$	1.35	48,0	1,57	60,0
	5°	1″	1.05	33,5	1.23	41,8
	7°	$1^1/_2''$	0,83	23,7	0,97	29,7
	9°30′	2″	0,68	17,3	0,78	21,6
	14°	3″	0,51	11,3	0,58	14,1

и 72" длиною, при 20 оборотахъ въ минуту при различныхъ количе-
при размичныхъ уклонахъ сѣтки,

Подача = 150 t руды въ 24 часа.		Подача = 200 t руды въ 24 часа.		Подача = 300 t руды въ 24 часа	
Толщина слоя руды.	Количество руды, постоянно находящейся въ барабанѣ.	Толщина слоя руды.	Количество руды, постоянно находящейся въ барабанѣ.	Толщина слоя руды.	Количество руды, постоянно находящейся въ барабанѣ.
Дюймы.	Фунты.	Дюймы.	Фунты.	Дюймы.	Фунты.
3,06	148,2	3,73	197,7	4,93	296,5
2,61	118,5	3,20	158,1	4,23	237,1
2,08	84,5	2,53	112,7	3,35	169,0
1,64	58,9	1,99	78,6	2,60	117,9
1,30	41,7	1,58	55,7	2,07	83,5
1,04	30,3	1,27	40,4	1.67	60,6
0,78	19,9	0,95	26,5	1,26	39,8
2,58	126,5	3,12	168,7	4,12	253,1
2,21	101,0	2,69	134,7	3,52	202,1
1,76	72,0	2,14	96,0	2,81	144,0
1,39	50,2	1,68	66,9	2,20	100,4
1,10	35,6	1,33	47,5	1,75	71,2
0,88	25,9	1,07	34,6	1,42	51,9
0,66	17,0	0,80	22,7	1,06	34,0

Примѣненіе послѣднихъ двухъ таблицъ, составленныхъ проф. Ричардсомъ, на основаніи спеціальныхъ расчетовъ, понятно изъ слѣдующаго примѣра: если барабанъ въ 72″ діаметромъ при наклонѣ въ 9° 30′ и 15 оборотовъ въ минуту даетъ 52,6 единицъ просѣянной руды, то барабанъ въ 30″ діаметромъ при 16 оборотахъ въ минуту даетъ всего 16,3 единицъ также просѣянной руды. Если, однако, тотъ же барабанъ въ 30″ діаметромъ будетъ имѣть наклонъ всего 2° 30″, то производительность его уменьшается (при томъ же числѣ оборотовъ) до 4,2 единицъ просѣянной руды. Въ первомъ случаѣ (наклонъ 30″ барабана = 9° 30″) относительная длина его будетъ 68,3, во второмъ же случаѣ (наклонъ = 2° 30″) длина его будетъ всего 18,1,

Такимъ образомъ производительность 30-дюймоваго барабана уменьшилась въ $\frac{16,3}{4,2} = 3,8$ разъ въ то время, какъ длина его уменьшилась въ $\frac{68,3}{18,1} = 3,6$ разъ.

Изъ разсмотрѣнія этихъ таблицъ слѣдуетъ прійти къ заключенію, что увеличеніемъ одной длины производительность барабана не можетъ существенно увеличиться, если параллельно съ этимъ не будетъ увеличенъ и наклонъ барабана. Такъ, если, напримѣръ, барабанъ въ 5 футовъ длиною работаетъ полною производительностью, то увеличеніе его длины безъ увеличенія наклона вызоветъ только увеличеніе слоя руды, лежащей на сѣткѣ, и ухудшеніе просѣиванія. Если же, какъ это видно изъ таблицъ *B* и *C*, увеличить вдвое длину, увеличивъ въ то же время наклонъ, то производительность барабана можетъ быть удвоена не ухудшая качества просѣиванія, каковое соображеніе положено въ основаніе цифръ таблицъ.

Если мѣсто не позволяетъ увеличивать въ вышеуказанныхъ предѣлахъ уклона барабана, то вмѣсто того, чтобы увеличивать его длину, слѣдуетъ увеличить число барабановъ.

Для болѣе полнаго выясненія производительности барабановъ весьма интересной представляется слѣдующая таблица производительностей барабановъ нѣкоторыхъ американскихъ обогатительныхъ фабрикъ, составленная проф. Ричардсомъ.

Производительность въ 24 часа въ тоннахъ.	Уклонъ.		Число оборотовъ въ минуту.	Діаметръ. Дюймы.	Длина. Дюймы.	Діаметръ отверстій сѣтокъ. мм.
	Град.	Минуты.				
384—432	4	45	20	36	84	12,7
65—75	4	45	25	30	36	4,6
175	3	—	17	36	96	12
109	1	50	18	36	34	10
240	3	10	17	34	120	16,25,40
150	5	55	20	36	72	22,2
150	9	30	12	36	48	38,1

Что касается изнашиванія сѣтокъ барабановъ, то въ этомъ отношеніи можно привести слѣдующія данныя Линкенбаха.

Діаметръ отверстій сѣтки. мм.	Срокъ службы сѣтки. Дни.	Производительность въ часъ. Килограммы.
30	420	3000
20	400	1050
13	450	900
8	500	675
5	470	525
3	370	450
2	350	112
1,5	340	75

По Ричардсу стоимость сѣтки барабановъ отъ ихъ изнашиванія на нѣкоторыхъ американскихъ обогатительныхъ фабрикахъ выражается слѣдующими цифрами въ центахъ на тонну просѣянной руды.

Въ отдѣльныхъ барабанахъ.	Въ общемъ отъ всѣхъ барабановъ.	Въ отдѣльныхъ барабанахъ.	Въ общемъ отъ всѣхъ барабановъ.
0,320 до 0,384		0,182—0,304	
0,166		0,073—0,101	
0,279	0,701	0,085—0,176 . .	0,425—0,757
0,256		0,085—0,176	
		0,203—0,221	
0 092		0,147—0,161	
0,128		0,181—0,197 . .	0,889—0,974 (*a*)
0,169	0.450	0,163—0,182	
0,061		0,195—0,213	
0,038			
0,038		0,101—0,126	
0,054	0,239—0,279	0,449—0,561 . .	1,111—1,388 (*b*)
0,071		0,561—0,701	
0,038			

Въ случаяхъ *a* и *b* вода, поступавшая въ барабанъ, была кислой, чѣмъ и объясняется очень высокій расходъ на сѣтки.

Что касается расхода воды въ барабанахъ, то установить опредѣленныя нормы не представляется возможнымъ. Преимущества доставляемыя водою при классификаціи состоятъ въ ускореніи прохода руды черезъ отверстія сѣтки, предотвращеніи засоренія послѣднихъ и въ отсутствіи пыли. Примѣненіе воды въ барабанахъ безусловно необходимо, если руда, поступающая въ нихъ влажна, если же она совершенно суха, то можно обойтись и безъ воды, принявъ соотвѣтственныя мѣры къ предотвращенію распространенія пыли. Неудобство примѣненія воды состоитъ въ томъ, что сырая руда гораздо быстрѣе изнашиваетъ сѣтки. Кромѣ того вода, образуя съ мелкими частицами руды шламмы, можетъ сдѣлать послѣдніе слишкомъ жидкими, что представляетъ неудобства для дальнѣйшей переработки ихъ.

Слѣдуетъ, наконецъ, замѣтить, что если въ рудѣ есть колчеданы, то вода можетъ сдѣлаться кислой и вслѣдствіе этого быстро разрушать сѣтки барабановъ. Въ такихъ случаяхъ вмѣсто желѣзныхъ сѣтокъ можно брать мѣдныя сѣтки, несмотря на то, что

онѣ гораздо дороже. Такъ въ Клаусталѣ практика показала, что срокъ службы мѣдныхъ сѣтокъ, стоющихъ въ 1,8 раза дороже желѣзныхъ, въ 2,4 болѣе срока службы послѣднихъ.

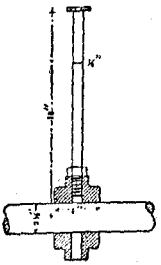


Рис. 79.

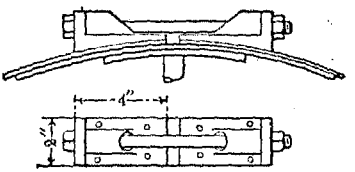


Рис. 80.

Детали конструкціи барабановъ достаточно ясно видны изъ вышеприведенныхъ рисунковъ. Не безинтересной, однако, представляется слѣдующая деталь укрѣпленія спицы во втулкѣ барабана, изображенная на рис. 79.

Къ наружному концу спицъ обыкновенно привариваются желѣзныя пластинки, вслѣдствіе чего этотъ конецъ спицъ получаетъ Т-образную форму.

Къ названнымъ привареннымъ пластинкамъ приклепываются обыкновенно желѣзные обручи, образующіе какъ бы скелетъ барабана, вокругъ котораго натягивается сѣтка, которая удерживается на мѣстѣ наружными обручами, какъ это видно на рис. 80 и 81. Концы этихъ наружныхъ обручей утолщены, и сквозь нихъ пропущены болты, служащіе для стягиванія обручей. Иногда, когда сѣтка барабана достаточно жестка, внутреннихъ обручей можно и не дѣлать. Именно такой случай и изображенъ на рис. 80 и 81.

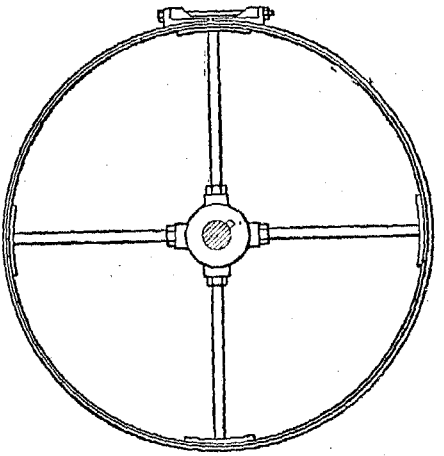


Рис. 81.

VI.

Раздѣленіе

(отсадка).

Теоретическая сторона раздѣленія смѣси рудныхъ зеренъ изложена выше.

Мы имѣемъ послѣ классификаціи классы зеренъ, каждый изъ которыхъ состоитъ изъ зеренъ приблизительно одной величины, но различнаго удѣльнаго вѣса. Помѣстимъ такой классъ на рѣшето, изображенное на рис. 82, и быстро опустимъ это рѣшето на нѣсколько дюймовъ въ воду. При этомъ рѣшето, очевидно, опередитъ рудныя зерна, которыя съ большей или меньшей скоростью, по законамъ, изложеннымъ выше, будутъ затѣмъ снова падать на него. Если мы разсмотримъ затѣмъ расположеніе зеренъ на рѣшетѣ, то увидимъ, что оно совершенно другое, чѣмъ передъ опусканіемъ рѣшета въ воду. Внизу расположатся зерна наибольшаго удѣльнаго вѣса, которыя, какъ мы видѣли выше, опережаютъ при паденіи въ водѣ зерна меньшаго удѣльнаго вѣса, на верху же расположатся зерна меньшаго удѣльнаго вѣса. Послѣ однократнаго опусканія рѣшета въ воду подобное раздѣленіе зеренъ будетъ еще весьма несовершенно, но если мы повторимъ опусканіе нѣсколько разъ, то получимъ достаточно совершенное раздѣленіе. Руда, находившаяся въ рѣшетѣ, расположится слоями: внизу будетъ слой изъ самыхъ тяжелыхъ зеренъ, наверху — изъ самыхъ легкихъ, т.-е. изъ пустой породы, между ними будутъ слои среднихъ удѣльныхъ вѣсовъ. Намъ остается слои эти снять отдѣльно другъ отъ друга — и цѣль обогащенія можетъ считаться достигнутой.

Описанный процессъ называется *отсадкой*, приборы

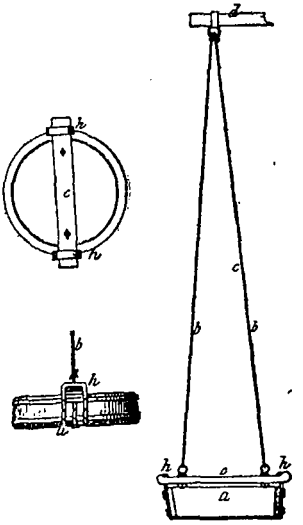


Рис. 82.

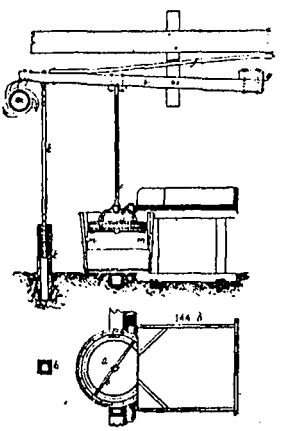


Рис. 83

же примѣняемыя при немъ—отсадочными рѣшетами. На рис. 82 изображенъ простѣйшій видъ этихъ приборовъ.

Собственно отсадочное рѣшето *a* своими „ушами“ *h* надѣвается на дощечку *c*, подвѣшенную къ рычагу *d*. Рабочій, наполнивъ рѣшето рудою, одѣваетъ „уши“ на дощечку, за концы которыхъ берется руками. Самое производство отсадки понятно изъ вышесказаннаго.

На рис. 83 изображено болѣе сложное устройство отсадочнаго прибора, гдѣ человѣческая сила замѣнена уже механической. Здѣсь рѣшето *a* подвѣшено къ желѣзной штангѣ *c*, соединенной съ однимъ плечомъ рычага *i*, ось вращенія котораго — *e*. Грузъ *g* уравновѣшиваетъ тяжесть рѣшета, штанги *c* и пр. Лѣвое (на рис.) плечо рычага *i*, а слѣдовательно и рѣшето *a* поднимается кверху кулачнымъ валомъ *w*. Опусканіе рѣшета производится его вѣсомъ и ускоряется пружиной *f*. Штанга *k*—деревянная—служитъ для подниманія рѣшета по окончаніи операціи отсадки. Штанга эта ходитъ въ направляющей трубѣ k_1 и съ помощью деревяннаго стержня (колышка) можетъ быть удержана на любой высотѣ. Діаметръ рѣшета дѣлается не болѣе 2—3 футовъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ трудно при опусканіи удержать рѣшето въ горизонтальномъ положеніи. Число погруженій, въ минуту 90—130 и даже нѣсколько болѣе. Такъ при мелкой крупѣ число погруженій можетъ быть доведено до 150 въ минуту. Глубина погруженія опредѣляется опытомъ въ зависимости отъ величины зеренъ руды. При болѣе крупныхъ зернахъ она обыкновенно бываетъ около 2 дюймовъ, при болѣе мелкихъ меньше. Въ случаѣ мелкой крупы она всего около $^1/_2$ дюйма. Чѣмъ больше глубина погруженія, тѣмъ меньше число погруженій и на оборотъ.

Такъ какъ въ первые моменты погруженія рѣшета въ воду послѣдняя въ виду сопротивленія, оказываемаго рудой, устремляется отчасти снаружи по бокамъ рѣшета, то въ это время дѣйствіе ея на зерна руды недостаточно сильно и зерна въ теченіе этого промежутка времени опускаются вмѣстѣ съ рѣшетомъ, что уменьшаетъ полезную высоту ихъ подъема. Для устраненія этого неудобства размѣры рѣшета и чана съ водою дѣлаютъ такими, чтобы рѣшето могло только двигаться безъ особо сильнаго тренія. Для этой цѣли чанъ для воды или, по крайней мѣрѣ, верхнюю его часть дѣлаютъ цилиндрической.

Время потребное для окончанія отсадки, находящейся на рѣшетѣ руды тѣмъ меньше, чѣмъ крупнѣе руда: при орѣшникѣ около $^1/_2$ мин., при мукѣ — 1—$1^1/_4$ мин.

Съемки богатаго нижняго слоя руды не требуется производить послѣ окончанія отсадки каждой нагрузки рѣшета. Снимаютъ

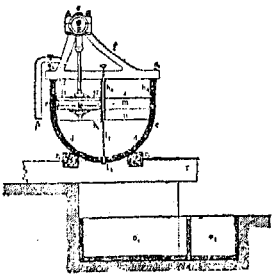


Рис. 84.

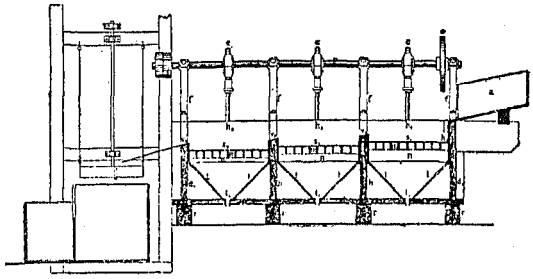


Рис. 85.

обыкновенно лишь верхніе слои, пока нижній богатый слой не утолстится до толщины $^3/_4$—1″. Производительность рѣшета конструкціи подобной описанной и въ 2 фута діаметромъ — 10—12 куб. ф. переработанной руды въ часъ, т.-е. на 1 кв. ф. рѣшета — 3—4 куб. ф. руды.

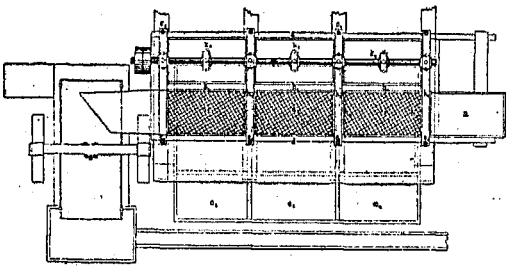


Рис. 86.

Въ настоящее время отсадочныя рѣшета описанной конструкціи примѣняются лишь въ исключительныхъ случаяхъ. Съ пользою ихъ можно примѣнить для опытнаго обогащенія при развѣдкѣ.

Вмѣсто того, чтобы, какъ при описанномъ устройствѣ приводить въ движеніе самое рѣшето съ рудою можно, очевидно, получить совершенно такой же результатъ, если рѣшето сдѣлать неподвижнымъ и заставить двигаться воду, что легко достигнуть съ помощью поршня, какъ это изображено на рис. 84 и 88.

Поршень можетъ быть расположенъ или, какъ на рис. 84 рядомъ съ рѣшетомъ или же подъ рѣшетомъ.

Отсадочныя рѣшета, въ которыхъ въ движеніе приводится вода, а не рѣшето называются гидравлическими.

На рис. 84—86 изображено Гарцевское отсадочное рѣшето. Здѣсь резервуаръ для воды, имѣющій въ общемъ форму корыта, сдѣланъ изъ толстыхъ (въ 60 мм.) досокъ d, прочно соединенныхъ другъ съ другомъ. Стѣнки d_1 и d_2 замыкаютъ корыто съ концовъ, перегородки же h (рис. 85) дѣлятъ все корыто на 3 части, каждая изъ которыхъ составляетъ какъ бы отдѣльное отсадочное рѣшето. По длинѣ все корыто перегородкой h_1, не доходящей приблизительно на половину глубины до дна его, раздѣлено на двѣ части, въ одной изъ которыхъ движется поршень, въ другой же неподвижно укрѣплено самое отсадочное рѣшето. Снаружи, въ мѣстахъ гдѣ находятся днища d_1 и d_2 и перегородки, корыто скрѣплено желѣзными полосами c, къ верхнимъ концамъ которыхъ прикрѣплены болты e_1, проходящіе черезъ соотвѣтственныя отверстія подшипниковъ f, въ данномъ случаѣ числомъ 4, расположенныхъ въ плоскостяхъ днищъ d_2 и d_2 и перегородокъ h. Верхнія кромки v_1, v_2 и v_3 перегородокъ h и днища d_2 дѣлаются ниже верхней кромки всего корыта: черезъ нихъ руда, неуспѣвшая еще окончательно раздѣлиться на одномъ рѣшетѣ переходитъ на слѣдующее, нижележащее. Съ послѣдняго рѣшета черезъ кромку v_3 уходитъ пустая порода. Всѣ отсадочныя отдѣленія имѣютъ въ продольномъ сѣченіи видъ треугольника, обращеннаго вершиною внизъ, для чего

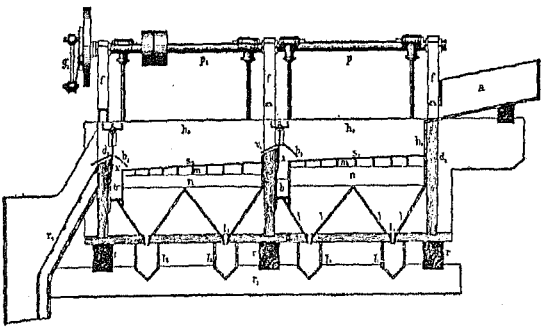


Рис. 87.

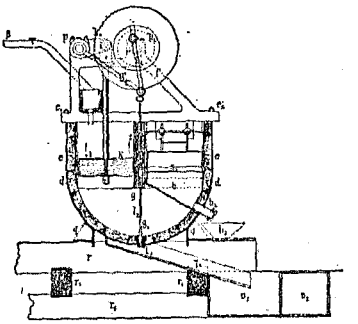


Рис. 88.

служатъ доски l, наклоненныя къ горизонту приблизительно подъ угломъ въ 50°. Если, однако, длина рѣшета на столько велика, что при подобномъ уклонѣ досокъ l глубина корыта должна была быть слишкомъ большой, то поступаютъ такъ, какъ видно изъ рис, 87. Внизу отсадочныхъ отдѣленій дѣлаются выпускныя отверстія l_1, закрываемыя коническими пробками (рис. 88), соединенными со стержнями l_2, съ помощью которыхъ можно открывать и закрывать эти выпускныя отверстія.

Постепенное развитіе формъ корытъ отсадочныхъ рѣшетъ изображено на рис. 89—94. Первоначально корыта представляли

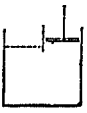


Рис. 89.



Рис. 90.



Рис. 91.



Рис. 92.

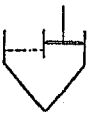


Рис. 93.

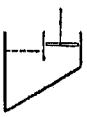


Рис. 94.

собой прямоугольный ящикъ (рис. 89), при чемъ перегородка между отсадочнымъ и поршневымъ отдѣленіемъ достигала лишь немного ниже рѣшета. При такомъ устройствѣ отсадка на рѣшетѣ происходила слишкомъ неравномѣрно: на частяхъ рѣшета, прилагавшихъ къ перегородкѣ, слишкомъ энергично, у края же корыта черезчуръ слабо. Устройство вертикальныхъ перегородокъ надъ ситомъ (рис. 90) въ значительной степени устранило этотъ недостатокъ.

Цилиндрическая форма корыта и перегородки (рис. 91) оказалась еще лучше, но устройство ея обходилось дорого.

Форма перегородки, изображенная на рис. 92, оказалась дешевле. Опытъ показалъ, однако, что падающая въ корыто рудная мелочь скопляется на выгнутыхъ стѣнкахъ его, придавая ему коническую форму. Логическимъ слѣдствіемъ такого наблюденія было приданіе корыту формы, изображенной на рис. 93, въ цѣляхъ же увеличенія разстоянія между рѣшетомъ и дномъ корыта и возможности для поршня опускаться ниже рѣшета послѣдняя форма была видоизмѣнена, какъ это изображено на рис. 94.

Отсадочныя рѣшета лучше всего располагать горизонтально, такъ какъ при уклонѣ ихъ по направленію къ сторонѣ выноса руды, послѣдняя будетъ скопляться здѣсь, благодаря чему получится неравномѣрная толщина слоя ея на рѣшетѣ и процессъ от-

садки пойдетъ неправильно. Лишь при отсадкѣ болѣе крупныхъ сортовъ руды рѣшетамъ можно для облегченія перехода руды съ рѣшета на рѣшето придавать небольшой уклонъ. По отношенію другъ къ другу рѣшета или располагаются на одномъ уровнѣ, на 300—180 мм., ниже верхней крышки корыта какъ на рис. 87 или же ступенями, какъ изображено на рис. 85, при чемъ каждое послѣдующее рѣшето располагается на 25—40 мм. ниже предыдущаго.

Поршни дѣлаются деревянными. Для уменьшенія тренія между ними и стѣнками корыта оставляется зазоръ въ 1,5—3 мм. Стѣнки корыта обшиваются тонкими досками, которыя по мѣрѣ истиранія замѣняются новыми. При среднемъ положеніи поршня онъ долженъ находиться приблизительно на одной высотѣ съ отсадочнымъ рѣшетомъ, вслѣдствіе чего и вода надъ поршнемъ будетъ находиться на такой же высотѣ, какъ и надъ рѣшетомъ. Въ противномъ случаѣ, поднимаясь, поршень засасывалъ бы воздухъ, который при опусканіи поршня удалялся бы черезъ рѣшето въ видѣ пузырей, что нарушало бы правильный ходъ отсадки.

Поршни въ отсадочныхъ рѣшетахъ, вообще, дѣлаются равными по площади рѣшетамъ, хотя съ теоретической точки зрѣнія, размѣры ихъ могли бы быть и меньше, такъ какъ, какъ извѣстно, давленіе воды передается равномѣрно во всѣ стороны. Однако, слѣдуетъ замѣтить, что при поршняхъ меньшихъ размѣровъ чѣмъ рѣшето, для производства той же работы, длину хода такихъ поршней пришлось бы дѣлать больше, что вызвало бы большую скорость движенія воды, которая могла бы оказаться вредной для самаго процесса отсадки.

Движеніе свое поршень получаетъ или отъ эксцентрика, какъ изображено на рис. 84 и 85, насаженномъ на валъ со шкивомъ и маховикомъ или же, какъ изображено на рис. 87 и 88, отъ рычага k_0, насаженнаго на валу p, приводимаго въ качательное движеніе отъ вала p, при помощи колѣнчатаго соединенія g_1 g_2. Подробности послѣдняго устройства будутъ изложены нѣсколько ниже. Валъ p, на которомъ насажены эксцентрики, такъ и валы p и p_1 въ случаѣ, изображеніемъ на рис. 87 и 88, покоятся на упомянутыхъ подшипникахъ f. Вода нужная для отсадки, проводится въ корыто по трубѣ β.

Фундаментъ для отсадочной машины можетъ быть устро-

енъ различно. Такъ на рис. 84 аппаратъ стоитъ на и между двухъ продольныхъ брусьевъ r_1, лежащихъ на поперечныхъ брусьяхъ r. На рис. 88 аппаратъ лапами q прикрѣпленъ къ поперечнымъ брусьямъ r, лежащимъ на продольныхъ брусьяхъ r_1, покоющихся въ свою очередь на основныхъ балкахъ r_2. На рис. 86 и 88 o_1 и o_2 — зумпфы, въ которыхъ собирается руда, проваливающаяся черезъ сѣтки рѣшета. Для выпуска изъ нихъ руды служатъ упомянутыя выше выпускныя отверстія l_1, изъ которыхъ руда выносится водою или непосредственно въ зумпфы или же черезъ посредство желобовъ γ_1. Назначеніе зумпфовъ o_2, такъ называемыхъ переднихъ зумпфовъ, принимать воду изъ зумпфовъ o_1. Для уменьшенія потери въ мелкой рудѣ (шламма), вода изъ переднихъ зумпфовъ отводится въ большіе резервуары, гдѣ изъ нея окончательно осѣдаетъ муть.

Руда попадаетъ на отсадочное рѣшето черезъ ящикъ a (рис. 85), куда поступаетъ обыкновенно изъ описанныхъ выше классификаціонныхъ приборовъ. Изъ ящика a руда смывается струею воды и поступаетъ на рѣшето (въ данномъ случаѣ на S_1); здѣсь послѣ нѣсколькихъ подъемовъ поршня располагается, какъ было сказано выше, горизонтальными слоями. Внизу располагаются зерна наибольшаго удѣльнаго вѣса. Наверху располагаются рудныя зерна меньшаго удѣльнаго вѣса, которыя при опусканіи поршня уносятся водою черезъ перегородку, въ данномъ случаѣ v_1, и поступаютъ на рѣшето S_2, откуда онѣ точно такимъ же образомъ попадаютъ на рѣшето S_3. Съ рѣшета S_3, черезъ перегородку v_3 удаляются уже зерна пустой породы.

Изъ только что сказаннаго видно, на сколько важно правильно выбрать высоту перегородокъ между отдѣльными осѣвшія рѣшетами. Высота эта должна быть такова, чтобы находящіяся на каждомъ рѣшетѣ наиболѣе тяжелыя зерна руды на рѣшетѣ и оставались. Высота перегородокъ опредѣляется исключительно опытнымъ путемъ.

Число отдѣльныхъ рѣшетъ въ осадочномъ приборѣ зависитъ отъ свойствъ обогащаемой руды. Если руда простая — то въ приборѣ дѣлается два рѣшета, если руда сложная и состоитъ, напримѣръ, изъ двухъ рудныхъ минераловъ, то число рѣшетъ — три, и. т. д.

Въ первомъ случаѣ на первомъ рѣшетѣ получается чистая

руда, идущая прямо въ металлургическую обработку, рудныя же зерна, осѣдающія на второмъ рѣшетѣ, представляютъ собою смѣсь руды съ пустой породой и требуютъ дальнѣйшаго обогащенія, т.-е. новаго измельченія послѣдующей классификаціи и т. д. Уходитъ изъ отсадочнаго прибора пустая порода. Во второмъ случаѣ, т.-е. въ случаѣ руды, состоящей изъ двухъ рудныхъ минераловъ, примѣняютъ отсадочный приборъ изъ трехъ рѣшетъ, какъ изображено на рис. 85. Пусть, напримѣръ, поступаетъ на него руда, состоящая изъ свинцоваго блеска и цинковой обманки. Тогда на рѣшетѣ S_1 будетъ получаться чистый свинцовый блескъ, на рѣшетѣ S_2 — зерна, представляющія собой смѣсь свинцоваго блеска съ цинковой обманкой, и на рѣшетѣ S_3 чистая цинковая обманка. Пустая порода уносится черезъ перегородки v_3.

Изъ описаннаго дѣйствія прибора видно, что для непрерывности *) правильной его работы прежде всего требуется правильное и постоянное питаніе рѣшетъ рудою и водою, что достигается соотвѣтственнымъ устройствомъ засыпныхъ желобовъ и водопровода. Другимъ условіемъ непрерывности дѣйствія прибора является регулярное удаленіе съ рѣшета осѣвшихъ на немъ, готовыхъ, такъ сказать, зеренъ руды.

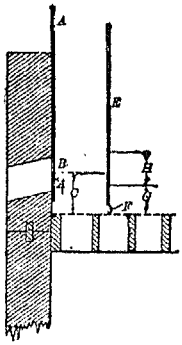
Удаленіе это можетъ быть произведено или 1) такимъ устройствомъ самаго рѣшета, что осѣвшія на ситѣ его зерна проваливаются черезъ отверстія послѣдняго или же 2) такъ, что осѣвшія зерна удаляются съ сита черезъ особое отверстіе. Первая система удаленія осѣвшихъ рудныхъ зеренъ примѣняется при отсадкѣ болѣе мелкихъ классовъ подрудка, (Feinkornsetzmaschinen), вторая же — при болѣе крупныхъ классахъ подрудка (Grobkornsetzmaschinen).

Разсмотримъ нѣсколько болѣе подробно различныя системы удаленія съ рѣшета готоваго матеріала.

1) На рис. 95 изображенъ способъ удаленія черезъ порогъ, при помощи заслонки A, въ которой имѣется отверстіе B. Другая заслонка E, не доходящая до рѣшета, отдѣляетъ первую

*) Гидравлическія отсадочныя рѣшета называются поэтому непрерывнодѣйствующими.

заслонку отъ непосредственнаго соприкосновенія съ концентратами осѣдающими на рѣшетѣ. Теорія устройства очень проста. Если G — толщина слоя концентратовъ на рѣшетѣ, а H — толщина слоя зеренъ меньшаго удѣльнаго вѣса, (напр. промежуточныхъ продуктовъ) лежащаго на первомъ слоѣ, и если C — толщина слоя концентратовъ между обѣими заслонками, прошедшихъ, слѣдовательно, подъ заслонкой E, то вышина C должна, очевидно, находиться въ такой же зависимости отъ суммы $H+G$, въ какой находятся взаимно уравновѣшивающіеся столбы болѣе тяжелой и болѣе легкой жидкости. Допустимъ, напримѣръ, что отсадкѣ повергласъ смѣсь зеренъ кварца и свинцоваго блеска и что толщина каждаго изъ слоевъ H и G равна $2''$.



Ри с. 95.

Вѣсъ куб. дюйма кварца=0,27 фунта, куб. же дюйма кварца 0,0936 ф. Вѣсъ колонны высотой $H+G$ будетъ очевидно $2\times0{,}2700+2\times0{,}0936=0{,}7272$ ф., а высота колѣна C должна быть $\frac{0{,}7272}{0{,}2700}=2{,}693$ дюйма.

Главное условіе для правильности дѣйствія описаннаго устройства — это то, чтобы пространство между заслонками не было слишкомъ мало, чтобы куски руды, находящіеся въ немъ, приходили въ движеніе, при движеніи поршня. Если пространство это слишкомъ мало, то треніе между рудою и заслонками можетъ совершенно остановить это движеніе и прекратить дѣйствіе устройства.

Описанное устройство дѣйствуетъ автоматически. Если, однако, вышина порога выбрана слишкомъ малой, то при уменьшеніи на рѣшетѣ количества свинцоваго блеска, пустая порода можетъ пройти подъ заслонкой E и затѣмъ быть вынесена черезъ отверстіе B.

Высота порога C должна быть опредѣлена опытомъ, отношеніе ея къ высотѣ пороговъ между отдѣльными рѣшетами можетъ колебаться отъ 0,14 до 1,00, въ среднемъ же равняется 0,5—0,75.

Что касается вышины щели F_1 образуемой заслонкой F, то проф. Ричрдсъ даетъ для нее слѣдующую таблицу:

Отношеніе вышины щели къ максимальному діаметру зеренъ руды, осѣдающихъ на рѣшетѣ.

Максимальные діаметры зеренъ, поступающихъ на рѣшето.	Наименьшее отношеніе.	Наибольшее отношеніе.	Среднее отношеніе.
мм.			
64—32	1,11	2,00	1,35
32—16	1,02	3,17	1,68
16— 8	1,20	5,33	2,43
8— 4	1,33	22,58	5,99
4— 0	0,79	33,87	9,43

Устройства, основанныя на описанномъ принципѣ, могутъ въ частностяхъ быть довольно разнообразными. Упомянемъ разгрузочное устройство Heberle (рис. 96), въ которомъ высота порога D, очевидно, не можетъ измѣняться.

Весьма остроумнымъ является разгрузочное устройство Osterspey'я (рис. 97 и 98), въ которомъ можно регулировать ширину щели.

Разгрузочное устройство капитана Гарриса (рис. 99) основано на дѣйствіи давленія воздуха. Пока заперть кранъ C вода съ сита не можетъ пройти въ отдѣленіе A, а слѣдовательно и въ отводную трубку D.

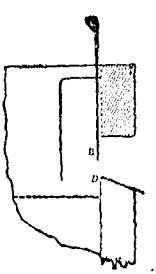


Рис. 96.

Само собой разумѣется, что устройства, подобныя описаннымъ, могутъ примѣняться, какъ для удаленія концентратовъ съ рѣшетъ, такъ и для удаленія пустой породы (хвостовъ) съ послѣдняго рѣшета отсадочнаго прибора.

Высота подъема поршня отсадочнаго рѣшета и число подъемовъ находятся въ нѣкоторой зависимости другъ отъ друга. При отсадкѣ болѣе крупныхъ классовъ подрудка, время паденія

которыхъ, согласно вышеприведеннымъ теоретическимъ выводамъ, болѣе продолжительно, число подъемовъ поршней дѣлается меньше.

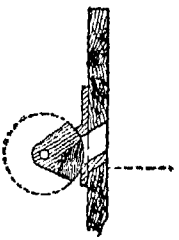


Рис. 97.



Рис. 98.

При отсадкѣ болѣе мелкихъ классовъ поступаютъ, очевидно, наоборотъ. Исходной точкой при опредѣленіи на практикѣ высоты и числа подъемовъ служатъ, конечно, вышеприведенныя формулы и вычисленныя на основаніи ихъ таблицы времени паденія различнаго размѣра и удѣльнаго вѣса рудныхъ зеренъ, но окончательное опредѣленіе достигается чисто опытнымъ путемъ. Слѣ-

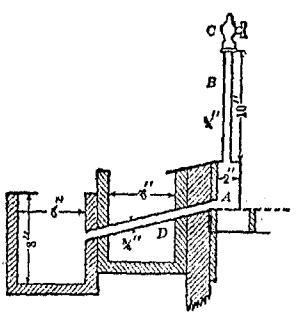


Рис. 99.

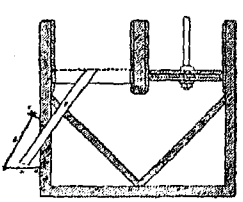


Рис. 100.

дуетъ помнить, что движеніеводы и зеренъ подъ отсадочнымъ рѣшетомъ въ дѣйствительности гораздо сильнѣе, чѣмъ допускалось при выводѣ теоретическихъ формулъ. Вода при своемъ движеніи вверхъ и внизъ образуетъ водовороты, зерна руды сталкиваются другъ съ другомъ и т. д.

Риттингеръ даетъ слѣдующія теоретическія основанія для вычисленія числа и высоты подъемовъ.

Если n — число подъемовъ въ минуту и H — высота подъемовъ или діаметръ эксцентрика (приводящаго въ движеніе пор-

шень), то скорость v въ секунду на окружности эксцентрика, очевидно

$$v = \frac{n \cdot H \cdot \pi}{60}$$

Принимая же во вниманіе выраженіе (20) (стр. 83), имѣемъ:

$$\frac{n \cdot H \cdot \pi}{60} = 2{,}44 \sqrt{D(\delta - 1)},$$

гдѣ D—діаметръ зеренъ класса подвергающаяся отсадкѣ, δ вѣсъ наиболѣе тяжелыхъ зеренъ его a 2, 44—коэффиціентъ, предложенный Риттингеромъ для зеренъ неправильной формы, взамѣнъ коэф. 5, 11 для зеренъ шарообразной формы.

Слѣдующая таблица даетъ представленіе о существующей на практикѣ зависимости между величиной рудныхъ зеренъ, числомъ и высотой подъемовъ.

Число подъемовъ въ минуту.		Высота подъема поршней.	
При величинѣ зеренъ въ	1,5—3 мм.—140	При величинѣ зеренъ въ	1,5—2 мм.—15 мм.
»	3—8 » —130	»	2—3 » —25 »
»	8—30 » —110—120	»	3—5 » —35 »
		»	5—8 » —40 »
		»	8—13 » —50 »
		»	13—20 » —60 »
		»	20—30 » —75 »

Проф. Ричардсъ на основаніи практики американскихъ обогатительныхъ заводовъ даетъ слѣдующую таблицу для числа ударовъ поршня въ минуту для отсадки различной величины матеріала.

Наибольшій діаметръ рудныхъ зеренъ.	Число ударовъ поршня въ минуту.		
	Наименьшее.	Наибольшее.	Въ среднемъ.
мм.			
64—32	95	175	129
32—16	100	175	131
16— 8	80	250	144
8— 4	115	268	176
4— 2	130	350	235
2— 1	135	400	250
1— 0	210	384	281

Для величины хода поршня Ричардсъ даетъ слѣдующую таблицу:

Діаметры зеренъ, подаваемыхъ на рѣшето.			Длина хода поршня на первомъ рѣшетѣ.			Отношеніе средней длины хода поршня къ среднему діаметру зеренъ.
Наибольш.	Наименьш.	Средняя.	Наибольш.	Наименьш.	Средняя.	
мм.	мм.	мм.	мм.	мм.	мм.	
54,0	38,1	41,67	101,6	38,1	67,94	1,63
25,4	18,0	21,56	89,1	25,4	49,95	2,32
16,0	8,3	11,75	69,8	12,7	36,48	3,10
8,0	4,4	5,81	43,4	9,5	23,47	4,05
4,0	2,1	3,03	41,3	1,59	14,34	4,73
2,0	1,22	1,71	19,1	3,97	12,27	7,18
0,91	0,64	0,73	6,35	3,97	4,76	6,52

Приводя эти данныя Ричардсъ, для сопоставленія даетъ слѣдующую сводную таблицу для числа ударовъ и величины ходовъ поршня на нѣкоторыхъ европейскихъ фабрикахъ. (См. таблицу на стр. 151).

Въ общемъ соотношенія, которыми слѣдуетъ руководствоваться при установленіи величины хода поршня, Ричардсъ формулируетъ слѣдующимъ образомъ:

1) Чѣмъ крупнѣе классъ, тѣмъ больше должна быть величина хода поршня. Это объясняется тѣмъ, что крупныя зерна руды требуютъ для своего поднятія большей скорости и большаго количества воды.

2) Чѣмъ больше удѣльный вѣсъ зеренъ, подвергающихся отсадкѣ, тѣмъ больше долженъ быть по тѣмъ же самымъ соображеніямъ ходъ поршня.

3) Чѣмъ толще получающійся на рѣшетѣ слой руды или чѣмъ выше порогъ между ситами, тѣмъ больше долженъ быть ходъ поршня, такъ какъ сопротивленіе, которое приходится преодолѣвать въ этомъ случаѣ, значительно.

4) Ходъ поршня, площадь котораго меньше площади сита,

Источникъ откуда заимствованы данныя.	Величина зеренъ.	Число ударовъ поршня въ минуту.	Величина хода поршня.	Источникъ откуда заимствованы данныя.	Величина зеренъ.	Число ударовъ поршня въ минуту.	Величина хода поршня.
	мм.		мм.		мм.		мм.
Rittinger.	6—2	80—120	33—20	Vezin(Mechernich)	14	80	51
	30—20	110—120	75		1,25	240	6
Linkenbach . .	13—8	110—120	50	Sala	4	150	34—30
	5—3	130	35		1	250	—
	$1^1/_2$—$^1/_4$	150—180	20—12	Lohmannsfeld . .	$^1/_2$—0	160—300	—
Kunhardt	51	75	135	Lintorf	54—45	80	135
	1—0,35	185	$7^1/_2$		15—11	105	33
Commans	45—30	100—110	100—80		4—3	160	9
	13— 8	110—120	50—40	Gottesgabe . . .	30—25	65	90
	$1^1/_2$—$^1/_4$	150—200	15—10		11— 8	95	50
Пршибрамъ 1880 г.	28	140	65		$^3/_4$— 0	220	3
	2	160—190	2,6—8	Hammerwasche. .	12— 8	110	58
Пршибрамъ 1871 г.	22—16	120	52		2—$^1/_2$	180—200	13—8
	9— 6	160	40		$^1/_2$—0	200—280	3—$1^1/_2$
	3— 0	200	6,6—4,4	Vaucron	5,5—4	150	30
Клаусталь	17,88—4,22	100—120	30		2,8—2	190	15
	1,0—0	120—130	12		1,0	210—400	6—10

долженъ быть пропорціонально увеличенъ. Если, напримѣръ, площадь поршня вдвое менѣе площади сита, то и ходъ поршня долженъ быть въ два раза болѣе.

5) Формулой Риттингера можно пользоваться при введеніи въ нее извѣстныхъ практическихъ коэффиціентовъ.

Расходъ силы на приведеніе въ дѣйствіе отсадочнаго рѣшета, кромѣ чисто механическихъ обстоятельствъ, зависитъ и отъ величины классовъ обрабатывающихъ на рѣшетѣ. Такъ изображенный на рис. 48 отсадочный приборъ съ тремя рѣшетами при отсадкѣ на немъ классовъ въ 13—30 мм. расходуетъ 1,5 *HP*, при отсадкѣ классовъ въ 5—13 мм. только 1,25 *HP* и при отсадкѣ классовъ въ $1^1/_2$—1 мм. — всего 1 *HP*.

Въ этомъ отношеніи можетъ дать болѣе точныя указанія слѣдующая таблица отсадочныхъ рѣшетъ, изготовляемыхъ фирмою Krupp, Grusonwerk. (См. таблицу на стр. 153).

Внѣшній видъ отсадочнаго рѣшета (фирмы Humboldt) изображенъ на рис. 101.

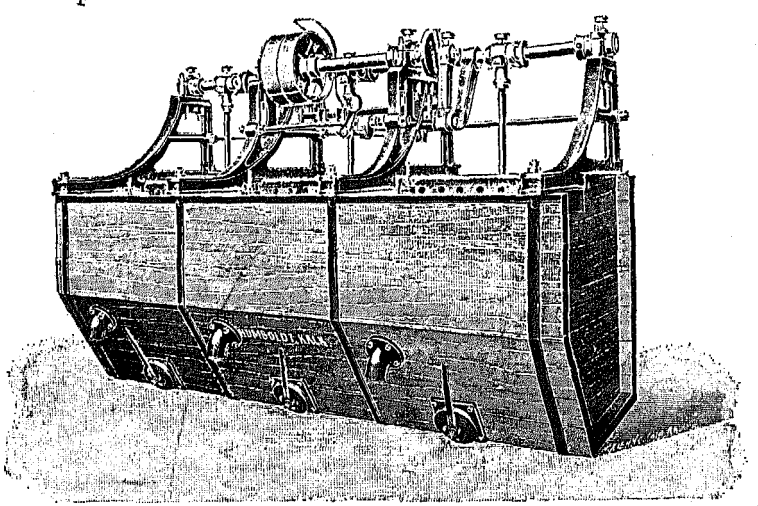


Рис. 101.

Слѣдующія двѣ таблицы, составленныя Ричардсомъ, одна для американскихъ обогатительныхъ фабрикъ (I), другая для европейскихъ, (II) даютъ еще болѣе полное представленіе о производительности, расходѣ воды и силѣ, потребной для приведенія въ движеніе отсадочныхъ рѣшетъ. (См. таблицы на стр. 154—157).

	Движеніе отъ колѣнчатаго привода.					Движеніе отъ эксцентрика.				
Число ситъ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Величина ситъ { длина мм. .	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
Величина ситъ { ширина м. .	450	450	4 0	450	450	400	400	400	400	400
Діаметръ приводнаго шкива мм.	450	450	450	450	450	300	300	300	300	300
Ширина приводнаго шкива мм.	120	120	120	120	120	100	100	100	100	100
Мѣсто занимаемое приборомъ { длина мм.	1400	2300	3200	4100	5000	1400	2300	3200	4100	5000
Мѣсто занимаемое приборомъ { шир. мм. .	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
Мѣсто занимаемое приборомъ { выс. мм. .	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Приблизительный расходъ воды въ мин. въ литрахъ	20—40	60—80	90—110	120—140	150—170	30—40	60—80	90—110	120—140	160—170
Расходъ двигательной силы HP	0,5	0,75	1	1,25	1,5	0,5	0,75	1	1,25	1,5
Вѣсъ прибора съ деревяннымъ корытомъ съ обыкнов. упаковк. клгрм.	900	1250	1700	2300	2700	700	1100	1475	1975	2350
Вѣсъ прибора съ корытомъ изъ желѣза съ обыкн. упак.	1000	1400	1960	2760	3300	800	1240	1830	2440	3050
Цѣна прибора съ деревян. корытомъ въ марк. . .	960	1300	1650	2250	2600	640	1000	1380	1740	2150
Цѣна желѣзной гарнитуры въ марк.	750	990	1220	1700	1920	430	690	950	1190	1470

Число ситъ.	Величина зеренъ, поступающихъ на рѣшето.	Производительность въ 24 часа.	Площадь каждаго сита.	Производительность 1 кв. фута поверхности сита.	Расходъ воды въ 24 часа.	Расходъ воды на 1 кв. футъ въ минуту.	Расходъ воды на тонну руды.	Сила потребная на приведеніе въ движеніе рѣшета.
	мм.	Тонны.	Кв. футы.	Тонны.	Галлоны.	Галлоны.	Тонны.	*HP.*
5	12,7—0	(*a*) 100—120	6,000	8,00—9,60	(*a*) 400.000	22,222	15—29	5
2	22,2—9,5	29	5,556	2,61	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	9,5—0	58	5,556	5,22	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	10—7	. . . . .	3,542	. . . . .	23.542	2,112	. . . . .	. . . . .
4	7—5	. . . . .	3,542	. . . . .	10.772	0,528	. . . . .	. . . . .
4	5—3½ и 3½—2	. . . . .	3,542	. . . . .	10.772	0,528	. . . . .	. . . . .
4	2—0	. . . . .	3,403	. . . . .	23.542	1,099	. . . . .	. . . . .
4	2—0	. . . . .	3,403	. . . . .	23.542	1,099	. . . . .	. . . . .
4	2—0	. . . . .	3,403	. . . . .	23.542	1,097	. . . . .	. . . . .
3	2—0	. . . . .	3,111	. . . . .	23.542	1,603	. . . . .	. . . . .
3	4,60—3,48	12	2,597	1,54	40.000	3,565	13,90	2
4	3,48—1,22	10	2,597	0,96	40.000	2,674	16,68	1½
4	1,22—0	8	2,597	0,77	35.000	2,340	18,24	1½
4	1,22—0	8	2,597	0,77	30.000	2,005	15,64	1½
4	0,64—0	8	2,368	0,84	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
2	0,64—0	8	4,031	0,99	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	6—0	10	5,653	0,88	25.000	1,535	10,42	. . . . .
3	. . . . .	5	3,637	0,46	10.500	0,668	8,76	. . . . .
3	3—0	6	3,637	0,55	13.000	0,827	9,03	. . . . .
3	5,7—3,6	15	3,778	1,32	75.000—100.000	4,595—6,127	24,32	около ½
3	3,6—2,1	15—20	3,778	1,32—1,76	60.000— 75.000	3,676—4,595	16,08	»
3	2,1—1,5	12—15	3,778	1,06—1,32	50.000— 60.000	3,064—3,676	16,99	»
3	1,5—0,91	10—12	3,333	1,00—1,20	40.000— 50.000	2,778—3,472	17,06	»
3	0,91—0	10—12	3,333	1,00—1,20	30.000— 50.000	2,083—3,472	15,16	»
2	0,91—0	10—12	3,333	1,50—1,80	30.000— 40.000	3,125—4,167	13,27	»
1	16—25	18	4,250	4.24	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
1	25—16	18	4,250	4,24	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	Болѣе 18	16⅙	4,500	1,80	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	18—15	16⅙	3,778	2,14	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	15—9	16⅙	3,778	2,14	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	9—6	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	6—4	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	4—0	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	4—0	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	4—0	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	2,5—0	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	2,5—0	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
4	2,5—0	11¼	3,778	0,74	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
1	25,4—11.1	10	7,000	1,43	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	4,76—0	20	5,194	1,93	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	4,76—0	12	5,194	1,16	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	4,76—0	8	5,194	0,77	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	4,76—0	5	5,194	0,48	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
2	4,76—0	20	5,194	1,93	(*b*) 32.000	(*b*) 4,279		. . . . .
					32.000	4,279	13,34	
2	4,76—0	16	5,194	1,54	(*b*) 23.529	(*b*) 3,147		. . . . .
					23.539	3,147	12,27	
2	4,76—0	10	5,194	0,96	(*b*) 16.687	(*b*) 2,231		. . . . .
					16.687	2,231	8,92	
2	4,76—0	6	5,194	0,58	(*b*) 15.192	(*b*) 2,031		. . . . .
					15.192	2,031	21.11	
3	2,29—0	2,5	5,194	0,16	(*b*) 15.098	(*b*) 2,019		. . . . .
					10.531	1,408		
					7.336	0,981	54,98	
3	1,73—0	3,4	5,194	0,22	(*b*) 13.380	(*b*) 1,789		. . . . .
					11.295	1,510		
					5.804	0,776	37,38	
3	1,30—0	2,375	5,194	0,15	(*b*) 11.790	(*b*) 1,576		. . . . .
					10.444	1,395		
					7.696	1,029	52,54	
3	1,17—0	4,0	5,194	0,26	(*b*) 8.630	(*b*) 1,154		. . . . .
					9.321	1,246	25,28	
					6.300	0,824		

Примѣчаніе. (*a*)—данныя для 10 часового рабочаго дня, (*b*)—для каждаго рѣшета отдѣльно.

Источникъ, откуда получены данныя.	Число ситъ.	Величина зеренъ, поступающихъ на сито.	Производительность въ 24 часа.	Площадь каждаго сита.	Производительность на 1 кв. ф. сита.	Расходъ воды въ 24 часа.	Расходъ воды на 1 кв. ф. въ минуту.	Расходъ воды на тонну руды.	Сила затрачиваемая на движеніе рѣшета.
		мм.	тонны.	кв. фут.	тонны.	галлоны.	галлоны.	тонны.	*HP.*
Rittinger. .	1	. . . . .	1200—1920 к. ф.	5,00	. . . . .	54.072	7,51	. . . . .	. . . . .
Linkenbach.	3	30—20	39,6	3,88	3,40	68.383	4,08	7,20	1½
»	3	2—1½	19,0	3,88	1,63	45.588	2,72	10,00	1
»	4	—	11,9	4,16	0,72	37.991	1,59	13,28	0,8
Kunhardt. .	2	19—1	48—86,4	3,45	6,96 – 12,52	43.088	4,33	2,91	. . . . .
» .	2	4—1,4	28,8—43,2	3,45	4,17—6,26	21.544—26.930	2,18—2,71	2,81	. . . . .
» .	2	1—0,35	19,2—24	3,45	2,78—3,48	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Furman. . .	3	30 - 20	38,4	4,28	2,99	54.720—64.800	2,96—3,50	6,49	1½
» . .	3	2—1½	19,0	3,50	1,81	43.200—54.000	2,86—3,57	10,66	1
Commans. .	3	20—13	24—36	. . . .	. . . . .	43.200—57.600	. . . . .	7,00	1½
» .	3	3—1½	12—16	. . . .	. . . . .	43.200—57.600	. . . . .	15,01	1
» .	4	менѣе 2	6—12	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
Koch. . . .	2	30—25	15,8	. . . .	. . . . .	52.824	. . . . .	13,94	. . . . .
» . . .	4	25—20	14,5	. . . .	. . . . .	44.900	. . . . .	12,91	. . . . .
» . . .	4	20—15	13,2	. . . .	. . . . .	42.259	. . . . .	13,35	. . . . .
» . . .	4	15—11	13,2	. . . .	. . . . .	39.618	. . . . .	12,51	. . . . .
» . . .	4	11— 8	10,6	. . . .	. . . . .	34.336	. . . . .	13,51	. . . . .
» . . .	4	8— 5	9,2	. . . .	. . . . .	34.336	. . . . .	15,56	. . . . .
» . . .	4	5—2½	7,9	. . . .	. . . . .	34.366	. . . . .	18,12	. . . . .
» . . .	4	2½—3¼	6,6	. . . .	. . . . .	34.336	. . . . .	21,69	. . . . .
» . . .	4	¾— 0	4,0	. . . .	. . . . .	31.694	. . . . .	33,04	. . . . .
» . . .	4	12— 8	13,2	. . . .	. . . . .	34.336	. . . . .	10,85	. . . . .
» . . .	4	8— 5	6,6—10,6	. . . .	. . . . .	31.694—34.336	. . . . .	16,76	. . . . .
Koch. . . .	4	5—2	6,6—7,9	. . . .	. . . . .	31.694	. . . . .	18,37	. . . . .
» . . .	4	2—½	5,3	. . . .	. . . . .	31.694	. . . . .	24,93	. . . . .
» . . .	4	1½—¾	7,9	. . . .	. . . . .	31.694	. . . . .	16,73	. . . . .
» . . .	4	¾—¼	5,3	. . . .	. . . . .	21.130	. . . . .	16,62	. . . . .
» . . .	4	½—0	3,2—4,0	. . . .	. . . . .	13.206	. . . . .	15,49	. . . . .
Blömeke . .	5	4	11,9	. . . .	0,50	57.050	1,66	19,99	. . . . .
» . .	5	2	6,6	. . . .	0,28	38.033—47.542	1,11—1,39	27,03	. . . . .
Gates . . .	3	45—25	44,4	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1¾
» . . .	3	30—20	38,4	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1¾
» . . .	3	20—13	32,9	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1½
» . . .	3	13—8	27,6	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1½
» . . .	3	8 – 5	24,0	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1½
» . . .	3	5—3	21,1	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1¼
» . . .	3	3—2	19,2	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1¼
» . . .	3	2—1½	19,0	. . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	1
Blömeke . .	2	8	66,1	4,23	7,81	64.633—86.175	5,31—7,04	4,76	. . . . .
» . .	4	½	7,9—9,3	2,17	0,91—1,07	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Ferraris. .	1	32	24 куб. м.	3,87	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
» .	1	24—8	24 куб. м.	5,27	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .
Henry. . . .	. .	22—16	39,6	. . . .	. . . . .	11.726	. . . . .	1,23	1
» . . .	. .	16—12	35,6	. . . .	. . . . .	11.726	. . . . .	1,38	1
» . . .	. .	12—9	29,0	. . . .	. . . . .	11.726	. . . . .	1,69	1
» . . .	. .	9—6	29,0	. . . .	. . . . .	11.726	. . . . .	1,69	1
» . . .	. .	6—4	22,1	. . . .	. . . . .	8.557	. . . . .	1,59	1
» . . .	. .	6—3	79,2—11,9	. . . .	. . . . .	34.863	. . . . .	14,67	1
» . . .	. .	4—2	79,2—11,9	. . . .	. . . . .	34.863	. . . . .	14,67	1
» . . .	. .	2—0	3,3	. . . .	. . . . .	34.863	. . . . .	44,05	1
» . . .	. .	3—0	3,3	. . . .	. . . . .	34.863	. . . . .	44,05	1

Отсадочныя рѣшета для болѣе крупныхъ классовъ подрудка могутъ служить для отсадки классовъ до 2 мм. Эти рѣшета характеризуются, какъ сказано выше, способомъ удаленія осѣвшихъ на рѣшетѣ рудныхъ зеренъ. Одно изъ такихъ устройствъ изображено на рис. 87. Здѣсь сита слегка наклонены по направленію къ мѣсту удаленія съ нихъ руды, какъ это было упомянуто выше на стр. 143. Осѣвшая на ситѣ чистая руда черезъ щель x попадаетъ въ желобъ b (рис. 87 и 88), изъ котораго черезъ трубку b_2 поступаетъ въ желобъ b_3. Щитки b_1 служатъ для регулированія сноса руды, находящейся на рѣшетѣ. При надлежащемъ расположеніи ихъ богатая руда будетъ попадать въ щель a, убогая же переходитъ черезъ порогъ h.

Если на рѣшетѣ обрабатываются сравнительно убогіе классы подрудка, дающіе мало богатой руды, то устройство удаленія богатыхъ рудныхъ зеренъ, подобное только что описанному, неудобно въ томъ отношеніи, что требуетъ большого расхода воды. Въ этихъ случаяхъ трубки b_2 закрываютъ, давая рудѣ накопиться въ желобѣ b и періодически открывая затѣмъ отверстіе трубы b_2.

Другимъ способомъ удаленія осѣвшей руды съ рѣшета, относящимся къ описываемому типу, является устройство въ рѣшетѣ простого отверстія, (рис. 100) въ которое и поступаютъ зерна руды. Къ отверстію этому подъ рѣшетомъ примыкаетъ трубка, конецъ которой, находящійся внѣ отсадочнаго корыта упирается въ вращающійся щитокъ, называемый модераторомъ. Между модераторомъ и концомъ трубки, конечно, дѣлается зазоръ, черезъ который выходитъ руда. Чѣмъ быстрѣе вращеніе модератора, тѣмъ больше руды можетъ выйти изъ трубки, и на оборотъ.

Діаметръ трубки, черезъ которое выносится при описанномъ устройствѣ руда дѣлается при крупныхъ зернахъ (не менѣе 13 мм.) въ 3 раза болѣе діаметра послѣднихъ, при болѣе мелкихъ же зернахъ — въ 4 раза болѣе этого діаметра.

Величина отверстій ситъ при отсадкѣ болѣе крупныхъ классовъ и сортовъ можетъ варьировать въ значительныхъ предѣлахъ. Требуется только, чтобы руда не проваливалась черезъ рѣшето. Такъ, напримѣръ, на рѣшетѣ съ отверстіями въ 4 мм. можно производить отсадку всѣхъ классовъ орѣшника (16—5,6 мм.). При отсадкѣ класса въ 2 мм. величина отверстій дѣлается 1,5—1 мм.

На практикѣ, при классификаціи подрудка, вообще говоря, почти никогда не удается получить чистаго „класса“. Среди зеренъ даннаго діаметра всегда остается большее или меньшее количество запутанныхъ среди нихъ зеренъ меньшаго діаметра. При отсадкѣ зерна эти проваливаются черезъ отверстія рѣшетъ и собираются въ нижней части корыта, откуда періодически выпускаются при поднятіи пробки l_1 (рис. 84 и 88). Эти провалившіяся зерна являются до извѣстной степени „раздѣленными“, такъ какъ осѣдающія на рѣшетѣ болѣе крупныя зерна руды играютъ по отношенію къ нимъ роль постели, о которой будемъ говорить нѣсколько ниже, при описаніи приборовъ для отсадки болѣе мелкихъ классовъ.

Производительность отсадочнаго рѣшета для болѣе крупныхъ классовъ пропорціональна величинѣ зеренъ, какъ видно изъ слѣдующей таблицы:

При вел. зеренъ въ	4 мм.	производительн.	отсадочн. рѣшета	0,56	м.³ въ	часъ
» »	»	» 8 »	»	»	»	0,70	»	»	»
» »	»	» 12 »	»	»	»	0,86	»	»	»
» »	»	» 16 »	»	»	»	1,00	»	»	»
» »	»	» 22 »	»	»	»	1,20	»	»	»

Расходъ воды также тѣмъ больше, чѣмъ больше классъ, и для одного рѣшета онъ колеблется въ предѣлахъ 40—60 литровъ въ минуту.

Отсадочные приборы для болѣе мелкихъ классовъ подрудка характеризуются, какъ сказано выше, способомъ удаленія съ рѣшетъ осѣвшихъ зеренъ. Самыя рѣшета располагаются горизонтально, ступенями по отношенію другъ къ другу (рис. 85).

Руда осѣдающая на рѣшетѣ проваливается черезъ отверстія послѣдняго и поступаетъ въ корыто, откуда удаляется черезъ отверстія l_1. Опытъ показалъ, что для полученія чистыхъ продуктовъ рѣшета отсадочнаго прибора должны быть покрыты такъ называемой рудной постелью, т.-е. слоемъ рудныхъ зеренъ, не могущихъ по своимъ размѣрамъ провалиться черезъ отверстія рѣшета, и удѣльный вѣсъ которыхъ равенъ или немного больше обрабатываемыхъ на постели зеренъ. Рудная постель препятствуетъ немедленному проходу обработываемыхъ на рѣшетѣ зеренъ черезъ отверстія рѣшета.

Когда поршень опускается, промежутки между зернами постели раскрываются, и въ моментъ перемѣны движенія поршня въ эти отверстія попадаютъ наибольшаго удѣльнаго вѣса зерна обрабатываемой руды. При движеніи поршня вверхъ, застрявшія между кусками рудной постели зерна ею удерживаются. При повторяющихся движеніяхъ поршня вверхъ и внизъ, описанное явленіе повторяется. Находящіяся въ рудной постели зерна опускаются все ниже и ниже и, наконецъ, доходятъ до рѣшета, черезъ отверстія котораго и проваливаются. Попавшія въ рудную постель болѣе легкія зерна или, при движеніи воды вверхъ, удаляются изъ постели, или же задерживаются, непопадая на самое рѣшето. Опытъ показалъ, что, чѣмъ постель толще, тѣмъ чище продуктъ отсадки.

Толщина постели опредѣляется опытнымъ путемъ. Иногда въ послѣднемъ отдѣленіи отсадочнаго прибора можетъ оказаться выгоднымъ удовольствоваться менѣе чистымъ продуктомъ, т.-е. сдѣлать постель тоньше и уменьшить такимъ образомъ содержаніе металла въ уносимой съ прибора пустой породѣ.

Величина зеренъ, изъ которыхъ состоитъ постель, должна быть такова, чтобы вода при опусканіи поршня могла поднять зерна постели одновременно съ находящейся на послѣдней рудою, такъ какъ иначе, т.-е. при неподвижности зеренъ постели, самый процессъ отсадки сдѣлался бы невозможнымъ. Поэтому величина зеренъ постели не должна быть также многимъ больше величины раздѣляемыхъ на постели зеренъ. Условіе это вытекаетъ изъ того, что для поднятія слишкомъ большихъ зеренъ постели потребовалась бы слишкомъ сильная струя воды, которая обусловила бы точно также слишкомъ быстрое и сильное движеніе воды внизъ, а это немедленно отразилось бы на самомъ процессѣ „раздѣленія“. Слишкомъ быстрое паденіе не дало бы зернамъ времени раздѣлиться по удѣльному вѣсу.

Точно такое же разсужденіе объясняетъ и вышеуказанное условіе для выбора зеренъ постели по отношенію къ удѣльному вѣсу.

Для успѣшнаго хода отсадки, при примѣненіи рудной постели, необходимо также, чтобы смѣсь руды, лежащая на постели, не была слишкомъ тонка, такъ какъ въ такомъ случаѣ, при движеніи воды вверхъ, обрабатываемая руда легко можетъ подняться

слишкомъ высоко, удаляясь отъ поднимаемыхъ въ тоже время зеренъ постели. Если бы это случилось, то при движеніи воды внизъ, промежутки между зернами постели могутъ закрыться раньше чѣмъ въ нихъ успѣютъ попасть зерна обрабатываемой руды. Вліяніе подобнаго явленія на процессъ отсадки очевидно.

Какъ зерна постели, такъ и сами проходящія черезъ нее рудныя зерна истираются, давая пыль, которую можно собрать (а это важно въ смыслѣ уменьшенія потери металла), лишь проводя воду изъ отсадочныхъ рѣшетъ въ отстойные бассейны. Поэтому въ подходящихъ случаяхъ замѣняютъ иногда рудную постель постелью изъ металлическихъ зеренъ и т. п. Слѣдуетъ, однако, помнить, что и такая постель истирается. Поэтому ее можно примѣнить лишь въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ даваемая ею пыль не можетъ оказать вреднаго вліянія на свойства продукта.

Расходъ воды на одно отдѣленіе отсадочнаго прибора съ рудной постелью колеблется между 50 и 60 литр. въ минуту. Производительность зависитъ прежде всего отъ величины обрабатываемыхъ классовъ и затѣмъ, конечно, отъ ихъ богатства. Такъ, при не особенно богатой рудѣ, поступающей въ обработку, при классѣ

въ 4 мм.	производительн.	отсадочн.	рѣшета	равн.	0,57—0,64	м.³
„ 2 „	„	„	„	„	0,26—0,32	„
„ 1 „	„	„	„	„	0,16—0,19	„

Проф. Ричардсъ при своихъ замѣчательныхъ изслѣдованіяхъ процесса отсадки, раздѣляетъ всѣ отсадочныя рѣшета на 3 категоріи.

Къ первой категоріи относятся тѣ рѣшета, которыя даютъ крупные концентраты и отбросы (хвосты) и лишь небольшія количества мелочи, собирающейся въ корытѣ. Вторую категорію отсадочныхъ рѣшетъ, по Ричардсу, составляютъ отсадочныя рѣшета, дающія крупные концентраты, хвосты и скопленія въ корытахъ. Къ третьей категоріи относятся отсадочныя рѣшета, которыя даютъ только матеріалъ, скопляющійся въ корытѣ и хвосты.

Первая и вторая категорія Ричардса, очевидно, составляютъ ту группу, которая въ Европѣ называется отсадочными рѣшетами для крупнаго матеріала (Grobkornsetzmaschinen), третья

же — отсадочными рѣшетами для мелкаго матеріала (Feinkornsetzmaschinen).

На рѣшета первой категоріи долженъ поступать лишь хорошо расклассифицированный матеріалъ, низшимъ предѣломъ размѣра зеренъ котораго надо считать 2 мм.

Преимущества этого способа отсадки состоятъ въ томъ, что при немъ не требуется устройства постели. Отношеніе діаметра отверстій ситъ къ діаметру зеренъ менѣе 1 и колеблется на американскихъ обогатительныхъ фабрикахъ отъ 0,09 до 1,0. Само собой разумѣется, что отношеніе это желательно дѣлать по возможности больше, такъ какъ сито получается при этомъ болѣе прочнымъ.

Интересны въ этомъ послѣднемъ отношеніи, т.-е. по отношенію къ количеству и срока службы ситъ, слѣдующія данныя Линкенбаха:

Величина зеренъ, поступающихъ на сито. мм.	Матеріалъ, изъ котораго сдѣлано сито.	Толщина сита. мм.	Величина отверстій. мм.	Срокъ службы въ 10-часовыхъ поденщинахъ. Дни.
20—30	Стальной листъ .	5	10	450
13—20	»	3	6	300
8—13	»	2	4	250
5— 8	Бронзов. провол.		3	100
3— 5	»		2	90
2— 3	»		1,5	75
0,5—2	»		1	50

Параллельно съ этими данными Линкенбаха небезинтересно привести слѣдующую таблицу изъ данныхъ Ричардса по отношенію къ ситамъ американскихъ обогатительныхъ фабрикъ.

См. таблицу на стр. 164.

По Линкенбаху вышеназванное отношеніе для отсадочныхъ рѣшетъ первой категоріи Ричардса равняется: для

зеренъ болѣе 5 мм. — 0,5, для зеренъ въ 3 мм. діаметромъ — 0,67 и для зеренъ въ 2 мм. діаметромъ — 0,75.

На отсадочныя рѣшета второй категоріи Ричардса поступаютъ менѣе крупные классы, величина зеренъ которыхъ колеблется между 6, 4, 2 и 1 мм. и ниже до 0. Строгой классификаціи не требуется: болѣе крупныя зерна поступающаго на сито матеріала образуютъ постель, которая и помогаетъ отсадкѣ мелкихъ рудныхъ частицъ. Производительность этихъ рѣшетъ значительна, такъ какъ готовые продукты (концентраты) получаются, какъ на нихъ, такъ и изъ корытъ. Недостатокъ этого способа отсадки состоитъ въ томъ, что въ подвергающемся отсадкѣ матеріалѣ находится много частицъ, діаметръ которыхъ равенъ діаметру отверстій ситъ, легко засоряющихся вслѣдствіе этого.

Что касается величины отверстій ситъ, то прежде всего слѣдуетъ замѣтить, что они не должны пропускать, т.-е давать проваливаться въ корыто крупнымъ зернамъ, подвергающагося отсадкѣ матеріала. Отношеніе діаметра отверстій сита къ діаметру крупныхъ зеренъ должно быть слѣдовательно менѣе единицы (0,85—0,95).

На многихъ изъ американскихъ обогатительныхъ фабрикахъ на рѣшета второй категоріи Ричардса поступаютъ первые (наиболѣе крупные) сорта шницкастеновъ или другихъ приборовъ для сортировки.

На отсадочныя рѣшета третьей категоріи Ричардса поступаютъ исключительно мелкіе сорта.

Преимущество работы отсадочныхъ рѣшетъ этой категоріи состоитъ въ томъ, что разгрузка сита отъ получающихся концентратовъ здѣсь производится черезъ всю поверхность его, покрытую постелью, а не въ одномъ мѣстѣ, черезъ спеціальное разгрузочное устройство, какъ это дѣлается въ рѣшетахъ, относящихся къ первой категоріи. Вслѣдствіе этого производительность этихъ рѣшетъ больше, чѣмъ рѣшетъ названной категоріи.

Слѣдуетъ замѣтить, что производительность рѣшетъ третьей категоріи Ричардса можетъ быть также больше производительности и рѣшетъ второй категоріи, такъ какъ матеріалъ для постели мы можемъ взять болѣе крупный, что даетъ возможность увеличить діаметръ отверстій сита, а это послѣднее обстоятель-

Матеріалъ, изъ котораго сдѣлано сито.	Толщина проволоки—по Бирмингамскому калибру—или листа—въ дюймахъ.	Число отверстій сита на кв. дюйм.	Діаметръ отверстій сита въ свѣту.		Отношеніе площади отверстій къ площади сита въ %.	Срокъ службы сита.	Величина зеренъ, поступающихъ на сито.
			Дюймы.	мм.		Дни.	мм.
Желѣзо	1/4	. . . . .	0,125	3.18	33	(*a*) 300	1,27—0
Чугунъ	1/2	. . . . .	0,187	4,76	45	(*a*) 600	20—10
Сталь	3/16	. . . . .	0,118	3,00	17	90	16—9
»	10	. . . . .	0,31	7,94	51	42	38,1—22.2
»	10	. . . . .	0,31	7,94	51	84	22,2—9.5
Стальн. проволока	12	3	0,224	5,69	45	240	7—4.5
»	12	4	0,141	3,58	32	135	4,5—3
»	12	4	0,141	3,58	32	110	4,5—3
»	14	5	0,117	2,97	34	110	4,5—3
»	18	10	0,051	1,30	26	60	3—0
»	9	2 1/2	0,252	6,40	40	20—60	6,4—3.7
»	8	2	0,338	8,59	46	60—100	
»	11	3	0,213	5,41	41	20—60	
»	9	2 1/2	0,252	6,40	40	. . . . .	3,7—2.7
»	12	4	0,145	3,54	34	20—60	
Латунная провол.	21	12	0,051	1,30	37		
»	23	14	00,46	1,17	41	300	1.73—0
»	21	12	0,051	1,30	37		
»	23	14	0,046	1,17	41	450	1,30—0
»	25	16	0,043	1,09	47	450	1,30—0
»	25	16	0,043	1.09	47	600	1,17—0
»	26	18	0,043	0,97	47	600	1,17—0
Мѣдн. проволока	15	7	0,071	1,80	25	(*a*) 300	10—5.5—2
»	22	16	0,035	1,89	31	(*a*) 365	2—0
»	18	10	0,051	1,30	26	(*a*) 600	

Примѣчаніе. (*a*) — рабочіе дни по 10 часовъ.

ство, конечно, способствуетъ болѣе свободному проходу воды черезъ сито при опусканіи поршня.

При работѣ на рѣшетахъ третьей категоріи засоренія сѣтокъ быть не можетъ, кромѣ, конечно, тѣхъ случаевъ когда будетъ раздроблено одно изъ зеренъ постели.

Недостатокъ описываемаго способа отсадки состоитъ въ томъ, что тяжелая, толстая постель, требующаяся при отсадкѣ болѣе крупныхъ классовъ, вызываетъ излишній расходъ силы, не говоря уже про расходы, связанные съ ея изнашиваніемъ и замѣной новою. Вслѣдствіе этого отсадка по этому способу и примѣняется исключительно для мелкаго матеріала, хотя въ нѣкоторыхъ случаяхъ зерна матеріала, обрабатываемаго по этому способу, достигаютъ довольно значительныхъ размѣровъ: 6—9 мм.

Что касается матеріала, изъ котораго дѣлается постель, то о немъ было уже сказано выше.

Отмѣтимъ здѣсь предложеніе Кастельно дѣлать постель изъ круглыхъ зеренъ (шаровъ, дробинокъ) изъ сплава свинца или какого-нибудь другого металла съ аллюминіемъ. Сплаву этому можно придавать удѣльный вѣсъ въ предѣлахъ отъ 2,56 до 11,35, т.-е. въ предѣлахъ покрывающихъ значительную часть случаевъ практики.

По отношенію къ толщинѣ постели слѣдуетъ замѣтить, что чѣмъ она больше, тѣмъ затруднительнѣе проходъ черезъ нее концентратовъ, тѣмъ чище, т.-е. богаче, будутъ концентраты, попадающіе въ корыто рѣшета. Если, однако, толщина постели слишкомъ велика, то часть концентратовъ можетъ не пройти черезъ нее и поступить вмѣстѣ съ хвостами въ отвалъ.

Для рѣшенія вопроса о т о л щ и н ѣ постели необходимо разсчитать, что выгоднѣе: потерять часть концентратовъ въ хвостахъ или же сдѣлать постель тоньше, допустивъ къ концентратамъ извѣстную примѣсь пустой породы.

Въ общемъ за исходный пунктъ при опредѣленіи толщины постели можно, по Ричардсу, принять, что она должна равняться половинѣ высоты порога между двумя смежными ситами и затѣмъ на ходу отсадочнаго рѣшета чисто опытнымъ путемъ установить окончательно наивыгоднѣйшую толщину ея. Въ отсадочныхъ рѣшетахъ второй категоріи подобная регулировка можетъ быть достигнута соотвѣтственными измѣненіями въ разгрузочномъ

устройствѣ, въ рѣшетахъ же третьей категоріи убавленіемъ или добавленіемъ къ постели матеріала.

Величина зеренъ постели имѣетъ для процесса отсадки первостепенное значеніе. Если зерна постели крупны, то и промежутки между ними также крупны: подвергающійся отсадкѣ матеріалъ будетъ проходить черезъ постель слишкомъ свободно, постель останется при опусканіи поршня неподвижной, а промежутки между ея зернами будутъ представлять по отношенію къ движенію воды рядъ трубокъ.

Если же наоборотъ, промежутки между зернами постели незначительны и постель при движеніи поршня внизъ приподнимается, дѣлаясь подвижной, то пустая порода, поднявшаяся надъ нею отъ толчка воды, если только послѣдующее всасываніе не слишкомъ сильно, уже не можетъ попасть въ корыто: отверстія между зернами постели успѣютъ закрыться, прежде чѣмъ пустая порода дойдетъ до нее.

Въ общемъ нужно замѣтить, что постель, состоящая изъ болѣе мелкихъ зеренъ, можетъ при меньшей толщинѣ дать точно такіе же результаты, какъ болѣе толстая, но состоящая изъ болѣе крупныхъ зеренъ постель.

Изслѣдованіе американскихъ отсадочныхъ рѣшетъ показало Ричардсу, что на практикѣ, отношеніе величины наибольшихъ зеренъ постели къ величинѣ наибольшихъ зеренъ, поступающихъ на отсадочное рѣшето колеблется отъ 1,06 до 7,8, въ среднемъ же равно 2,9, т.-е. сравнительно близко къ цифрѣ 3,5, найденной Ричардсомъ при его теоретическихъ изслѣдованіяхъ (см. стр. 110) для отношенія между величиной зеренъ постели и промежутковъ между ними.

Поршни отсадочныхъ рѣшетъ приводятся въ движеніе, какъ уже было упомянуто выше, или отъ эксцентриковъ, или отъ колѣнчатаго провода. Первый случай изображенъ на рис. 84—88. Эксцентритетъ эксцентрика равенъ половинѣ хода поршня. Штоки поршней соединены непосредственно съ эксцентриковымъ кольцомъ, такъ какъ величина подъема поршня настолько незначительна, что отклоненія штока отъ вертикальнаго положенія не могутъ оказывать существеннаго вліянія на работу поршня. Лишь въ исключительныхъ случаяхъ, когда величина хода поршней значительна, прибѣгаютъ къ помощи эксцентриковой штанги (шатуна).

По причинамъ, извѣстнымъ изъ механики, эксцентрики, въ отсадочныхъ рѣшетахъ съ нѣсколькими ситами, насаживаются подъ угломъ другъ къ другу. Такъ, напримѣръ, въ отсадочномъ приборѣ съ тремя рѣшетами они насаживаются подъ угломъ въ 120° Подобное расположеніе эксцентриковъ имѣетъ, однако, и свои неудобства, нарушая правильность движенія воды, стоящей во всѣхъ отдѣленіяхъ прибора на одномъ горизонтѣ и, слѣдовательно, затрудняя переносъ руды изъ отдѣленія въ отдѣленіе. Расположеніе рѣшетъ ступенями имѣетъ цѣлью ослабить это вредное для работы обстоятельство.

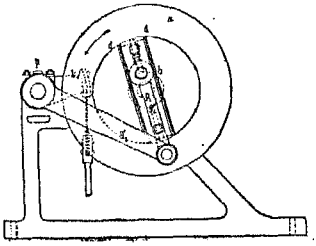


Рис. 102.

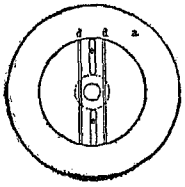


Рис. 103.

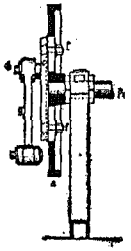


Рис. 104.

Недостаткомъ эксцентриковаго приведенія въ движеніе поршней является невозможность измѣнять величину хода поршней, что заставляетъ производить на одномъ рѣшетѣ отсадку только одного, даннаго класса руды. Если же, какъ нерѣдко случается, одно и тоже рѣшето должно попеременно служить для отсадки нѣсколькихъ классовъ, то устраиваютъ или эксцентрики съ измѣняемымъ эксцентриситетомъ, или же приводятъ въ движеніе поршни посредствомъ колѣнчатаго привода, изображеннаго на рис. 102. Детально изображенъ этотъ механизмъ на рис. 103 и 104. Движеніе получаетъ валъ p_1 на которомъ насаженъ чугунный дискъ a, имѣющій прорѣзы e и два параллельныхъ выступа d. Между этими выступами помѣщается „ползунъ“ c съ цапфой колѣна g_1 колѣнчатаго рычага g'_1 g'_2. Ползунъ c укрѣпляется на доскѣ c посредствомъ болтовъ проходящихъ черезъ прорѣзы e и можетъ быть передвигаемъ. Колѣна рычага соединены между собой шарниромъ. Колѣно g_2 этого рычага соединено съ валомъ p, на который насаженъ кривошипъ k_0, съ концомъ котораго соединенъ штокъ

поршня k (рис. 102). Дѣйствіе всего описаннаго устройства лучше всего понятно изъ рис. 105. Здѣсь A—геометрическая ось вала p_1, B—геометрическая ось вала p. C—ось цапфы b, r длина кривошипа, l—длина рычага g'_1, L—длина рычага g'_2, l_1—длина кулака k_0 и h—величина подъема поршня. Изъ всѣхъ этихъ величинъ могутъ съ самаго начала считаться извѣстными вели чины D, L, l_1 и h. Положенія a и a_1, какъ ясно видно изъ чертежа, соотвѣтствуютъ вышему и низшему положенію поршня, при чемъ ломаныя $a\,AeB$ и $Ce_1\,B$ изображаютъ положеніе колѣнчатаго рычага въ эти моменты.

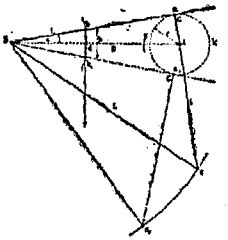


Рис. 105.

Изъ прямоугольнаго треугольника $A\ a\ B$ имѣемъ

$$r = D\ \mathrm{Sin}\ \alpha$$

гдѣ D кратчайшее разстояніе между осями p_1 и p, а изъ треугольника $B\ d\ b$ имѣемъ

$$\mathrm{Sin}\ \alpha = \frac{b\,d}{B\,b} = \frac{h}{2\,l_1}.$$

Отсюда

$$r = \frac{D\,.\,h}{2\,l_1}$$

Въ правой части уравненія всѣ величины извѣстны. Опредѣляемъ r и передвиженіемъ ползуна c получаемъ, требующійся для заданной величины хода поршня (h), кривошипъ. Движеніе вала p_1 и диска производится по направленію стрѣлки на рис. 105.

Примѣненіе описаннаго устройства вызвано желаніемъ по возможности ослабить всасываніе, такъ какъ въ этомъ случаѣ движеніе поршня вверхъ, а слѣдовательно движеніе воды внизъ болѣе медленно, чѣмъ движеніе поршня внизъ и движеніе (толчекъ) воды вверхъ. Отсадочнаго рѣшета подобнаго типа называются иногда ускоренными (accelerated jigs).

Поэтому въ тѣхъ случаяхъ, когда на основаніи вышеизложенныхъ теоретическихъ соображеній требуется имѣть при отсадкѣ болѣе сильное всасываніе, то слѣдуетъ примѣнять для приведенія въ движеніе поршня эксцентрикъ.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что при отсадкѣ мелкихъ сортовъ, гдѣ число ударовъ поршня въ минуту очень велико, разница во времени движенія поршня вверхъ и внизъ дѣлается на-

столько мало ощутительной, что предпочитаютъ отказаться отъ болѣе сложнаго устройства колѣнчатаго привода и пользуются эксцентриковымъ приводомъ.

Заканчивая главу объ отсадочныхъ механизмахъ необходимо добавить, что несмотря на затраченную до сихъ поръ различными учеными и практиками работу по разъясненію процессовъ отсадки, процессы эти въ частностяхъ остаются малоизвѣстными и при работѣ отсадочнаго рѣшета необходимо во многихъ отношеніяхъ добиваться правильной и совершенной работы его, такъ сказать ощупью, чисто опытнымъ путемъ.

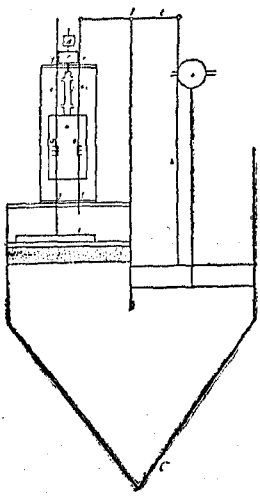


Рис. 106.

Весьма полезнымъ по этому, въ смыслѣ выясненія характера работы у имѣющагося въ распоряженіи отсадочнаго рѣшета, является приборъ, предложенный проф. Ричардсомъ и изображенный на рис. 106.

Онъ состоитъ изъ мѣднаго или латуннаго цилиндра a, (203 мм. высотою и 152 мм. діаметромъ), подвѣшеннаго на оси b_1, лежащей на подпятникѣ съ шариками для уменьшенія тренія. Цилиндръ вращается отъ часового механизма c и можетъ дѣлать отъ 3 до 25 оборотовъ въ минуту. На него одѣвается бумага, на которой и наносятся кривыя, которыя чертятся карандашами, прикрѣпленными къ 2 вертикальнымъ стержнямъ e_1 и e_2, движущимся въ антифрикціонныхъ направляющихъ $f\ f\ f\ f$.

Карандаши эти можно прижимать и откидывать отъ поверхности цилиндра.

Абсцисса получающейся кривой представляетъ время, ордината—движеніе поршня, воды, постели или подвергающагося отсадкѣ матеріала.

Для полученія кривой поршня служитъ вертикальный стержень h, прикрѣпляемый къ поверхности поршня, вслѣдствіе чего движеніе послѣдняго черезъ рычагъ $i\ j$ передается стержню e_2.

Когда поршень двигается внизу, карандашъ чертитъ на поверхности цилиндра восходящую кривую и обратно.

Для полученія кривой, движенія поверхности воды, на послѣднюю помѣщаютъ кусокъ корки l, къ которому и прикрѣпляютъ стержень e_1. Здѣсь движеніе карандаша, очевидно, происходитъ въ томъ же направленіи какъ и движеніе воды.

Для полученія кривой, движенія поверхности постели или руды, находящейся на ситѣ, вмѣсто корки берутъ сѣтку, прикрѣпляя ее точно также къ стержню e_1.

Описаннымъ приборомъ можно одновременно снимать только двѣ кривыя: поршня и воды, поршня и постели, и наконецъ поршня и руды. Такъ какъ у всѣхъ получающихся діаграммъ, имѣется одна общая кривая, то всѣ полученныя діаграммы могутъ быть по окончаніи опытовъ сведены вмѣстѣ.

Образцомъ получающихся діаграммъ, можетъ служить слѣдующая діаграмма (рис. 107), полученная проф. Ричардсомъ для отсадочнаго рѣшета, на которомъ обрабатывались серебросодержащія сѣрнистыя мѣдныя руды.

Здѣсь P—кривая движенія поршня, W—кривая движенія воды, R—движенія поверхности постели и O—кривая движенія поверхности руды.

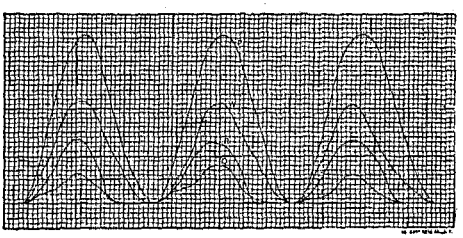


Рис. 107.

Врядъ ли нужно доказывать, что полученіе подобныхъ діаграммъ, и анализъ ихъ могутъ дать крайне цѣнныя указанія относительно работы отсадочнаго рѣшета.

На рис. 108 и 109 представлены двѣ идеальныхъ діаграммы, одна для рѣшета, получающаго движеніе отъ эксцентрика, другая — для рѣшета получающаго движеніе отъ колѣнчатаго привода. W — кривая воды, R—кривая постели.

Разница между обѣими діаграммами сразу бросается въ глаза.

Для анализа дѣйствія рѣшета слѣдуетъ въ теченіе хода поршня различать 3 періода.

Періодъ I. Періодъ движенія воды вверхъ (часть P абсциссы). Здѣсь кривыя воды и постели все болѣе и болѣе удаляются

другъ отъ друга, такъ какъ вода, очевидно, движется быстрѣе, чѣмъ зерна постели. Въ этотъ періодъ, по мнѣнію проф. Ричардса, имѣетъ мѣсто законъ несвободнаго паденія. Крупныя частицы руды опускаются ниже частицъ кварца, мелкія же частицы руды уравновѣшиваются съ зернами послѣдняго.

Во второмъ періодѣ — часть T абсциссы—необходимо различать три момента:

(*a*) моментъ, когда кривыя постели и воды начинаютъ сближаться, такъ какъ вода движется опять таки быстрѣе постели.

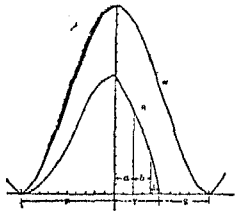


Рис. 108.

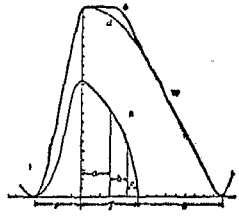


Рис. 109.

Здѣсь именно, по мнѣнію Ричардса, имѣетъ мѣсто законъ ускоренія по Риттингеру. Мелкіе зерна руды опережаютъ зерна кварца,

(*b*) моментъ, когда кривыя постели и воды приблизительно параллельны. Это моментъ сравнительнаго бездѣйствія въ смыслѣ отсадки,

(*c*) моментъ, когда означенныя кривыя расходятся: постель опускается скорѣе воды. По мнѣнію Ричардса здѣсь опять имѣетъ мѣсто законъ несвободнаго паденія.

Въ третьемъ періодѣ движенія поршня—часть S абсциссы—происходитъ всасываніе. Кривая воды W быстро стремится къ горизонтальной уже линіи кварца R (кварцъ лежитъ уже на рѣшетѣ) и вода проходитъ черезъ промежутки его съ большой скоростью. Именно въ этотъ промежутокъ времени и происходитъ, по мнѣнію Ричардса, всасываніе въ промежутки постели мелкихъ частицъ руды, которыя на основаніи закона несвободнаго паденія оказались расположенными рядомъ съ болѣе крупными частицами постели.

VII.

B. Обработка рудной муки

(по схемѣ B).

Общій ходъ обработки рудной муки по этой схемѣ изложенъ на стр. 115. Обрабатываемый матеріалъ раздѣляется по квивалентности на сорта́, которые раздѣляются затѣмъ на эгрупны различнаго удѣльнаго вѣса, т.-е. подвергаются „раздѣленію“. Верхнимъ предѣломъ величины частицъ руды, поступающихъ въ обработку по этой схемѣ являются діаметръ, въ 1,5 мм., т.-е. наиболѣе мелкая крупа (стр. 113).

Первой стадіей работы является, какъ сказано выше, сортировка, теоретическія основанія которыя были изложены выше на стр. 82 и сл. Скорость паденія тѣлъ въ водѣ зависитъ, какъ извѣстно, кромѣ удѣльнаго вѣса и отъ ихъ діаметра, поэтому въ зависимости отъ скорости паденія при обогащеніи различаютъ, такъ назыв. быстрые сорта (пески), падающіе въ спокойной водѣ со скоростью 1 м. — 0,31 м.—при растираніи ихъ между пальцами чувствуются отдѣльныя песчинки—и медленные сорта, скорость паденія которыхъ въ спокойной водѣ меньше вышеуказанной.

Въ частности быстрые сорта раздѣляются на слѣдующія категоріи:

a) крупные пески, падающіе въ водѣ со скоростью въ 1 минуту 1—0,125 м.

b) средніе пески, падающіе въ водѣ со скоростью въ 1 минуту 0,125—0,062 м.

c) мелкіе пески, падающіе въ водѣ со скоростью въ 1 минуту 0,062—0,31 м.

Сортировка производится: a) въ шпицкастенахъ; b) шпицлуттахъ; c) въ штромаппаратахъ и d) на шлюзахъ (желобахъ).

a) Шпицкастены.

Шпицкастенъ (рис. 110—113), имѣетъ форму поставленной на вершину четырехгранной пирамиды. Руда приносится въ водѣ—въ видѣ мути, — послѣдняя носитъ названіе шламма—по желобу h черезъ порогъ h_1 въ шпицкастенъ наполненный водою. Здѣсь, при медленномъ движеніи мути, изъ нея осѣдаютъ частицы, не могущія при данной скорости оставаться въ подвѣ-

шенномъ состояніи. Оставшіеся же въ такомъ состояніи частицы уносятся изъ шпицкастена черезъ порогъ i въ желобъ r.

Изъ изложенной выше теоріи паденія тѣлъ въ водѣ очевидно, что частицы, сѣдающія въ шпицкастенѣ, являются равнопадающими, т.-е. образуютъ „сортъ“. Очевидно, что каждый шпицкастенъ можетъ датьтолько одинъ сортъ. Поэтому на практикѣ располагаютъ всегда нѣсколько шпицкастеновъ рядомъ другъ съ другомъ, какъ это изображено на рис. 114 и 115, при чемъ размѣры шпицкастеновъ дѣлаются такими, что ширина ихъ послѣдовательно увеличивается, соотвѣтственно необходимому уменьшенію скорости теченія шлама.

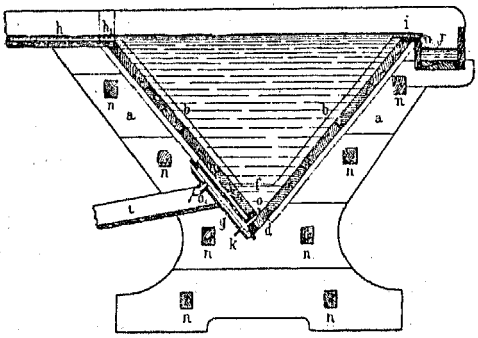


Рис. 110.

Шламмъ поступаетъ сначала въ отдѣленіе a_1, въ которомъ, очевидно, скорость теченія должна быть наибольшей, и затѣмъ, переходя изъ отдѣленія въ отдѣленія, выходитъ изъ послѣдняго отдѣленія a_1.

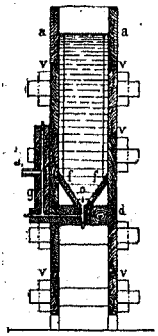


Рис. 111.

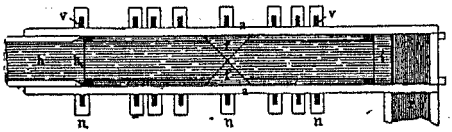


Рис. 112.

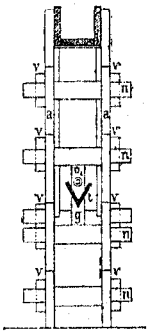


Рис. 113.

Каждое отдѣленіе снабжено выпускнымъ отверстіемъ c_1, c_2, c_3 и c_4 и соединяется съ сосѣднимъ отдѣленіемъ посредствомъ пороговъ b_1, b_2, b_3 и b_4.

Иногда этихъ пороговъ не дѣлается, и весь аппаратъ принимаетъ видъ, изображенный на рис. 116 и 117.

Въ каждомъ отдѣленіи осѣдаетъ, конечно, только одинъ сортъ, т.-е. группа зеренъ, падающихъ приблизительно съ одинаковой скоростью, иначе говоря, равнопадающія зерна.

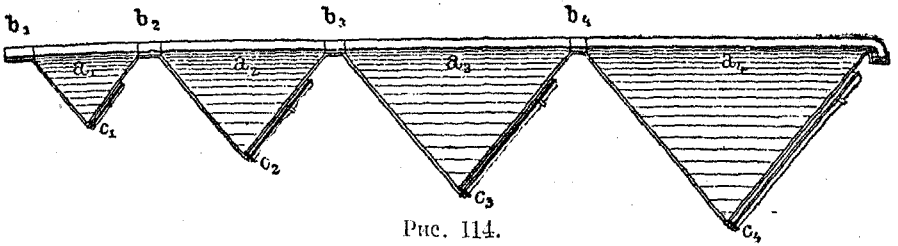


Рис. 114.

Шпицкастены дѣлаются или изъ дерева или изъ желѣза.

Детально устройство деревяннаго *шпицкастена* изображено на рис. 110—113.

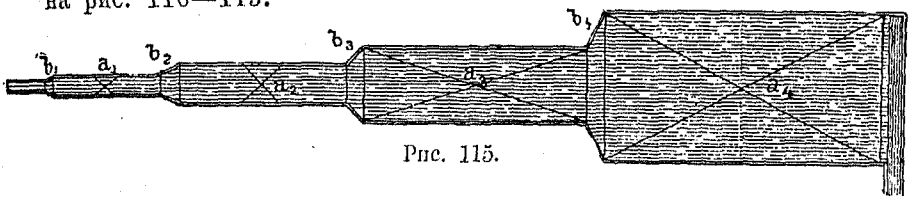


Рис. 115.

Аппаратъ образованъ двумя вертикальными стѣнками a, (около $2^1/_4''$ толщиною) и боковыми, наклоненными подъ угломъ приблизительно въ 50^0 стѣнками b. Стѣнки a связаны между собою деревянными брусьями n, черезъ которыя проходятъ клинья v. Для удержанія на мѣстѣ стѣнокъ b, къ стѣнкамъ a прибиваются направляющіе бруски, между которыми онѣ и загоняются. Нижняя

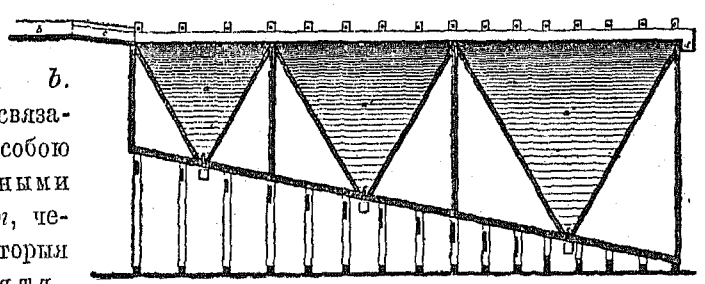


Рис. 116.

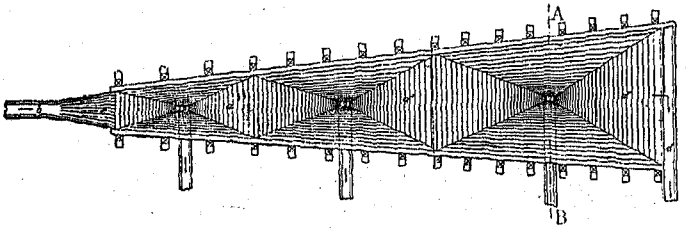


Рис. 117.

часть ихъ образована деревяннымъ брускомъ d, проходящимъ подобно брускамъ n черезъ стѣнки a. Въ брускѣ этомъ просверливается отверстіе o для выпуска осѣвшаго на дно шпицкастена шлама, при чемъ для направленія его именно къ выпускному отверстію къ вертикальнымъ стѣнкамъ прибиваются трехугольныя дощечки f, такимъ образомъ, чтобы самая нижняя часть шпицкастена образовывала настоящую пирамиду, въ вершинѣ которой и находится отверстіе o.

Это послѣднее оканчивается въ трубку g_1, изъ которой уже шламмъ поступаетъ въ отводный желобъ t.

Подобное устройство даетъ возможность сдѣлать выпускное отверстіе нѣсколько большаго діаметра, чѣмъ это было возможно въ случаѣ отсутствія трубки g, вслѣдствіе чего опасность засоренія отверстія o значительно уменьшается. Дѣло въ томъ, что получающійся изъ шпицкастена шламмъ для удобства дальнѣйшей обработки долженъ имѣть опредѣленную степень жидкости, т.-е. долженъ содержать въ извѣстномъ объемѣ воды опредѣленное количество подвѣшенныхъ въ ней частицъ, о чемъ болѣе подробно будетъ сказано ниже.

Если бы отверстіе o выводило шламмъ непосредственно въ отводный желобъ t, безъ посредства трубки g, то регулировать густоту шлама не было бы возможно, такъ какъ скорость истеченія шлама изъ отверстія o, а слѣдовательно и степень густоты его зависѣла бы исключительно отъ діаметра отверстія o и вѣса столба жидкости, находящагося надъ этимъ отверстіемъ и по самой конструкціи аппарата имѣющаго значительную высоту. Вытекающій изъ шпицкастена шламмъ былъ бы всегда слишкомъ жидкимъ, если, конечно, не сдѣлать отверстіе o соотвѣтственно малымъ, что обусловило бы опасность его засоренія. Трубка g, очевидно, уменьшаетъ высоту давящаго на отверстіе столба воды, а потому, регулируя длину ея, мы пріобрѣтаемъ возможность регулировать густоту шлама безъ чрезмѣрнаго съуженіе отверстія o. Сѣченіе же выпускного отверстія изъ трубки g регулируется мундштукомъ o, (обыкновенно діаметромъ 5—20 мм.), который легко вынуть, прочистить или же замѣнить новымъ.

Въ нижней части трубки g, противъ отверстія o дѣлается второе отверстіе k, служащее для опоражниванія шпицкастена.

Высота столба воды, подъ давленіемъ котораго даютъ выте-

кать шламму изъ отверстія o, дѣлается при сортировкѣ крупныхъ сортовъ песковъ, скорость паденія которыхъ въ среднемъ 0,9 м.—1,2 м., для шламмовъ же болѣе мелкихъ со скоростью паденія около 0,6 м.,—всего 0,7 м.

Шламмъ, какъ сказано выше, поступаетъ въ шпицкастенъ по желобу h, послѣдней части котораго h_1 придается нѣсколько большій уклонъ, чѣмъ остального желоба во избѣжаніе осажденія на ней рудныхъ частицъ. Отводный желобъ r долженъ въ зависимости отъ количества протекающей мути быть расположенъ на 100—150 мм. ниже порога i шпицкастена.

Проектированіе шпицкастеновъ производится по слѣдующимъ даннымъ Риттингера:

1) Ширина шпицкастена зависитъ отъ качества протекающей въ него въ 1 минуту количества мути, максимальной величины и удѣльнаго вѣса приносимыхъ ею частицъ руды. На основаніи опыта Риттингеръ принимаетъ, что въ первомъ шпицкастенѣ, въ которомъ должны осѣдать наиболѣе быстрые сорта (см. стр. 173) на каждый кубическій метръ мути необходимо имѣть 1 м. ширины шпицкастена. Ширина каждаго изъ слѣдующихъ шпицкастеновъ дѣлается вдвое болѣе предыдущаго, т.-е. отношенія ширинъ всѣхъ четырехъ шпицкастеновъ образуютъ геометрическую прогрессію: 1 : 2 : 4 : 8.

Если, напримѣръ, въ аппаратъ поступаетъ въ 1 минуту 0,64 куб. метр. мути, содержащей песокъ, т.-е. крупные сорта, то ширины всѣхъ 4 шпицкастеновъ нужно было бы сдѣлать слѣдующими:

1-го	шпицкастена	0,64 м.
2-го	„	1,28 „
3-го	„	2,56 „
4-го	„	5,12 „

Линкенбахъ для шпицкастеновъ, которые служатъ для улавливанія медленныхъ сортовъ, т.-е. для полученія шламмовъ съ рудной мукой и пылью, рекомендуетъ слѣдующіе размѣры.

Число шпицкастеновъ — 3.

Ширина 1-го шпицкастена на каждыя 100 литр. мути 72 мм.
„ 2-го „ „ „ 100 „ „ 108 „
„ 3-го „ „ „ 100 „ „ 162 „

Длина 1-го шпицкастена 500 мм., второго 750 мм., третьяго 1125 мм.

Число шпицкастеновъ, соединяемыхъ вмѣстѣ, зависитъ, конечно, отъ числа сортовъ, которые желаютъ получить, но почти во всѣхъ случаяхъ оказывается достаточно 4 шпицкастеновъ.

Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, по Риттингеру, длину перваго шпицкастена дѣлаютъ въ 1,8 метра, второго—2,8 метра, третьяго—3,8 метра и четвертаго — 4,8 метра.

Если въ притекающей въ шпицкастенъ мути нѣтъ быстрыхъ сортовъ, а только болѣе медленные, то можно обойтись безъ устройства перваго шпицкастена.

Если въ предназначенной къ сортировкѣ рудѣ, т.-е., правильнѣе, въ водѣ (мути), въ которой она подвѣшена, кромѣ песковъ, содержится крупа (см. стр. 113), то для выдѣленія изъ мути этой послѣдней передъ первымъ шпицкастеномъ, указанныхъ размѣровъ, ставится еще одинъ шпицкастенъ, ширина котораго равна половинѣ ширины шпицкастена, названнаго выше первымъ, длина же дѣлается равной 0,8 м.

Что касается наклона, который долженъ быть приданъ поперечнымъ стѣнкамъ шпицкастена, то опытъ показалъ, что онъ не долженъ быть менѣе 45°, такъ какъ иначе на этихъ стѣнкахъ будутъ осѣдать частицы руды. Лучше всего дѣлать этотъ уклонъ въ 50°.

Желобамъ, приводящимъ муть въ шпицкастены придается квадратное сѣченіе. Въ среднемъ принимаютъ, что на каждый кубическій метръ мути нужно имѣть 0,106 квадратныхъ метра живого сѣченія желоба.

Уклонъ этихъ желобовъ зависитъ, конечно, отъ величины частицъ, подвѣшенныхъ въ мути, при чемъ на основаніи практики можно принять слѣдующія цифры.
Для крупнаго песка уклонъ на 1 пог. метръ длины = 14—20 мм.

„ средняго „ „ „ 1 „ „ „ = 7—10 „
„ мелкаго „ „ „ 1 „ „ „ = 4— 7 „
„ муки „ „ „ 1 „ „ „ = 2— 4 „

Отводнымъ желобамъ *r* (рис. 110) придаютъ уклонъ: для песка 125 мм. на погонный метръ, для муки 55 мм. на погонный метръ.

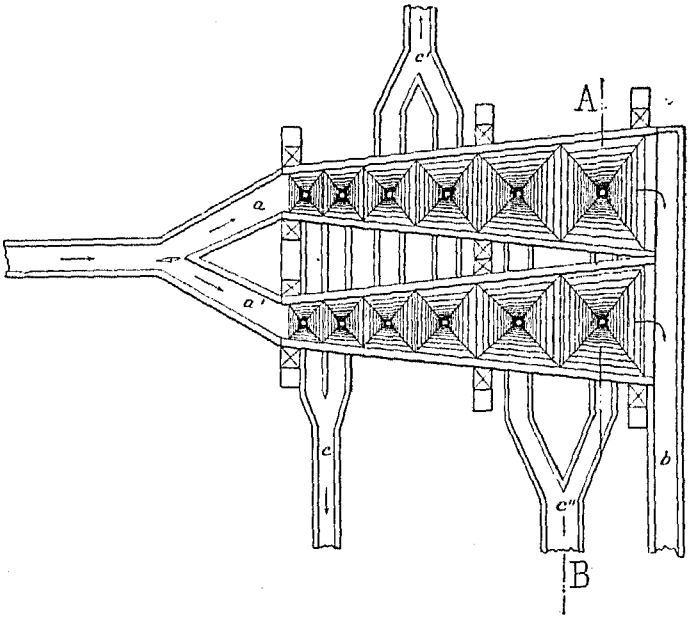


Рис. 118.

Изъ желѣза шпицкастены можно дѣлать лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда вода (муть) не имѣетъ кислой реакціи.

Такъ какъ при значительномъ количествѣ мути размѣры шпицкастеновъ должны получиться довольно крупными, вслѣдствіе чего они заняли бы слишкомъ много мѣста, устраиваютъ два ряда шпицкастеновъ, какъ это показано на рис. 118—120. Кромѣ того для достиженія той же цѣли увеличиваютъ число шпицкастеновъ, при чемъ, какъ видно изъ рис. 118, получающіеся изъ двухъ смежныхъ шпицкастеновъ шламмы соединяются для дальнѣйшей обработки вмѣстѣ. Совершенно подобное устройство изображено на рис. 120—121, здѣсь шпицкастены по величинѣ разбиты на 3 группы.

Вертикальныя трубки, опущенныя въ каждый шпицкастенъ, на рис. 119—120, служатъ для введенія въ него подъ небольшимъ давленіемъ чистой воды.

Подобное устройство, примѣняемое въ шпицкастенахъ для медленныхъ сортовъ (муки), имѣетъ цѣлью полученіе болѣе чистыхъ сортовъ. Вода, выходя изъ трубки, которая лишь немного не доходитъ до выпускного отверстія шпицкастена, ударяетъ о скопляющіяся у этого отверстія частицы руды, причемъ тѣ изъ нихъ, которые не совсѣмъ подходятъ къ величинѣ класса и осѣдаютъ изъ мути, лишь будучи увлечены сосѣдними частицами, поднимаются, снова попадаютъ въ подвѣшенное состояніе и могутъ перейти въ слѣдующій шпицкастенъ. Кромѣ того, притокъ чистой воды затрудняетъ и еще

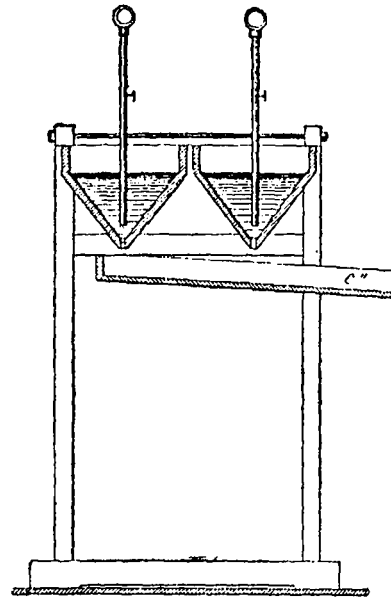


Рис. 120.

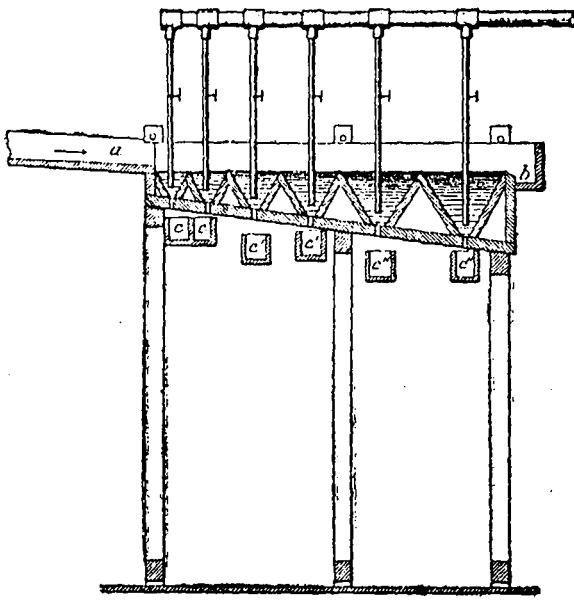


Рис. 119.

неосѣвшимъ мелкимъ рудянымъ частицамъ быть увлеченными при осѣданіи сорта.

По даннымъ Линкенбаха, если шпицкастенъ хорошо спропорціонированъ, на каждыя 100 литровъ мути, поступающихъ въ каждый шпицкастенъ, требуется расходъ около 30 литровъ чистой воды подъ давленіемъ около 3.000 мм. Для регулированія при-

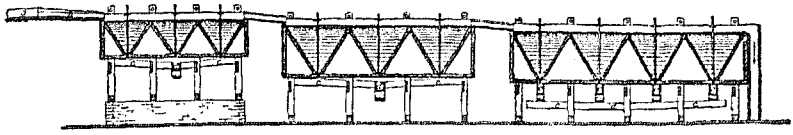


Рис 121.

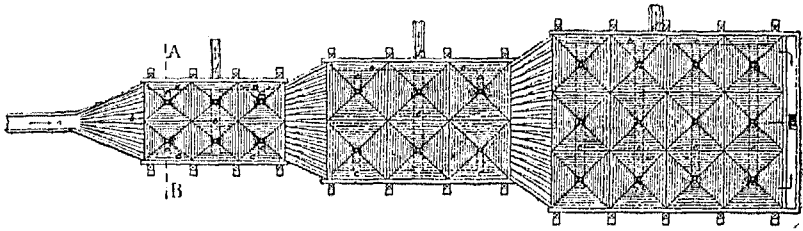


Рис. 122.

тока воды въ приводящихъ ее трубкахъ, устраиваются краны. Вмѣсто того, чтобы вводить въ шницкастенъ чистую воду по опущеннымъ въ него трубкамъ, можно вводить эту воду и слѣдующимъ образомъ, какъ изображено на рис. 123—125.

Здѣсь каждый шницкастенъ состоитъ какъ бы изъ двухъ частей, сообщающихся между собой щелями (d, d' и d''). Вода подъ напоромъ вводится въ нижнюю часть b по трубкамъ c, c' и c'' черезъ отверстія l, l' и l''.

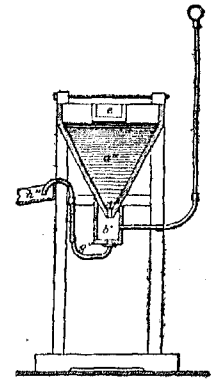


Рис. 123.

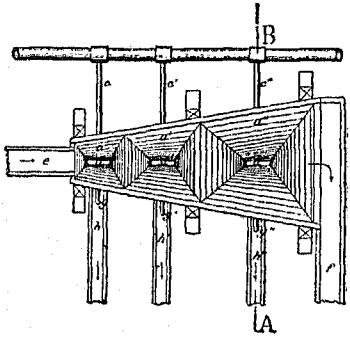


Рис. 124.

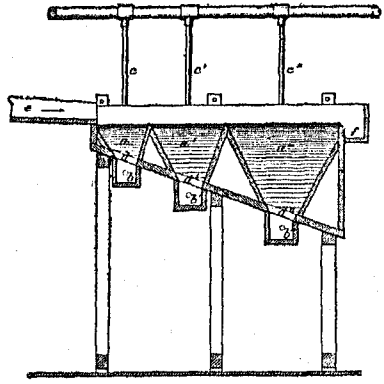


Рис. 125.

Другое совершенно подобное по идеѣ, но нѣсколько отличающееся по конструкціи, устройство изображено на рис. 126—128.

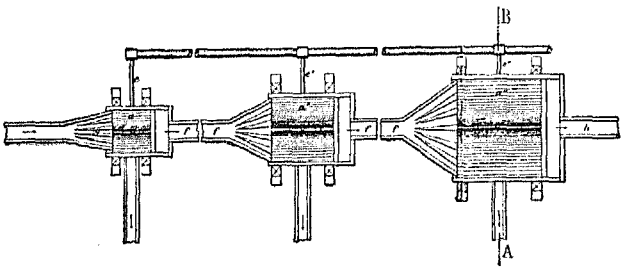


Рис. 126.

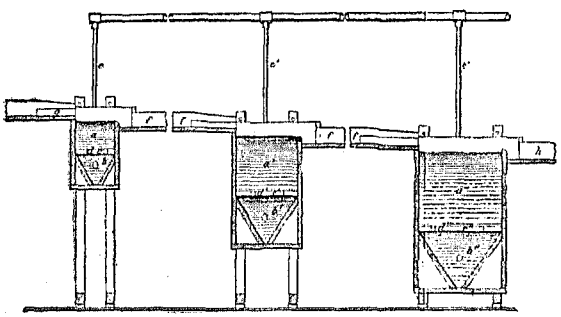


Рис. 127.

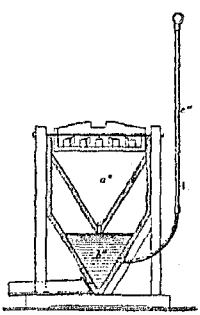


Рис. 128.

Для регулированія поступленія чистой воды въ шпицкастенъ примѣняютъ съ успѣхомъ слѣдующее устройство (рис. 129).

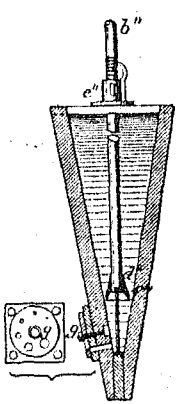


Рис. 129.

На нижнюю часть водоприводной трубки одѣваютъ деревянный конусъ d'', который при соотвѣтственномъ положеніи трубки l'' плотно прижимается къ стѣнкамъ шпицкастена. Поднимая гайкой e'' трубку l'' можно, очевидно, весьма точно регулировать притокъ воды въ шпицкастенъ.

Уходъ за шпицкастенами во время работы очень простъ. Нужно только слѣдить за тѣмъ, чтобы поступленіе въ нихъ и отводъ мути происходилъ безостановочно, точно такъ же, какъ и за тѣмъ, чтобы выпускныя отверстія для шламмовъ не засарились.

Передъ пускомъ въ ходъ шпицкастены на-

полняются водою, вслѣдствіе чего первые шламмы, получающіеся въ нихъ, не могутъ имѣть должной степени густоты и пріобрѣтаютъ ее лишь по истеченіи нѣкотораго времени.

По этому слѣдуетъ по возможности избѣгать пріостановки дѣйствія шпицкастеновъ.

Что касается результатовъ работы шпицкастеновъ, то можно принять, что изъ несортированныхъ песковъ, поступающихъ въ группу изъ 4 шпицкастеновъ, построенныхъ по выше изложеннымъ принципамъ Риттингера, получается

въ 1-мъ шпицкастенѣ	40%
во 2 „ „	28%
въ 3 „ „	18%
въ 4 „ „	10%

Потеря, слѣдовательно, составляетъ 4%.

Что касается степени густоты, которую должны имѣть получающіеся шламмы, то окончательно устанавливается она путемъ опыта, въ зависимости отъ способовъ дальнѣйшей обработки шламмовъ, въ среднемъ же можно принять, что шламмъ изъ

1-го	шпицкастена	въ	100	литр.	воды	долженъ	содерж.	44	клгрм.	руды
2-го	„	„	100	„	„	„	„	35	„	„
3-го	„	„	100	„	„	„	„	30	„	„
4-го	„	„	100	„	„	„	„	20	„	„

Проф. Ричардсъ опытнымъ путемъ изслѣдовалъ работу шпицкастеновъ. Для этого одну изъ вертикальныхъ стѣнокъ шпицкастена онъ дѣлалъ изъ стекла, къ струѣ же водѣ, поступающей въ шпицкастенъ, прибавлялъ известковаго молока, благодаря чему получалась возможность наблюдать распредѣленіе движущейся струи въ наполненномъ чистой водою шпицкастенѣ.

При этихъ опытахъ выяснилось, что теченіе струи располагается не совсѣмъ такъ, какъ это допускалъ Риттингеръ, и что изъ шпицкастена вытекаетъ лишь самая верхняя часть струи, поступающей въ шпицкастены ,нижнія же части ея постепенно опускаются внизъ, начиная отъ впускного отверстія и образуютъ съ водою, наполняющей шпицкастенъ и находящейся, какъ оказы-

вается, въ неподвижномъ состояніи, водовороты, благодаря которымъ процессъ сортировки происходитъ весьма несовершенно. Поэтому, по мнѣнію Ричардса, шницкастенъ не можетъ считаться пригоднымъ для цѣлей точной сортировки.

Что касается деталей устройства шницкастеновъ, то опыты Ричардса подтвердили предложенія Риттингера.

---

b) Коническія воронки.

Другимъ родомъ приборовъ для раздѣленія рудной мути на сорта являются коническія воронки или шницлутты (Spitzlutte), одна изъ которыхъ изображена на рис. 130—132.

Дѣйствіе этого прибора, представляющаго собой *U*-образно изогнутый каналъ, по которому течетъ муть (по направленію стрѣлокъ), основано на изложенныхъ въ главѣ IV законахъ паденія тѣлъ въ восходящей струѣ воды, по которымъ изъ мути, двигающейся вверхъ въ правомъ колѣнѣ прибора при данной скорости движенія, могутъ осѣсть лишь равнопадающія частицы, т.-е. получается опредѣленный сортъ. Какъ извѣстно, скорость паденія какой-нибудь частицы въ водѣ, опредѣляется выраженіемъ

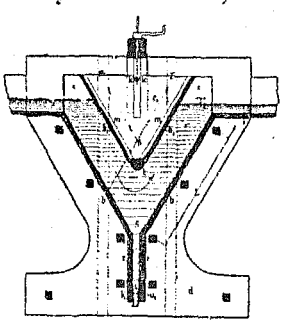


Рис. 130.

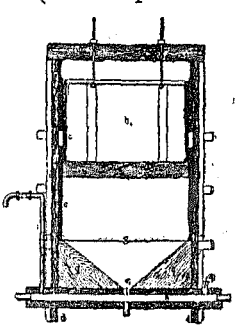


Рис. 132.

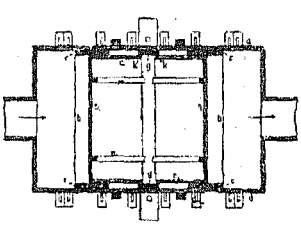


Рис. 131.

$$v = \text{Const.}\sqrt{d\,(\delta - 1)}.$$

Очевидно, что, если частица эта будетъ находиться въ струѣ воды, обладающей именно этой скоростью, то она будетъ оставаться въ подвѣшенномъ состояніи, всѣ же частицы, находящіяся въ той же струѣ воды, но обладающія вслѣдствіе боль-

шаго діаметра (d_1) или большаго удѣльнаго вѣса (δ_1) большей скоростью (v_1) будутъ въ этой струѣ падать.

Пользуясь этой приведенной формулой, и слѣдуетъ производить расчетъ шпицлуттъ.

Допустимъ, напримѣръ, что намъ нужно удержать въ подвѣшенномъ состояніи въ рудной мути частицы свинцоваго блеска, діаметромъ въ 0,5 мм. и удѣльнаго вѣса — 7,5.

Const. по Риттингеру можемъ принять равной 5,11.

Тогда необходимая намъ скорость струи должна быть

$$v = 5{,}11\sqrt{0{,}0005 \times 6{,}5} = 0{,}29 \text{ метровъ.}$$

Зная количество мути, мы легко можемъ вычислить площадь сѣченія канала шпицлутты, при которомъ муть, двигаясь по нему, будетъ имѣть именно эту скорость.

Если названныя частицы свинцоваго блеска являются среди другихъ частицъ, подвѣшенныхъ въ мути, наиболѣе скоропадающими, то при движеніи мути черезъ шпицлутту въ ней ничего осѣдать не будетъ.

Увеличивъ сѣченіе канала шпицлутты, т.-е. замедливъ скорость движенія по нему мути, мы заставимъ осѣсть изъ нея означенныхъ размѣровъ зерна свинцоваго блеска и равнопадающія съ ними зерна, напримѣръ, кварца.

Пользуясь изложеннымъ методомъ опредѣленія размѣровъ шпицлутты, мы получаемъ, очевидно, только площадь сѣченія канала ея. Такъ какъ площадь эта зависитъ отъ двухъ размѣровъ канала: ширины и высоты, то однимъ изъ нихъ намъ необходимо задаться, при чемъ слѣдуетъ, конечно, избѣгать крайностей. Короткая сторона канала не должна быть болѣе 80 мм. Нужная намъ скорость теченія воды по шпицлуттѣ, при надлежащихъ размѣрахъ канала послѣдней, устанавливается сама собой, такъ какъ муть у устья обоихъ колѣнъ канала устанавливается на разныхъ высотахъ, при чемъ разница эта

$$h = \frac{v^2}{2g} \text{ гдѣ}$$

v — скорость теченія мути.

Само собой разумѣется, что въ встрѣчаемыхъ на практикѣ обогащенія случаяхъ, эта разница высотъ незначительна. Такъ,

напримѣръ, для вычисленной нами выше скорости теченія мути въ 0,29 м.

$$h = \frac{0{,}29^2}{28{,}81} = 4{,}4 \text{ мм.}$$

Устройство шпицлутты изъ дерева детально изображено на рис. 130—132.

U — образный каналъ прибора образованъ вертикальными стѣнками d и наклонными — b.

Вертикальныя стѣнки связаны другъ съ другомъ перекладинами съ клиньями совершенно подобно тому, какъ это дѣлается въ шпицкастенахъ.

Стѣнки b или вставляются въ соотвѣтственные пазы въ стѣнкахъ d или же упираются въ направляющія c.

Внутреннія стѣнки канала шпицлутты, въ видѣ призматической части $b_1\, b_1\, c_1\, c_1$, сдѣланы изъ досокъ (бруски l и m служатъ для приданія ей жесткости). При помощи винтовъ, часть эту легко можно поднимать и опускать, измѣняя такимъ образомъ сѣченіе канала шпицлутты, при чемъ движеніе это направляется посредствомъ двухъ брусковъ g, прибитыхъ къ вертикальнымъ стѣнкамъ шпицлутты, и 4 брусковъ k_1, прибитыхъ къ стѣнкамъ c_1 призмы.

Къ щели δ въ нижней части канала прикрѣпляютъ доски r, которыя при помощи баклашекъ q придаютъ выпускному каналу видъ, изображенный на рис. 132. Снизу выпускное отверстіе закрыто брускомъ k, въ которомъ сдѣланы каналы o_1 и k. z — трубка для выхода шлама, устраиваемая по тѣмъ же соображеніямъ, которыя были изложены при описаніи шпицкастеновъ. Пробки въ каналѣ k служатъ для очистки его въ случаѣ засоренія.

По Риттингеру, длина L колѣна канала шпицлутты для крупныхъ песковъ — 0,95 м., для среднихъ же и мелкихъ — 1,28 м.

При сортировкѣ мути съ частицами въ 0,6 мм. и менѣе діаметромъ получаются хорошіе результаты, если придать мути въ восходящихъ колѣнахъ шпицлуттъ, числомъ 4, слѣдующія скорости:

въ 1-й	шпицлуттѣ . . .	60 мм.	въ секунду
„ 2-й	„ . . .	25 „	
„ 3-й	„ . . .	10 „	
„ 4-й	„ . . .	4 „	

причемъ

въ 1-й шпицлуттѣ	осѣдаетъ	около	. .	30%
„ 2-й	„	„	. .	25%
„ 3-й	„	„	. .	20%
„ 4-й	„	„	. .	15%

количества песковъ (и муки), заключавшихся въ мути, поступавшей въ шпицлутту.

Зная количество песка (муки) въ куб. метрѣ мути и количество мути, которое должно поступить въ обработку, можно,

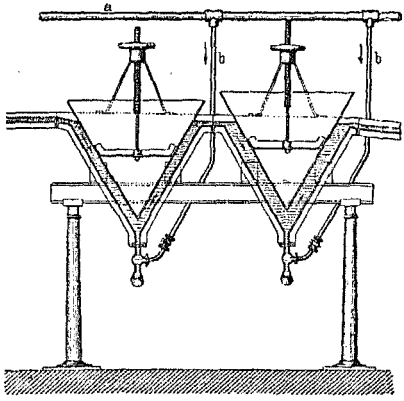


Рис. 133.

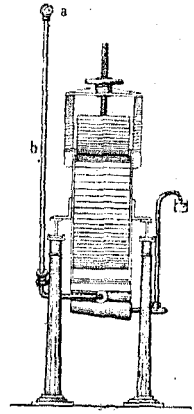


Рис. 134.

пользуясь этими данными, приблизительно разсчитать количество шламмовъ, которые придется затѣмъ пустить въ раздѣленіе.

Подобно тому, какъ это дѣлается въ шпицкастенахъ, и въ шпицлутты можно вводить струю чистой воды, способствующую лучшей сортировкѣ. Для этого въ отверстіе канала *k* (рис. 132), противоположное выпускной трубкѣ *z*, вставляютъ трубку, по которой и вводятъ въ шпицлутту чистую воду.

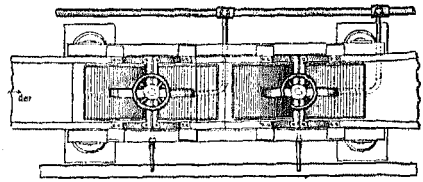


Рис. 135.

Въ изображенной на рис. 133—135 шпицлуттѣ, сдѣланной изъ котельнаго желѣза, чистая вода поступаетъ по трубкамъ *b*.

c. Штромаппараты.

Дѣйствіе штромаппаратовъ основано совершенно на томъ же принципѣ, какъ дѣйствіе шпицлуттъ. Разница состоитъ въ томъ, что черезъ аппаратъ протекаетъ не муть, а чистая вода, въ которую и поступаетъ противъ теченія ея муть.

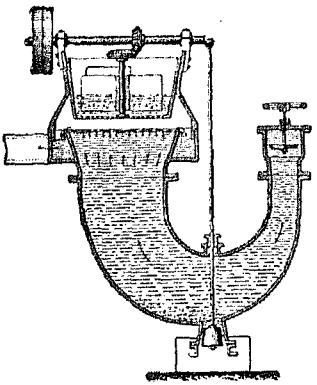


Рис. 136.

На рис. 136 — 137 изображенъ

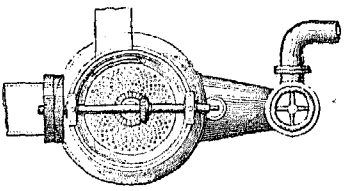


Рис. 137.

штромаппаратъ системы Вильгарца. Аппаратъ сдѣланъ изъ чугуна. Въ правое колѣно его поступаетъ вода, которая и движется по направленію, указанному стрѣлками. Муть поступаетъ въ эту воду, противъ ея теченія, сверху изъ особаго резервуара съ продырявленнымъ днемъ и мѣшалкой.

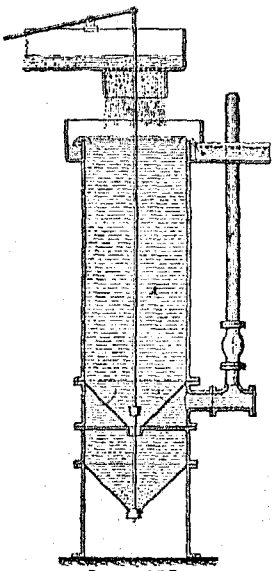


Рис. 138.

Совершенно подобный по идеѣ аппаратъ, носящій спеціальное названіе Heberwäsche, изображенъ на рис. 138. Устройство его понятно изъ чертежа.

d. Желоба (шлюзы).

Устройство желобовъ для сортировки мути понятно изъ рис. 139 и 141. Дѣйствіе ихъ основано на томъ, что муть, протекая послѣдовательно, по все болѣе и болѣе широкимъ желобамъ, движется все медленнѣе и медленнѣе, вслѣдствіе чего изъ нея и осѣдаютъ тѣ

частицы, которыя при данной скорости не могутъ оставаться въ подвѣшенномъ состояніи.

Такъ какъ осѣдающія на днѣ желобовъ рудныя частицы въ скоромъ времени придали бы поверхности дна уклонъ по направ-

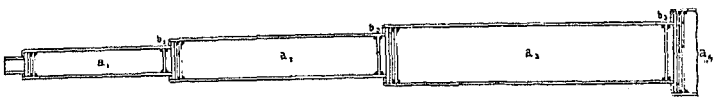


Рис. 139.

вленію теченія, вслѣдствіе чего въ нижней части желоба скорость была бы больше требующейся, и рудныя частицы, принадлежащія къ сорту, осѣдающему въ данномъ желобѣ, увлекались бы въ слѣдующій желобъ, то въ концѣ каждаго желоба необходимо устанавливать пороги b_1, b_2, b_3, дѣлая ихъ все болѣе высокими по мѣрѣ увеличенія толщины осѣвшаго на желобѣ слоя.

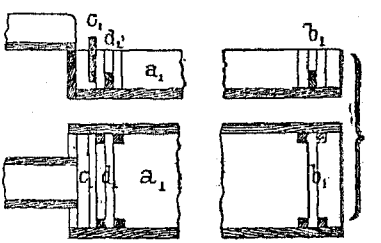


Рис. 140.

Это обстоятельство заставляетъ такъ же располагать желоба уступами, какъ и показано на рис. 140. Чтобы муть, падающая изъ одного желоба въ дру-



Рис. 141.

гой, не размывала осѣвшихъ уже на послѣднемъ рудныхъ частицъ, а также для того, чтобы уже въ самой верхней части желоба получить ровное и спокойное движеніе мути, въ этой части (въ головѣ) желоба устанавливается недоходящая на 20—50 мм. до дна его перегородка c_1 (рис. 140) и порогъ d_1, высоту котораго по мѣрѣ накопленія за нимъ осадка, необходимо увеличивать.

По даннымъ Риттингера для большинства случаевъ сортировки мути оказывается достаточнымъ 4 желоба, при чемъ

въ 1-мъ изъ нихъ осѣдаетъ въ средн. около 60% рудн. частицъ
„ 2-мъ „ „ „ „ „ „ 12% „ „
„ 3-мъ „ „ „ „ „ „ 10% „ „
„ 4-мъ „ „ „ „ „ „ 10% „ „
92%

Недостающіе 8% попадаютъ въ отвалъ и представляютъ собой потерю.

Что касается величины желобовъ, то по Риттингеру, для осажденія изъ мути крупнаго песка, на каждыя 100 литровъ мути, желобъ долженъ имѣть 0,5 м. ширины. Ширины слѣдующихъ за ними желобовъ увеличиваются въ геометрической прогрессіи, коэффиціентъ которой — 1,5.

Если, напримѣръ, намъ нужно пустить въ сортировку на желобахъ 320 литровъ мути въ минуту, то ширину желобовъ нужно сдѣлать слѣдующей:

1-го . . . . . 1,6 м.
2-го . . . . . 2,4 „
3-го . . . . . 3,6 „
4-го . . . . . 5,4 „

Длина перваго желоба по Риттингеру, должна быть 3,8 м. (12 футовъ), длина же каждаго послѣдующаго на 50% болѣе.

Глубина желобовъ не дѣлается болѣе 260—320 мм., какъ для облегченія удаленія осѣвшихъ сортовъ, такъ для удобства конструкціи бортовъ (изъ простыхъ досокъ). Кромѣ того большая глубина желобовъ потребовала бы для всей системы большаго мѣста въ вертикальномъ направленіи, что вообще говоря, нежелательно.

Желобамъ, въ которыхъ осѣдаютъ быстрые сорта, придаютъ незначительный уклонъ (7—10 мм. на погонный метръ).

Описанное устройство желобовъ неудобно въ томъ отношеніи, что при извѣстномъ накопленіи на желобахъ осѣвшихъ рудныхъ частицъ работу нужно останавливать, при чемъ кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что накопленіе рудныхъ частицъ въ различныхъ желобахъ происходитъ неравномѣрно: въ желобахъ, гдѣ осѣдаютъ болѣе быстрые сорта гораздо скорѣе, чѣмъ въ остальныхъ.

Для устраненія этого неудобства, желобамъ придаютъ устройство, изображенное на рис. 142—143.

Желобъ по ширинѣ раздѣляется на отдѣленія, около 320 мм. шириною каждое. Часть этихъ отдѣленій служитъ запасными. Муть поступаетъ изъ канала *g*, изъ котораго и распредѣляется по отдѣленіямъ. Регулированіе поступленія мути въ отдѣленія производится дощечками.

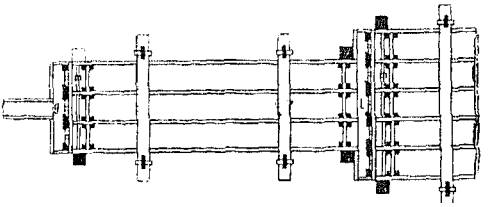


Рис. 142.

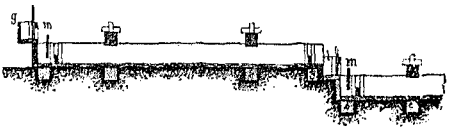


Рис. 143.

Когда работавшія отдѣленія какого-нибудь желоба въ достаточной степени наполняются осадкомъ, доступъ мути въ нихъ прекращается, и она направлятся въ запасныя отдѣленія, по которымъ и течетъ, пока они не наполнятся въ свою очередь. Тѣмъ временемъ наполненныя отдѣленія очищаются. Опытъ показалъ, что ширина запасныхъ отдѣленій по отношенію къ нормальной ширинѣ желоба (шлюза) должна составлять

въ 1-мъ	желобѣ	$^1/_3$
„ 2-мъ	„	$^1/_3$
„ 3-мъ	„	$^1/_4$
„ 4-мъ	„	$^1/_5$

Раздѣленіе желобовъ на отдѣленія имѣетъ значеніе и въ смыслѣ правильности работы желобовъ при измѣненіи количествъ поступающей на нихъ мути.

Удаленіе осѣвшихъ на желобахъ рудныхъ частицъ производится лопатами, по прекращеніи поступленія мути, давъ стечь заключенной въ осадкѣ водѣ, для чего слѣдуетъ только убрать упомянутые выше пороги. Слѣдуетъ, впрочемъ, замѣтить, что удаленіе съ желобовъ крупныхъ сортовъ можно производить въ случаѣ надобности, не останавливая работы. Въ этомъ случаѣ пороги, очевидно, удалять не нужно.

Достоинство желобовъ—простота и дешевизна ихъ устройства, но

за то они, какъ приборъ для сортировки, невыгодно отличаются отъ описанныхъ выше приборовъ (шницкастены, шницлутты, штроман-

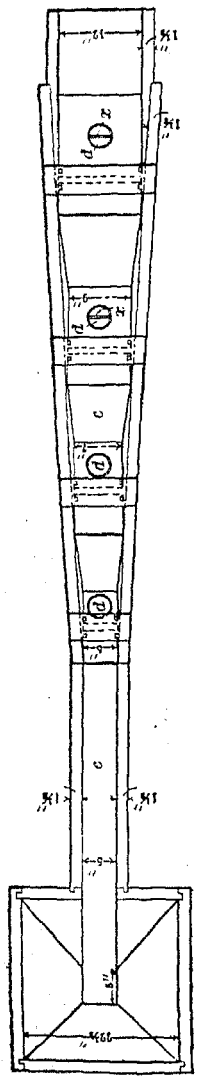


Рис. 145

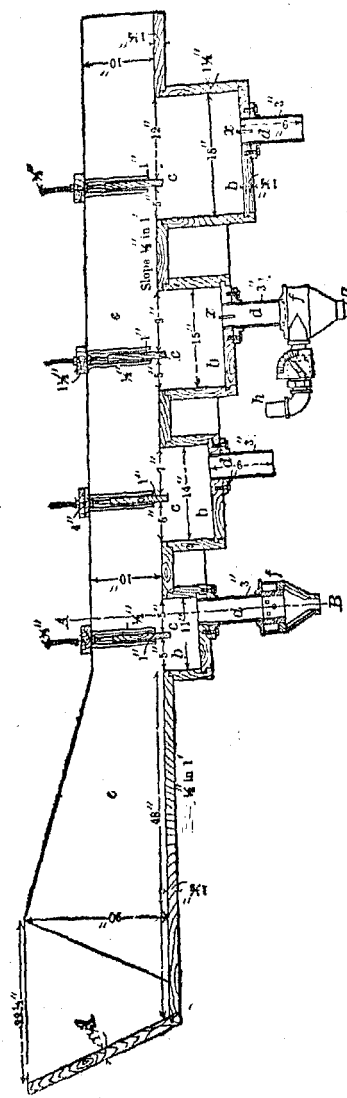


Рис. 144.

параты) тѣмъ, что 1) благодаря необходимости слѣдить за степенью ихъ наполненія и переставливать перегородки, успѣхъ работы существенно зависитъ отъ внимательности рабочаго, 2) что удаленіе

съ нихъ рудныхъ частицъ требуетъ спеціальныхъ затратъ и 3) что сорта, получаемые на нихъ, не представляютъ собой готовыхъ шламмовъ, что опять таки влечетъ за собой особые расходы.

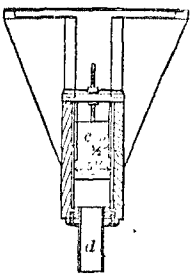


Рис. 146.

Довольно значительное распространеніе при сортировкѣ получили шлюзы въ Америкѣ, при чемъ, однако, въ цѣляхъ улучшенія качества на работы конструкція ихъ нѣсколько видоизмѣнена и усложнена. Какъ примѣръ подобнаго устройства опишемъ шлюзъ Ричардса *) (рис. 144—148).

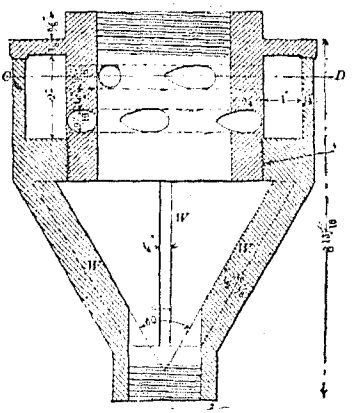
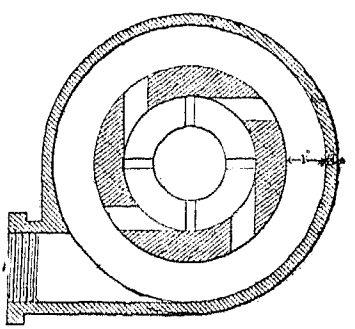


Рис. 147.

Онъ состоитъ изъ прямоугольнаго сѣченія желоба c, въ днѣ котораго устраиваютъ 3 или 4 водоема b, въ верхнюю часть которыхъ опускаются заслонки e, заставляющія шламмъ проходить черезъ нижнюю часть водоемовъ (рис. 146). Въ эти послѣднія по желѣзнымъ трубкамъ d вводится подъ опредѣленнымъ напоромъ вода, назначеніе которой то же, что было описано выше при шлицкастенахъ и шлицлуттахъ.


Рис. 148.

*) Слѣдуетъ замѣтить, что по-англійски этотъ приборъ называется классификаторомъ. Въ виду принятой въ настоящей книгѣ терминологіи такое названіе для прибора, въ которомъ происходитъ сортировка, можетъ вызвать лишь недоразумѣнія.

Осѣдающій въ водоемахъ шламмъ опускается по трубкамъ *d* и уходитъ изъ аппарата черезъ отверстія *g*.

Для уничтоженія возможности образованія въ трубкахъ *d* двухъ теченій: восходящаго—воды, и нисходящаго—шламма, Ричардсъ вводитъ въ эти трубки воду по касательнымъ къ ея внутренней поверхности, какъ это въ деталяхъ изображено на рис. 147 и 148, благодаря чему вода движется по всему сѣченію трубки по винтообразной линіи, для того же чтобы это вращательное движеніе не передавалось въ водоемъ, гдѣ могло бы нарушить правильность осѣданія шламма, а также въ отводную часть *g*, служатъ перегородки *x* и ребра *W*.

Само собой разумѣется, что діаметръ трубокъ *d* долженъ быть въ зависимости отъ величины сорта, который нужно выдѣлить изъ мути. На основаніи своихъ опытовъ надъ скоростями свободнаго паденія кварца и другихъ минераловъ въ водѣ, о которыхъ говорилось на стр. 107, Ричардсъ даетъ слѣдующую таблицу размѣровъ своего шлюза съ 4 водоемами и діаметромъ трубки *d* въ 3″.

Названіе сорта.	Діаметръ зеренъ кварца въ сортѣ. мм.	Количество сорта, получ. въ 24 часа. тонны	Скорость восходящ. струи воды въ труб. въ секунду. мм.	Скор. паденія наибол. крупн. зеренъ кварца въ водѣ (въ секунду). мм.	Колич. восходящей воды. Вмѣстѣ съ шлихомъ. клг.	Колич. восходящей воды. Безъ шлиха. клг.	Колич. сорта, получаемое въ 1 минуту. клг.	Колич. воды вытек. въ 1 м. изъ выпускн. отверст. клг.
1-й сортъ .	4,765—2,289	20	218	236	62,35	54,57	12,63	42,10
2-й » .	2,289—1,100	12	104	114	29,74	25,13	7,58	25,27
3-й » .	1,100—0,529	8	57	47	16,30	12,22	5,05	16,83
4-й » .	0,529—0,254	5	26	31	7,43	5,67	3,16	10,53
Отходящая изъ аппар. муть . . .	0,254—0	12	—	—	—	—	9,47	—

Для выясненія вліянія діаметра трубокъ *d*, на производительность аппарата, можетъ служить слѣдующая таблица.

Названіе сорта.	Діаметръ зеренъ кварца въ сортѣ.	Діаметръ трубокъ, въ дюймахъ.							
		1	1,25	1,5	2	2,5	3	3,5	4
		Колич. продуктовъ, получ. въ 24 ч. въ тонн.							
1-й сортъ . . .	4,765	2,33	4,05	5,52	9,09	13,0	20	26,8	34,5
2-й » . . .	2,289	1,40	2,43	3,31	5,45	7,77	12	16,1	20,7
3-й » . . .	1,100	0,93	1,62	2,21	3,63	5,18	8	10,7	13,8
4-й » . . .	0,529	0,58	1,01	1,38	2,27	3,74	5	6,70	8,62
Уходящая изъ аппарата муть	0,254	1,75	3,04	4,14	6,81	9,72	15	20,1	25,9
Всего . . .		6,99	12,15	16,56	27,75	38,91	60	80,4	103,52

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что увеличеніе производительности щлюза Ричардса влечетъ за собой ухудшеніе качества его работы, что видно изъ слѣдующихъ данныхъ опыта надъ сортировкой мути, содержавшей бурый желѣзнякъ.

	Діаметръ трубокъ = 1,5″.			
Количество руды, подаваемой въ 24 ч. въ тоннахъ . . .	1,06	2,11	3,17	6,34
% *Fe* въ рудѣ . . .	40,28	40,28	40,28	40,28
Количество сортовъ въ %	36	35	32	37,5
% *Fe* въ сортахъ . .	48,48	47,83	48,26	46,95

Что касается установки упомянутой выше заслонки *c*, то нужно замѣтить, что сѣченіе, остающееся для прохода подъ нею въ водоемѣ, должно быть таково, чтобы муть, соединяясь съ поступающей въ водоемъ водою, имѣла скорость движенія приблизительно равную скорости движенія воды въ трубкахъ *d*.

Если, напримѣръ, протекающая въ минуту муть вѣситъ 180,84 клг., а вода 25,13 клг., то, чтобы получить скорость теченія въ 104 мм. въ секунду, (т.-е. скорость теченія воды во второй трубкѣ) сѣченіе между заслонкой и дномъ и стѣнками водоема должно быть

$$\frac{205{,}97 \times 1.000.000}{104 \times 60} = 33008 \text{ кв. мм.},$$

что соотвѣтствуетъ приблизительно квадрату въ 182 мм.

Уклонъ дна шлюза между водоемами дѣлается около $^1/_2''$ на погонный футъ.

Работа описаннаго прибора отличается весьма значительной степенью совершенства, какъ видно изъ слѣдующей таблицы, въ которой приведены данныя изслѣдованія величины зеренъ всѣхъ полученныхъ въ аппаратѣ сортовъ при обработкѣ Ньюфаундлендской хромистой руды, измельченной въ валкахъ и просѣянной черезъ сито съ 20 отверстіями въ кв. дюймѣ.

	Величина отв. въ мм.	Въ мути %	Въ первомъ сортѣ %	Во второмъ сортѣ %	Въ третьемъ сортѣ %	Въ уходящемъ продуктѣ %
Оставалось на сѣткѣ съ 20 отв. на кв. д. . . .	0,907	0,41	0,0	0,0	0,0	0,0
Пр. чер. сѣт. съ 20 о.п.к.д. пост. на сѣт. съ 30 о.п.к.д.	0,762	20,55	13,55	7,21	0,07	0,02
» » » » 30 » » » » 40 » »	0,566	14,84	6,42	8,02	0,26	0,05
» » » » 40 » » » » 50 » »	0,427	12,39	3,73	9,51	0,64	0,07
» » « » 50 » » » » 60 » »	0,351	9,87	1,36	7,33	1,19	0,13
» » » » 60 » » » » 80 » »	0,277	9,05	0,68	3,87	2,09	0,07
» » » » 80 » » » » 100 » »	0,203	10,13	0,26	3,30	5,10	0,59
» » » » 100 » » » » 120 » »	0,137	3,59		2,33	1,42	0,10
» » » » 120 » » » » 140 » »	0,107	4,08	0,10			0,05
» » » » 140 » » » » 160 » »	—	15,25		0,73	6,52	15,01
ВСЕГО		100,6	26,10	40,29	17,29	16,09
				99,77		

Какъ видно изъ этой таблицы, величина зеренъ перваго сорта практически была 0,762 мм., второго — 0,566—0,427 мм., третьяго — 0,206—0,137 мм. и отвала менѣе 0,107 мм.

Освѣтлительные бассейны.

Изъ всего сказаннаго выше о приборахъ, служащихъ для сортировки, слѣдуетъ, что, каково бы ни было ихъ устройство, въ мути, выходящей изъ нихъ, всегда содержится извѣстное количество частей руды и пустой породы, правда, большею частью не заслуживающее обработки, но засоряющее воду и дѣлающее ее негодной для дальнѣйшаго употребленія, что между тѣмъ имѣетъ крупное значеніе въ тѣхъ случаяхъ, когда воды въ распоряженіи обогатительной фабрики мало. Кромѣ того, слѣдуетъ замѣтить, что спускъ такихъ нечистыхъ водъ въ общественные водоемы—рѣки, озера и т. п., можетъ повлечь для предпріятія рядъ затрудненій.

Поэтому, вообще говоря, муть, уходящую изъ сортировочныхъ приборовъ, необходимо освѣтлять, т.-е. давать подвѣшеннымъ въ немъ твердымъ частицамъ возможность осѣсть. Для этой цѣли можно устраивать бассейны, въ которыхъ введенная въ нихъ вода оставляется въ неподвижномъ состояніи, пока изъ нея не осядутъ всѣ подвѣшенныя въ ней частицы. Въ другихъ случаяхъ освѣтлительные резервуары дѣлаются съ такимъ расчетомъ, чтобы муть ихъ протекала, но съ настолько незначительной скоростью, чтобы изъ нея успѣли выдѣляться даже наименѣе крупныя частицы, въ ней подвѣшенныя.

Устройство резервуаровъ первой категоріи не нуждается въ какихъ-либо описаніяхъ, что же касается резервуаровъ (иногда называемыхъ лабиринтами) второй категоріи, то иногда они устраиваются слѣдующимъ образомъ. Врытый въ землю деревянный ящикъ раздѣляется по длинѣ перегородками, служащими, впрочемъ, не столько для регулированія движенія мути, поступающей въ него по одному желобу и уходящей по другому желобу, сколько для приданія стѣнкамъ ящика большей жесткости. Во избѣжаніе разницы поверхностей воды въ различныхъ отдѣленіяхъ, образованныхъ перегородками, они дѣлаются нѣсколько ниже краевъ ящика. Иногда для большого освѣтленія воды, въ

отводящій воду желобъ, кладутъ пучки соломы, удерживаемые на мѣстахъ какими-нибудь перегородками или грузами.

Весьма интересный анализъ размѣровъ освѣтлительныхъ бассейновъ даетъ Ричардсъ. Допустимъ, говоритъ онъ, что мы имѣемъ три резервуара (рис. 149) слѣдующихъ размѣровъ: резервуаръ A — 75 ф. длиною и 3 фута шириною, резервуаръ B — 15 ф. длиною и 15 ф. шириною и резервуаръ C — 3 ф. длиною и 75 ф. шириною. Глубина всѣхъ трехъ резервуаровъ — 1 футъ. Общая площадь ихъ — 225 ф. кв. футовъ. Допустимъ, что всѣ названные резервуары получаютъ по 15 куб. ф. мути въ минуту. Тогда въ резервуарѣ A скорость теченія будетъ 5 ф. въ секунду, въ резервуарѣ B — 1 ф. и въ резервуарѣ C — 0,02.

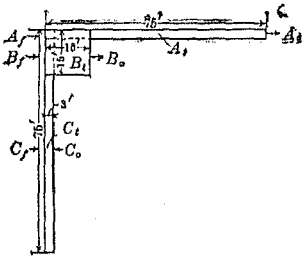


Рис. 149.

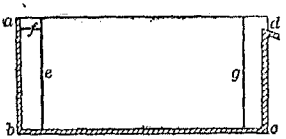


Рис. 150.



Рис. 151.

Очевидно, что въ смыслѣ возможности осѣсть для твердыхъ частицъ, подвѣшенныхъ въ водѣ, резервуаръ C лучше резервуара B, а этотъ послѣдній лучше резервуара A. Для того однако, чтобы выводъ этотъ осуществился на практикѣ, необходимо, чтобы теченіе мути по резервуару происходило равномѣрнымъ потокомъ по всему его сѣченію. Очевидно, что въ резервуарѣ C этого получить невозможно, въ резервуарѣ же A — очень трудно, вслѣдствіе этого лучше всего будетъ дѣйствовать резервуаръ B.

Твердыя частицы, осѣдающія въ горизонтальной струѣ воды (рис. 150 и 151), вообще говоря, должны двигаться по діагонали параллелограмма, одна сторона котораго ab представляетъ собой скорость паденія частицъ мути въ водѣ, другая же—ac скорость движенія воды, но возможность осѣданія ея на дно въ значительной степени можетъ быть увеличена, если заставить воду двигаться по пути $a\ b\ c\ d$. Для этой цѣли въ резервуаръ $a\ b\ c\ d$ вставляются желѣзныя продырявленныя стѣнки e и g. Вода, поступая у a, проходитъ черезъ сито f, поступаетъ въ отдѣ-

леніе *a f e b*, и затѣмъ черезъ отверстія въ *e*, приблизительно горизонтальными струями, двигается черезъ резервуаръ, пока, наконецъ, черезъ отверстія въ *g* не попадетъ въ отдѣленіе *f d c*, чтобы удалиться изъ резервуара черезъ стокъ *d*.

Если резервуаръ коротокъ, то отверстія въ верхнихъ частяхъ перегородокъ *e* и *g* закрываются, но лучше гораздо дѣлать резервуаръ болѣе длиннымъ и менѣе глубокимъ, какъ видно изъ слѣдующей таблицы.

Глубина. фут.	Длина. фут.	Отношеніе $\frac{a\,b}{a\,b\,c\,d}$
1	2,5	0,555
1	5,0	0,714
1	7,5	0,789
1	10,0	0,833
1	15,0	0,852

Если мы затѣмъ замѣтимъ, что чѣмъ меньше глубина резервуара, тѣмъ скорѣе можетъ достигнуть дна падающая въ ней твердая частица, то слѣдуетъ придти къ заключенію, что глубина резервуаровъ должна быть по возможности невелика. Ричардсъ совѣтуетъ ее дѣлать равной 1 футу.

Пользуясь своими изслѣдованіями подъ скоростями паденія различныхъ минераловъ въ зернахъ различной величины (см. стр. 107), Ричардсъ для расчета размѣровъ освѣтлительныхъ резервуаровъ даетъ слѣдующую таблицу, причемъ основывается на скоростяхъ паденія кварца, такъ какъ скорости паденія другихъ минераловъ, встрѣчающихся при обогащеніи рудъ, больше скоростей паденія кварца. Глубину резервуара онъ принимаетъ равной 1 футу, количество же мути, поступающей въ него въ 1 минуту—1 куб. футу.

Діаметръ частицъ кварца.	Скорость паденія въ сек.	Время, потребное для наден. на глуб. резервуара.	Резерв. 15 футовъ длин.		Квадратн. резервуаръ.	
			Ширина на кажд. куб. фут. мути въ секунду.	Скорость теченія въ секунду.	Длина и ширина на кажд. куб. ф. мути въ секунду.	Скорость теченія въ секунду.
мм.	мм.	секунд.	мм.	мм.	мм.	мм.
1,5	117	2,605	52,94	1755	491,9	189
1,2	100	3,048	61,94	1500	532,2	175
1,0	85	3,586	72,87	1275	577,2	161
0,9	77	3,958	80,43	1155	606,2	153
0,8	68	4,482	91,07	1020	645,3	144
0,7	60	5,080	103,2	900	687,0	135
0,6	51	5,976	121,4	765	744,9	125
0,5	42	7,257	147,5	630	821,1	113
0,4	33	9,236	187,7	495	926,3	100
0,3	22	13,86	281,5	330	1134	81,9
0,2	12	25,40	516,1	180	1536	60,5
0,1	4	76,20	1548,4	60	2661	34,9
0,075	3	101,60	2035	45	3072	30,2
0,050	2	152,40	3.97	30	3764	24,7
0,025	1	304,80	6194	15	5322	17,5

Цифры третьяго столбца этой таблицы получены дѣленіемъ глубины резервуара (1 ф. = 304,8 мм.) на цифры второго столбца, четвертаго же, умножая 1 куб. ф. (= 28316847 куб. мм.) на время, потребное для паденія, т.-е. на цифры 3-го столбца, и раздѣляя это произведеніе на произведеніе длины на глубину резервуара. Для полученія цифръ пятаго столбца длина резервуара (15 ф.) была раздѣлена на время (3-й столбецъ). Шестой столбецъ таблицы былъ полученъ умножая 1 куб. ф. (притокъ мути) на время (3-й столбецъ), раздѣляя это произведеніе на глубину резервуара и извлекая квадратный корень изъ частнаго. Седьмой столбецъ былъ полученъ какъ пятый.

Если требуется заставить осѣсть изъ мути мелкій матеріалъ другихъ размѣровъ, чѣмъ приведенные въ таблицѣ, то можно пользоваться слѣдующими выраженіями.

Пусть v будетъ скорость паденія (въ мм.) частицъ въ водѣ, а D — глубина резервуара въ мм. Тогда $\frac{D}{v}$ = времени (въ секундахъ), потребному для частицы, чтобы осѣсть на дно. Если затѣмъ L — длина резервуара въ мм., то

$$\frac{L}{\frac{D}{v}} = \frac{L\,v}{D} =$$

необходимая скорость теченія мути въ резервуарѣ въ секунду въ мм.

Назовемъ наконецъ W — ширину резервуара въ мм. и V — объемъ, въ литрахъ воды, поступающей въ секунду, тогда $W\,D\,\frac{L\,v}{D} = W\,L\,v =$ объему мути, которая можетъ поступать въ резервуаръ въ одну секунду,

а $$V = \frac{W\,.\,L\,v}{1\,000\,000}$$

Для цѣлей практики, основываясь на томъ, что наивыгоднѣйшей глубиной резервуара является глубина 1 футъ, Ричардсъ даетъ слѣдующую таблицу для резервуара въ 15 кв. футовъ.

Величина зеренъ, которыя нужно заставить осѣсть.	Количество мути, которое можно вводить въ резервуаръ въ 1 секунду.	Величина зеренъ, которыя нужно заставить осѣсть.	Количество мути, которое можно вводить въ резервуаръ въ 1 секунду.
мм.	куб. ф.	мм.	куб. ф.
1,5	83,36	0,4	24,36
1,2	73,82	0,3	16,24
1,0	62,74	0,2	8,86
0,9	56,84	0,1	2,953
0,8	50,20	0,075	2,214
0,7	44,29	0,050	1,476
0,6	37,65	0,025	0,738
0,5	31,00		

Осѣвшія въ освѣтлительныхъ резервуарахъ частицы мути въ общемъ могутъ оказаться содержащими значительныя количества металловъ и могутъ періодически итти въ переработку. Если вода, уходящая изъ освѣтлительныхъ резервуаровъ, недостаточно чиста, то скорость теченія воды въ нихъ слѣдуетъ уменьшить, увеличивъ число резервуаровъ, по которымъ распредѣляется муть изъ сортировочныхъ приборовъ.

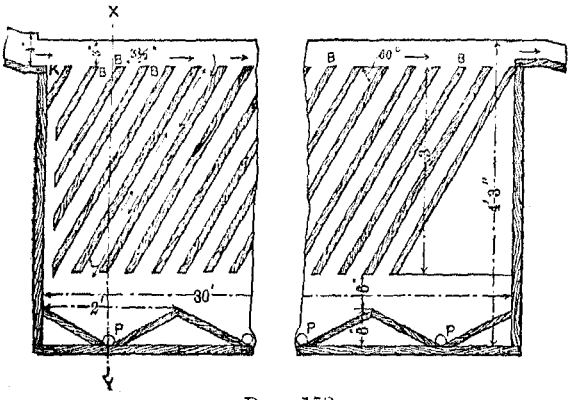


Рис. 152.

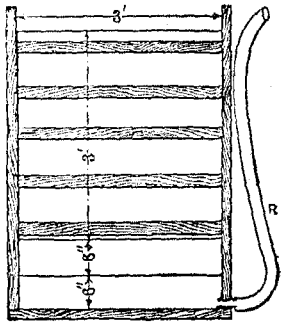


Рис. 153.

Само собой разумѣется, что въ теченіе извѣстнаго промежутка времени описанные резервуары наполняются осѣвшими въ нихъ частицами и должны періодически очищаться. Весьма интересное устройство освѣтлительнаго резервуара примѣнено, по Ричардсу, на одномъ изъ мексиканскихъ рудниковъ.

Оно (рис. 152 и 153) представляетъ собой деревянный ящикъ, въ которомъ подъ угломъ въ 60° къ горизонту, и на разстояніи $3^1/_2''$ другъ отъ друга укрѣплены перегородки. Движеніе мути показано стрѣлками. Удаленіе осѣвшихъ частицъ производится каждые четыре часа, черезъ резиновую трубку R ($^3/_4''$ діаметромъ), находящуюся обыкновенно въ положеніи, изображенномъ на рис. 153. Когда требуется удалить осѣвшія въ резервуарѣ частицы, конецъ трубки опускаютъ, и шламмъ вытекаетъ самъ собой. Поверхностная скорость теченія мути въ этомъ резервуарѣ равняется 7,5 фут. въ секунду. Муть въ среднемъ содержитъ 4,672% твердыхъ частицъ, вода же, уходящая изъ резервуара, всего 0,64%.

VIII.

Раздѣленіе сортовъ.

Раздѣленіе сортовъ, т.-е. раздѣленіе частицъ, составляющихъ шламмъ, по удѣльному вѣсу, производится на основаніи вышеизложенныхъ теоретическихъ соображеній, при чемъ выборъ приборовъ, употребляемый для этой цѣли, зависитъ отъ величины сортовъ, подлежащихъ раздѣленію.

1) Быстрые сорта, діаметры частицъ которыхъ заключаются въ предѣлахъ приблизительно отъ 1,5 до 0,5 мм., раздѣляются на отсадочныхъ рѣшетахъ, подобно наиболѣе мелкимъ классамъ, съ примѣненіемъ, конечно, постели.

2) Средніе и мелкіе сорта, діаметръ частицъ которыхъ менѣе 0,5 мм., раздѣляются на такъ-называемыхъ гердахъ, представляющихъ собой слабо наклонныя плоскости.

I. Отсадочныя рѣшета для быстрыхъ сортовъ.

Устройство отсадочныхъ рѣшетъ, употребляющихся для данной цѣли, въ общемъ совершенно подобно описаннымъ выше отсадочнымъ рѣшетамъ. Высота подъема поршня, конечно, незначительна (6—10 мм.), число же ударовъ поршня въ минуту около и болѣе 200.

Для удачнаго хода отсадки такихъ мелкихъ частицъ, изъ которыхъ состоятъ сорта, необходимо въ частности обратить вниманіе на слѣдующія обстоятельства.

Отдѣленіе — раздѣленіе — частицъ бо́льшаго удѣльнаго вѣса и равномѣрное движеніе, движеніе матеріала по ситамъ, облегчается спокойнымъ удаленіемъ съ послѣдняго сита остатковъ отъ отсадки—хвостовъ, для чего необходимо задержать воду въ отсадочномъ рѣшетѣ. Цѣли этой можно достигнуть, поставивъ рядомъ съ послѣднимъ ситомъ шпицлутту (рис. 154—155), порогъ впускного отверстія которой расположитъ выше поверхности послѣдняго сита.

Въ другихъ случаяхъ для достиженія той же цѣли надъ первымъ ситомъ отсадочнаго рѣшета устанавливается перегородка *b*, недоходящая на 25—50 мм. до сита и замедляющая доступъ шламма на сито.

Устройство шницлутты слѣдуетъ признать болѣе выгоднымъ, такъ какъ при немъ можно уловить часть мельчайшихъ частицъ руды и въ самой шницлуттѣ.

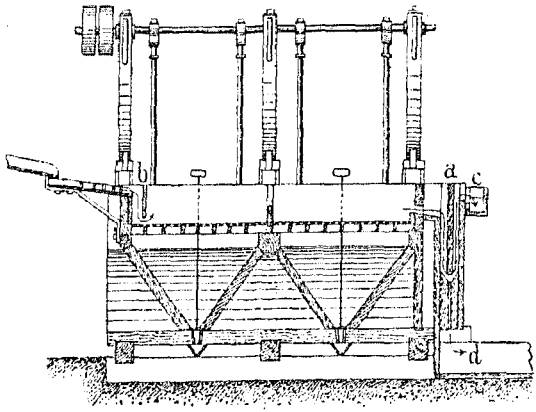


Рис. 154.

Во избѣжаніе нарушенія правильности самого процесса отсадки отъ переливанія шлamma изъ одного сита въ другое, сита располагаютъ не уступами, а на одномъ уровнѣ.

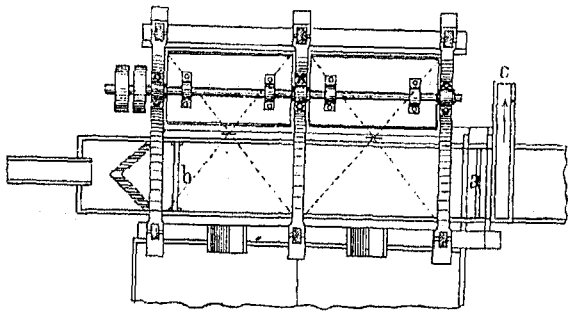


Рис. 155.

Поршни приводятся въ движеніе отъ эксцентриковъ, при чемъ устройство маховиковъ, вслѣдствіе малой величины подъема поршней и большого числа ударовъ ихъ, излишне.

Само собой разумѣется, что отсадка производится съ постелью. Риттингеръ даетъ для подобнаго отсадочнаго рѣшета съ 3 ситами слѣдующія данныя:

Расходъ силы—0,5 *HP*. Расходъ воды—100 литровъ въ 1 минуту, часовая производительность 0,095—0,11 куб. м. крупныхъ песковъ. При обработкѣ среднихъ песковъ производительность рѣшета уменьшается до 0,079—0,095 куб. м. въ часъ.

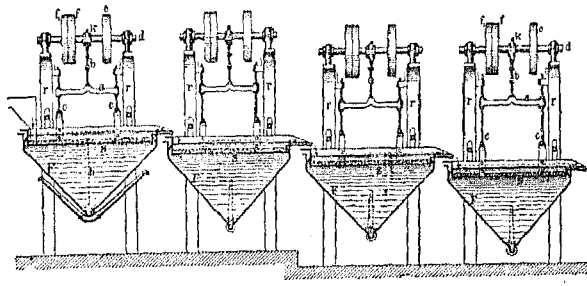


Рис. 156.

Что касается постели рѣшета, то въ дополненіе къ сказанному на стр. 159 и сл. можно привести слѣдующія данныя Kirschner'a.

При отсадкѣ среднихъ песковъ, постель дѣлается изъ зеренъ въ 2—3 мм. діаметромъ (круна), при чемъ толщина ея:

на 1 ситѣ—75 мм.	при	толщинѣ	лежащ.	на	ней	слоя	въ	40 мм.
„ 2 „	65	„	„	„	„	„	„	„	„	„	35	„
„ 3 „	50	„	„	„	„	„	„	„	„	„	25	„

Кромѣ отсадочныхъ рѣшетъ описаннаго выше устройства (съ неподвижнымъ ситомъ) для отсадки крупныхъ сортовъ примѣ-

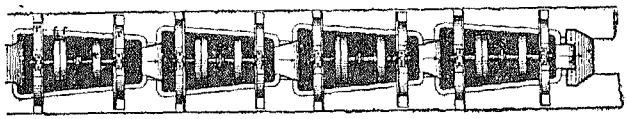


Рис. 157.

няются иногда отсадочныя рѣшета системы Бильгарца съ подвижными ситами, изображенныя на рис. 156 и 157.

Отдѣленія рѣшета *) расположены по отношенію другъ къ другу уступами. Каждое отдѣленіе состоитъ изъ желѣзнаго ко-

*) Каждое сито называется элементомъ, откуда и нѣмецкое названіе рѣшета Бильгарца: Elementen-Stauchsiebsetzmaschine.

рыта F, подвѣшеннаго между стойками z, при чемъ высота, на которой оно располагается, можетъ быть измѣняема.

Въ верхней части корыта находится сито s, подвѣшенное на штангахъ c (служащихъ въ то же время направляющими) къ коромыслу a, соединенному со штокомъ экцентрика k. f и f_1 — рабочій и холостой шкивы.

Высота подъема ситъ равняется приблизительно 5 мм. при 220 подъемахъ въ минуту.

По имѣющимся даннымъ описанный аппаратъ весьма удобенъ при работѣ, давая возможность регулировать отсадку, не останавливая работы. Онъ легко разбирается на части и оттого удобенъ для перевозки, что же касается его производительности, то о ней можетъ дать представленіе слѣдующій примѣръ.

Приборъ, состоявшій изъ 5 ситъ, давалъ при обработкѣ крупныхъ сортовъ (песка), состоявшихъ изъ колчедановъ и свинцоваго блеска: на первомъ ситѣ чистый свинцовый блескъ съ содержаніемъ свинца въ 60—70% и мышьяковистый свинцовый блескъ, какъ промежуточный продуктъ; на второмъ ситѣ получался богатый мышьяковый колчеданъ съ 35% As, на третьемъ ситѣ — убогій мышьяковый колчеданъ съ 20—25% As, на четвертомъ— сѣрный колчеданъ, на пятомъ же—цинковая обманка. Въ отвалъ поступала чистая пустая порода.

Сита имѣютъ трапецовидную форму. Шламмъ на нихъ поступаетъ по длиннымъ сторонамъ, по короткимъ же шламмъ переходитъ изъ сита въ сито.

Въ заключеніе слѣдуетъ упомянуть о кругломъ отсадочномъ рѣшетѣ системы Бильгарца (рис. 158—159), назначеніе котораго не полученіе окончательныхъ продуктовъ, а лишь обогащеніе сортовъ, которые затѣмъ идутъ на герды.

Устройство прибора слѣдующее: круглое рѣшето s состоитъ изъ 6 или болѣе отдѣленій, которымъ соотвѣтствуютъ пирамидальной формы корыта. Шламмъ поступаетъ на рѣшето черезъ щели въ желобѣ z.

Рѣшето приводится въ движеніе отъ вала и насаженнаго на немъ экцентрика l. Свинцовая гиря служитъ для уравновѣшенія вѣса рѣшета. Удѣленіе готоваго матеріала производится черезъ трубки a, пустая же порода удаляется черезъ центральный каналъ X.

Площадь рѣшета — 2,73 кв. м., высота подъема поршня — 5 мм., число подъемовъ поршня — 200—220 въ минуту, производительность — около $^1/_2$ куб. метра въ 1 минуту.

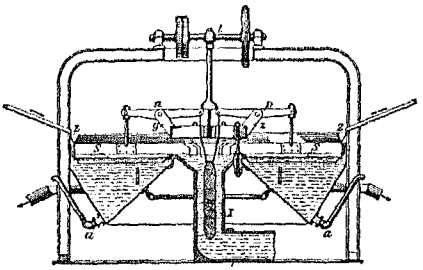


Рис. 158.

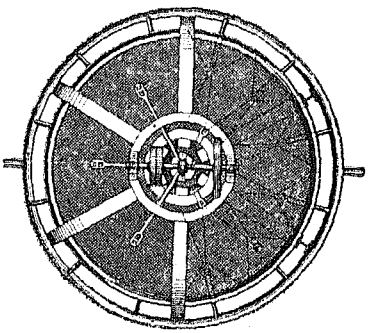


Рис. 159.

Что касается качества работы прибора, то оно видно изъ слѣдующаго примѣра:

Содержаніе.	Въ поступающемъ на рѣшето сортѣ.	Въ выходящемъ съ рѣшета матеріалѣ.
Серебра	0,0208%	0,045%
Свинца	5,32%	15%
Мышьяка	2,70%	4%
Сѣры	20,40%	25%
Цинка	10,9%	14%

2. Герды.

Герды, какъ сказано выше, служатъ для раздѣленія мелкихъ песковъ и муки и представляютъ собой болѣе или менѣе наклонныя плоскости.

Въ зависимости отъ того, является ли поверхность герда неподвижной, или подвижной, всѣ герды можно раздѣлить на 2 категоріи: I—неподвижные и II—подвижные герды.

Изъ различныхъ гердовъ, принадлежащихъ къ первой категоріи, опишемъ:

a) шламгердъ,

b) кергердъ,

c) круглый гердъ (рундгердъ) Линкенбаха.

Изъ гердовъ же второй категоріи опишемъ:

a) круглый гердъ,

b) штосгерды:

α. зальцбургскій,

β. венгерскій или шемницкій,

γ. Риттингера,

δ. Штейна,

ε. Барча.

c) Герды съ сотрясательнымъ движеніемъ:

α. Frue vanner'ы,

β. Столъ Вильфли.

Слѣдуетъ замѣтить, что работа на различныхъ гердахъ можетъ вестись или такимъ образомъ, что получающіеся на нихъ раздѣленные продукты (шлихъ) постоянно удаляются съ поверхности герда, или такъ, что шлихи остаются на поверхности герда, образуя слой, которому даютъ нарости до толщины 100—150 мм. Въ послѣднемъ случаѣ гердъ работаетъ періодически, въ первомъ же—постоянно, что, конечно, является болѣе раціональнымъ, почему герды новѣйшей конструкціи и устраиваются по этой системѣ.

Дѣйствіе гердовъ основано на законѣ, выражающемся извѣстной формулой

$$d\ (\delta - 1) = d_1\ (\delta_1 - 1).$$

Сортированную муть, такъ называемый шламмъ, представляющій собой, какъ мы видѣли выше, какой-нибудь сортъ, заставляютъ течь тонкимъ слоемъ по плоской поверхности герда. При этомъ каждая подвѣшенная въ этомъ слоѣ жидкости частица подвергается — если не говорить о дѣйствіи силы сцѣпленія — дѣйствію двухъ силъ: силы тяжести и давленія, оказываемаго текущей по герду жидкостью.

Результатъ дѣйствія обѣихъ этихъ силъ обнаруживается въ величинѣ пути, проходимаго частицами.

Въ теченіе того очень короткаго промежутка времени, которое имѣетъ въ своемъ распоряженіи частица, подвѣшенная въ текущемъ по герду тонкомъ слоѣ воды, частица большаго удѣльнаго вѣса, а, слѣдовательно, и меньшаго діаметра опередитъ въ своемъ паденіи частицу меньшаго удѣльнаго вѣса, но большаго

діаметра, и осѣвъ на поверхности герда перестанетъ *) подвергаться дѣйствію струи воды, текущей по поверхности герда въ то время какъ частица меньшаго удѣльнаго вѣса будетъ продолжать еще подвергаться этому дѣйствію. Поэтому эти послѣднія частицы, представляющія кромѣ того, вслѣдствіе большаго своего діаметра, большую поверхность дѣйствію воды, будутъ водою увлечены на большее или меньшее разстояніе, и, если поверхность герда не особенно велика, могутъ быть даже съ нея снесены, прежде чѣмъ успѣютъ упасть.

Такимъ образомъ, въ результатѣ дѣйствія герда поверхность его окажется покрытой поясами (зонами) частицъ одинаковаго удѣльнаго вѣса, каждый изъ которыхъ будетъ кромѣ того представлять собой, очевидно, какой нибудь опредѣленный классъ (такъ какъ на гердъ поступаютъ сорта).

Описанный ходъ операціи относился къ гердамъ съ неподвижной поверхностью, но онъ остается совершенно такимъ же и въ случаѣ, если поверхность герда подвижна съ тою только разницею, что здѣсь различіе въ скоростяхъ паденія зеренъ различнаго удѣльнаго вѣса еще больше, такъ какъ толчки, сообщаемые поверхности герда, вызываютъ пріостановки движенія жидкости, что безусловно благопріятно вліяетъ на раздѣленіе.

Кромѣ указаннаго, весьма существеннаго вліянія на процессъ раздѣленія на гердахъ, сотрясеніе ихъ имѣетъ еще и то значеніе, что уменьшаетъ вліяніе силы сцѣпленія, которая, какъ видно изъ сдѣланнаго описанія работы герда, является безусловно вредной.

Другимъ средствомъ для ослабленія вреднаго дѣйствія силы сцѣпленія является тщательная регулировка консистенціи поступающаго на гердъ шлама, а также удаленіе изъ сорта непринадлежащихъ къ нему частицъ, попадающихъ въ него механическимъ путемъ (вслѣдствіе увлеченія другими падающими частицами).

Сотрясенія поверхности гердовъ могутъ кромѣ того обусло-

*) Или, вѣрнѣе, будетъ въ меньшей степени, такъ какъ скорость движенія въ струѣ воды, очевидно, уменьшается по направленію къ поверхности герда.

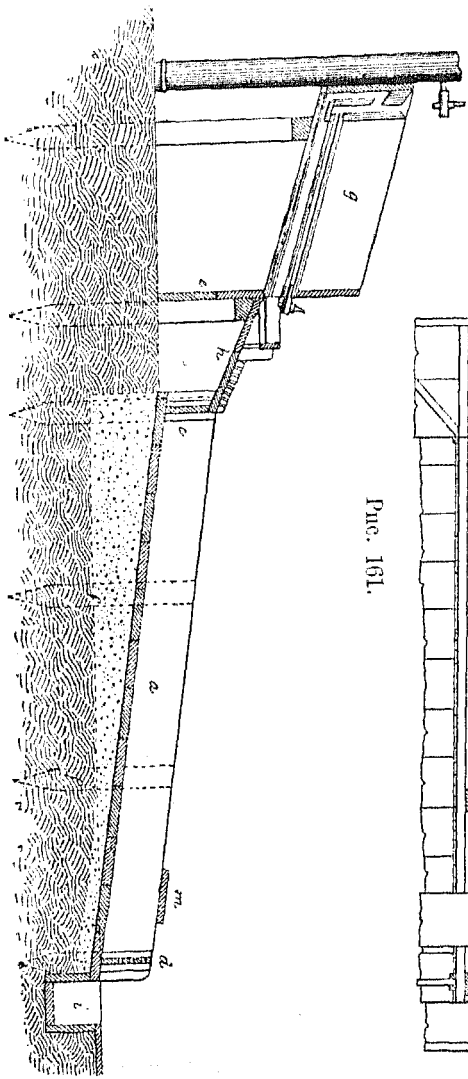


Рис. 160.

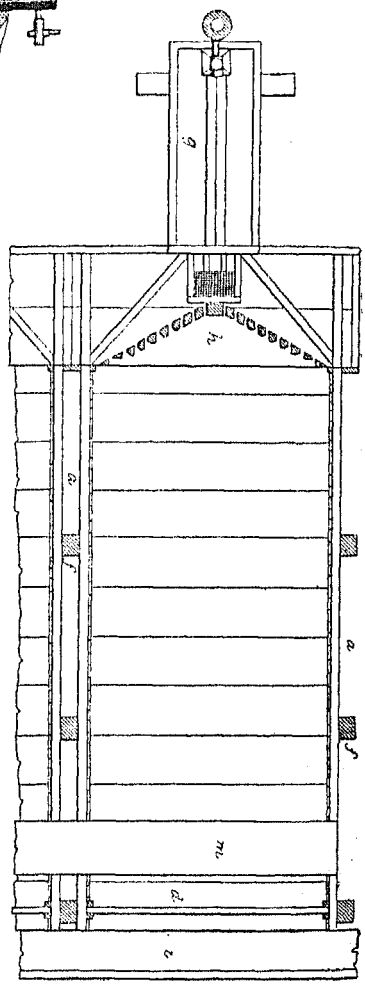


Рис. 161.

вливать то или другое движеніе осѣдающихъ на немъ частицъ по его поверхности, на гердахъ же, работающихъ періодически, они выравниваютъ и уплотняютъ получающійся на нихъ осадокъ.

I. Герды съ неподвижной поверхностью.

а) Шлеммгерды.

Шлеммгерды принадлежатъ къ категоріи періодически работающихъ гердовъ, вслѣдствіе чего въ настоящее время ихъ, несмотря на ихъ дешевизну, устраиваютъ лишь въ исключительныхъ случаяхъ. Нужно также принять во вниманіе, что и самая

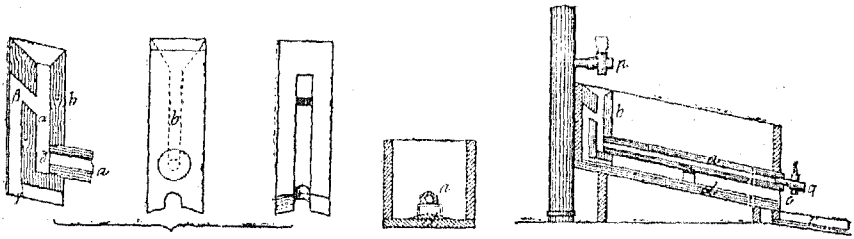


Рис. 162.

работа ихъ представляется мало совершенной по сравненію съ получаемыми на гердахъ другихъ конструкцій результатами.

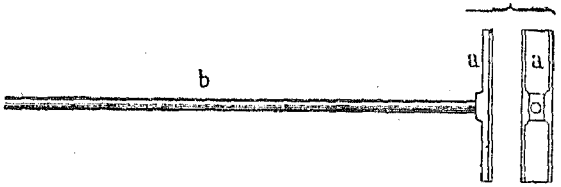


Рис. 163.

Шламмгердъ (рис. 160—161) представляетъ собой деревянный ящикъ, 12 футовъ длиною, со стѣнками въ 1—1,5 фута высотою, съ наклонно расположеннымъ дномъ (уклонъ 8—$12^1/_2$° въ зависимости отъ крупности шлам-ма).

Устройство его слѣдующее: Масса руды (сортъ, полученный на какомъ либо изъ описанныхъ приборовъ) помѣщается въ ящикъ *g*.

Въ этомъ ящикѣ по всей длинѣ его проходитъ брусъ *a*

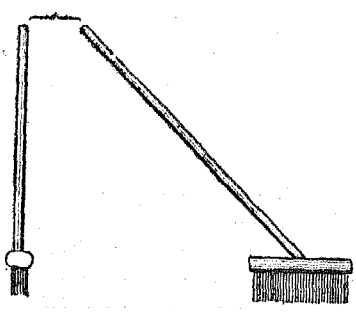


Рис. 164.

(рис. 162), съ заостренной верхней поверхностью. Вода потребная для образованіи съ рудою шламма поступаетъ изъ крана p и, входя по каналу $a\beta d$ въ ящикъ g, смѣшивается съ лежащей въ немъ рудою, образуя шламмъ, который и вытекаетъ изъ c. Для регулированія густоты шламма въ брусѣ a имѣется продольное отверстіе, закрываемое пробкой q, открывая которую, можно разжижить вытекающій изъ c шламмъ, если онъ густъ. Выйдя изъ c и пройдя черезъ сѣтку для удаленія случайно попавшихъ въ него посторонних тѣлъ, шламмъ поступаетъ на наклонную доску h, на которой укрѣпленъ рядъ баклушекъ, служащихъ для равномѣрнаго распредѣленія шламма по ширинѣ герда. Чтобы осѣдающій на днѣ герда шлихъ не сносился въ отводный желобъ i, въ нижнемъ концѣ герда устанавливается перегородка d съ отверстіями на различныхъ горизонтахъ. По мѣрѣ увеличенія толщины осѣвшаго слоя шлиха, отверстія эти закрываются. Рабочій во время работы стоитъ на доскѣ m и скребкомъ (рис. 163) разравниваетъ и уплотняетъ осѣдающій на днѣ герда шлихъ. Вмѣсто скребка можно употреблять также и щетку изъ металлическихъ прутьевъ (рис. 264).

Въ другихъ случаяхъ рабочій становится рядомъ съ шлеммгердомъ, который для этой цѣли располагается на нѣкоторой высотѣ надъ поверхностью, при чемъ такой шлеммгердъ получаетъ названіе шлеммграбена (рис. 165—166) *).

Ширина подобныхъ гердовъ обыкновенно равняется 5 футамъ, количество шламма, которое должно поступать на гердъ въ 1 минуту, равняется:

при быстрыхъ сортахъ . . . . 0,5 —0,7 куб. ф.
„ медленныхъ „ . . . . 0,10—0,12 „ „ ,

количество же руды въ 1 куб. ф. воды должно быть:

при быстрыхъ сортахъ . . . . . 50 фунтовъ
„ медленныхъ „ . . . . . 10 „ .

---

*) Устройство его въ принципѣ то же, что и у описаннаго герда, съ тою разницею, что вода приводится по желобу r и попадаетъ въ шламмграбенъ, переливаясь черезъ стѣнку a. Отверстіе o служитъ для удаленія избытка воды. Шламмъ поступаетъ на гердъ изъ ящика k. Ящики s служатъ для собиранія наиболѣе тяжелыхъ частицъ изъ уходящей съ герда мути.

Толщина, до которой даютъ нарости слою шлиха, колеблется отъ 9 до 10 дюймовъ. Когда это произойдетъ, притокъ шламма

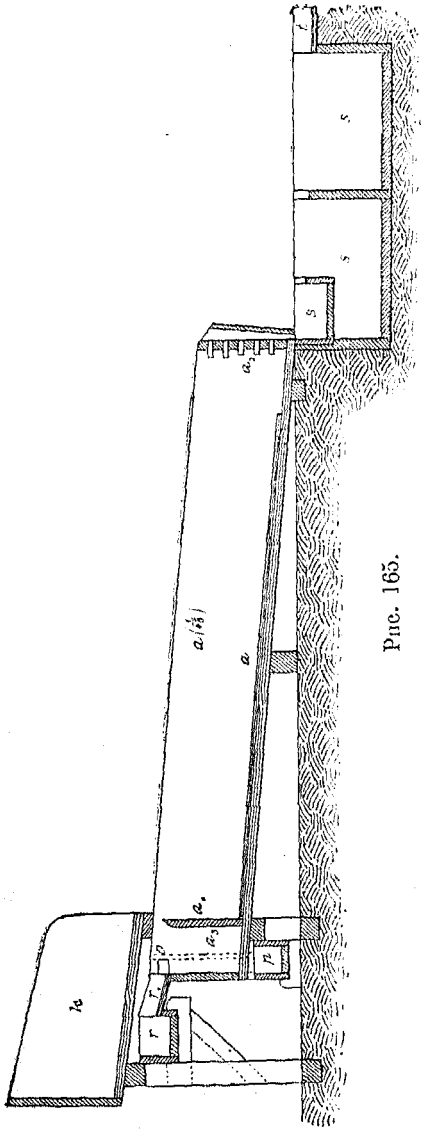


Рис. 165.

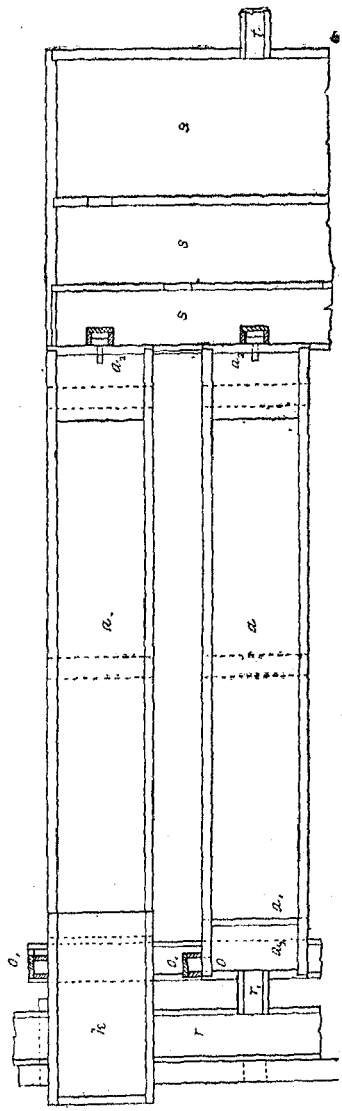


Рис. 166.

прекращаютъ, и, открывая постепенно отверстія доски d, даютъ стечь заключенной въ шлихѣ водѣ, послѣ чего снимаютъ шлихъ

съ герда, причемъ въ виду неоднороднаго по длинѣ герда состава шлиха, его по длинѣ раздѣляютъ на 10—12 частей каждую, изъ которыхъ снимаютъ отдѣльно и пускаютъ для дальнѣйшей обработки въ зависимости отъ ея количества.

Въ общемъ описанные герды представляютъ собой мало совершенныя устройства и пригодны для переработки лишь болѣе быстрыхъ сортовъ. Потеря металла въ нихъ достигаетъ 20—40%.

b) Кергердъ.

Дѣйствіе кергерда также періодическое: по слою шлиховъ, осѣдающему на немъ, не даютъ наростать до тѣхъ размѣровъ,

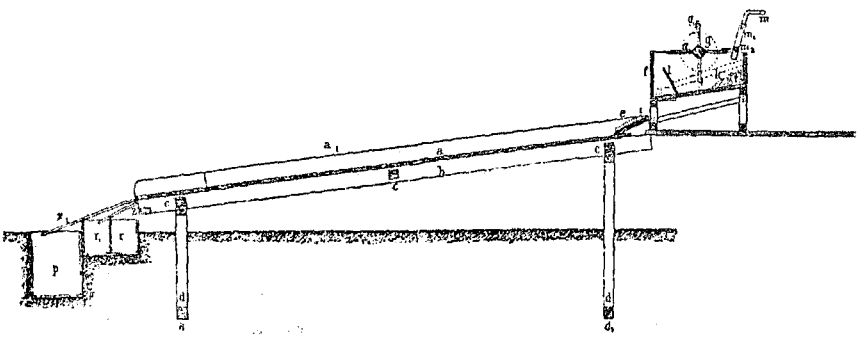


Рис. 167.

какъ на выше описанныхъ гердахъ: какъ скоро поверхность его покроется тонкимъ слоемъ шлиха, дальнѣйшій притокъ шламма на него прекращается, послѣ чего поступаютъ къ удаленію осѣвшихъ шлиховъ въ шлиховые зумпфы. Обстоятельство это имѣетъ значеніе въ томъ отношеніи, что поверхность герда остается равной и не измѣняетъ своей формы во время работы.

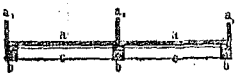


Рис. 168.

Двойной кергердъ изображенъ на рис. 167—169.

Каждый гердъ состоитъ изъ поверхности a, 5—7 м. длиною и 1,5 м. шириною, сдѣланной изъ хорошо сфугованныхъ и выстроганныхъ досокъ (около $1^1/_2''$ толщиною), прибитыхъ къ деревянной станинѣ деревянными же гвоздями. Поверхность каждаго герда ограничивается стоящими на ребрѣ досками a_1.

Равномѣрное распредѣленіе шламма по поверхности герда достигается при помощи распредѣлительной доски *e*, устанавливаемой въ головной (верхней) части герда, на которую и поступаетъ шламмъ. Этой доскѣ придается такой уклонъ, чтобы на ней не могло происходить осѣданія, заключающихся въ шламмѣ частицъ. Для песковъ уклонъ этотъ дѣлается около 24°, для муки же 10—12°.

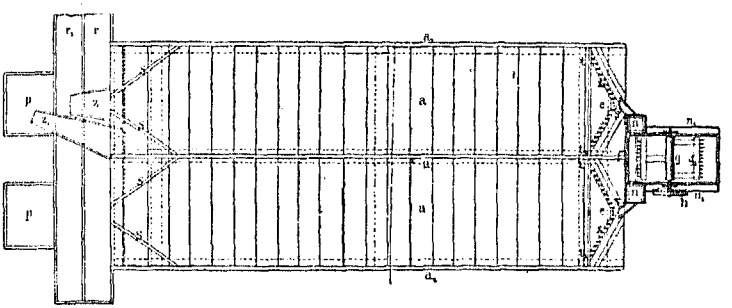


Рис. 169.

Къ поверхности доски *e* гвоздями прибиваются баклушки *x*, которыя ближайшимъ образомъ и служатъ для равномѣрнаго распредѣленія шламма по поверхности герда. Для облегченія достиженія этой цѣли, баклушки прибиваются такимъ образомъ, чтобы ихъ можно было поворачивать вокругъ, держащаго ихъ гвоздя. Шламмъ, раздѣленный по желобамъ *s* на двѣ равныхъ части, ударяется о баклушки 1 и затѣмъ уже распредѣляется далѣе между баклушками *x*.

Какъ мы видѣли при описаніи приборовъ, служащихъ для сортировки, настоящіе шламмы получаются лишь изъ шпицкастеновъ и шлицпуттъ. Въ случаѣ же сортировки, напримѣръ, въ желобахъ (на шлюзахъ) шламма, какъ извѣстно, не получается и получающійся сортъ представляетъ собой сухую или полусухую массу. Въ этихъ случаяхъ изъ этой массы, прежде чѣмъ пустить ее на гердъ, очевидно, нужно получить шламмъ, для чего ее слѣдуетъ разбавить надлежащимъ количествомъ воды, что и производится въ особой мѣшалкѣ.

Если частицы сорта мало связаны другъ съ другомъ, какъ это бываетъ въ рудномъ пескѣ, то для достиженія этой цѣли достаточно струи воды, направленной (сверху или снизу) въ массу сорта,

находящагося въ мѣшалкѣ, представляющей въ этомъ случаѣ простой ящикъ, расположенный нѣсколько выше упомянутой распредѣлительной доски герда.

Если же частицы сорта сильно слипаются, то одного дѣйствія струи оказывается недостаточнымъ. Въ этомъ случаѣ прибѣгаютъ къ устройству мѣшалки, изображенному на рис. 167 и 169.

Въ деревянномъ ящикѣ f на оси g укрѣплены лопаты g, съ желѣзными лезвіями, которыя и размѣшиваютъ при вращеніи вала g, лежащую на днѣ ящика рудную массу въ водѣ, поступающей по трубѣ m. Получающійся при этомъ шламмъ переливается черезъ доску l и поступаетъ въ ящики n, откуда и идетъ на распредѣлительную доску. Въ нижней части поверхность герда съуживается, въ видѣ трехугольника, досками s, что дѣлается для болѣе удобнаго улавливанія и дальнѣйшаго направленія стекающей съ него мути.

Работа герда распредѣляется на 3 періода:

1) обложеніе,
2) споласкиваніе,
3) очистка (смывъ).

Во время перваго періода по плоскости герда тонкимъ слоемъ пускается шламмъ, изъ котораго на гердѣ и осѣдаютъ рудныя частицы. Муть, содержащая пустую породу, стекаетъ съ герда и по желобу z_1 направляется въ резервуары p.

Продолжительность этого періода работы зависитъ, конечно, отъ содержанія въ шламмѣ шлиха, но въ среднемъ колеблется отъ 2 до 8 минутъ.

Если шлихи на поверхности герды садятся не ровнымъ слоемъ, образуя мѣстныя скопленія, то, не останавливая операціи, эти послѣднія разрыхляются и уничтожаются при помощи скребка (рис. 163).

Скребкомъ этимъ рабочій осторожно, стараясь не разрыхлять осѣвшихъ уже ровно частицъ, двигаетъ противъ теченія. Образовавшіяся скопленія разрыхляются, при чемъ, кромѣ того, слѣдуетъ замѣтить, что въ части шламма, уменьшающаго свою скорость, застаиваясь передъ скребкомъ, могутъ осѣсть тѣ мелкія рудныя частицы, которыя при нормальной скорости движенія были бы унесены.

По окончаніи перваго періода работы, приступаютъ ко второму—споласкиванію. Притокъ шламма прекращаютъ, и на гердъ пускаютъ тоже тонкимъ слоемъ чистую воду съ такой скоростью, чтобы изъ лежащаго на поверхности герда слоя шлиховъ могли быть удалены осѣвшія частицы меньшаго удѣльнаго вѣса. Стекающая во время этого періода съ герда вода содержитъ, вообще говоря, заслуживающее дальнѣйшей обработки количество рудныхъ частицъ и оттого собирается въ особый резервуаръ r_1.

Продолжительность второго періода работы—нѣсколько минутъ. Его считаютъ оконченнымъ, когда на поверхности герда покажется характерный цвѣтъ чистыхъ шлиховъ.

Во время третьяго періода работы производится удаленіе съ поверхности герда чистыхъ шлиховъ при помощи метлы, при чемъ на гердъ пускаютъ уже болѣе сильную струю воды. Получающіеся чистые шлихи собираются опять таки въ особые резервуары r при помощи подвижного желоба z. Удаленіе шлиховъ начинается съ головной части герда, если же желаютъ получить двѣ категоріи шлиховъ, то начинаютъ работу со средины герда, собирая сначала шлихи нижней его половины, а затѣмъ уже съ верхней части.

Успѣхъ работы на кергердахъ, кромѣ надлежащаго его устройства, существенно зависитъ отъ искусства и степени внимательности рабочаго.

По Риттингеру при устройствѣ кергердовъ слѣдуетъ руководиться слѣдующими данными:

1) Наклонъ плоскости кергерда, при минимальной его длинѣ въ 4 метра, долженъ быть

для песковъ . . . . . 10—12°
„ муки. . . . . 5—6°

2) Количество поступающаго на кергердъ шлямма въ минуту должно быть

для песковъ . . . . . 10—16 литровъ
„ муки. . . . . 3—4 литра, при чемъ

3) шламмъ долженъ содержать въ 10 литрахъ воды

песка . . . . . 25—30 клгрм.
муки. . . . . 9—16 „

4) Количество воды потребное въ минуту для споласкиванія лишь немного болѣе количества шлямма, прошедшаго въ то же

время черезъ гердъ, количество же воды потребное для смыва приблизительно въ 3 раза болѣе.

Если, напримѣръ, количество *шламма, поступающаго* на кергердъ въ 1 минуту изъ какого-либо прибора для сортировки, равняется a литровъ, время осажденія шлиховъ равняется 4 минутамъ, споласкиванія—2 минутамъ и смыва тоже—2 минутамъ, то согласно вышесказанному:

количество воды потребной для споласкиванія будетъ	$2\,a$ литровъ.
количество воды потребной для смыванія будетъ	$6\,a$
Всего	$8\,a$

Производительность кергерда, указанныхъ размѣровъ, можно принять равной (въ 10 часовъ): песковъ—около 0,8 t, муки—около 0,1 t.

c) Круглый гердъ (рундгердъ) Линкенбаха.

Въ то время какъ на описанномъ кергердѣ отложеніе на поверхности герда шлиха, споласкиваніе его и смывъ происходятъ послѣдовательно, на рундгердѣ (или, кругломъ гердѣ) Линкенбаха, эти операціи производятся одновременно рядомъ другъ съ другомъ.

Такимъ образомъ гердъ Линкенбаха является гердомъ непрерывно работающимъ.

Поверхность герда (рис. 170—171) a дѣлается изъ слоя (8 мм. толщиною) чистаго цемента на кирпичномъ или бетонномъ основаніи.

Поверхность слоя тщательно обтачивается по шаблону и отполировывается.

Поверхность герда неподвижна, вращающимися же частями прибора являются устройства, подающія на гердъ шламмъ и воду для споласкиванія и смыва.

Для вращенія этихъ устройствъ служитъ вертикальный валъ, вращающійся отъ червячнаго привода (d и c).

На валу b насажена втулка f, къ которой прикрѣплены 8 балокъ (спицъ) e, къ которымъ подвѣшиваются распредѣлитель g, споласкивающія брызгала h и смывающія брызгала i.

На этихъ же балкахъ e лежитъ резервуаръ k съ чистой во-

дой, которая поступаетъ въ него по трубѣ *l* съ регулирующимъ притокъ воды краномъ.

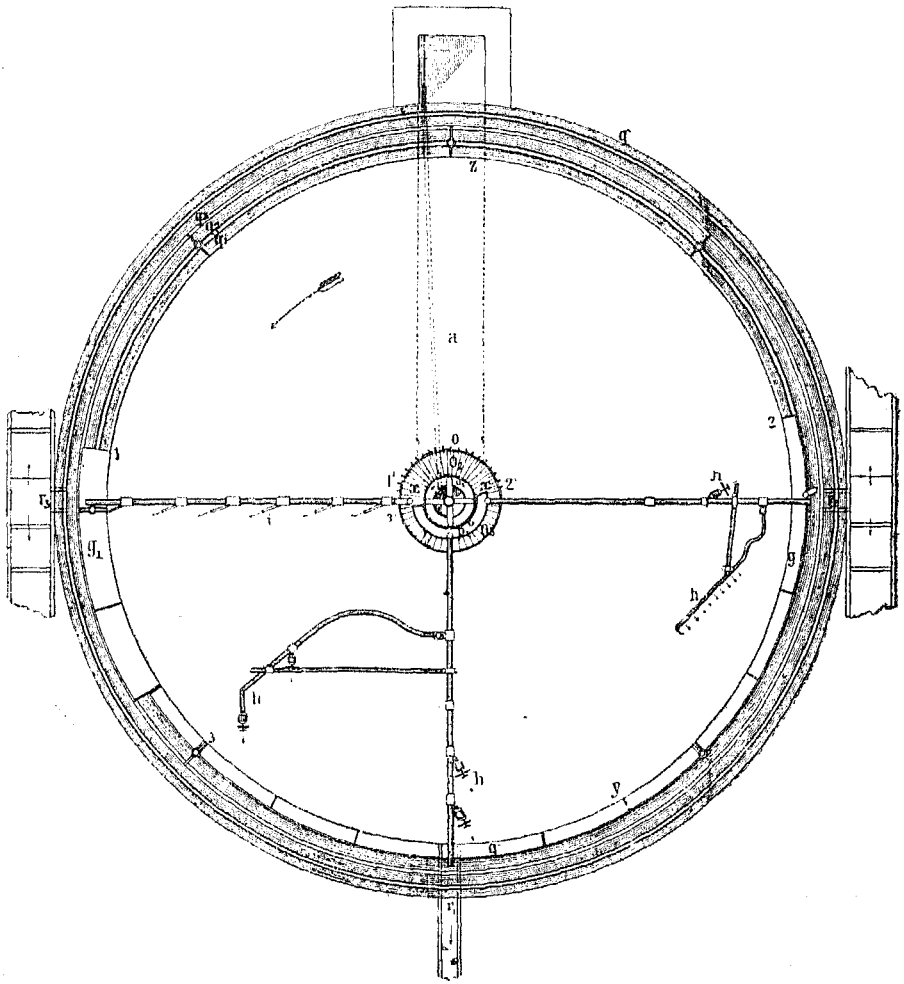


Рис. 170.

m — труба, подводящая шламмъ, проходящая подъ гердомъ по каналу *n* и выходящая въ шламовый ящикъ 0_1, окруженный цилиндрическимъ сосудомъ 0, часть котораго 0_2 служитъ для (рис. 170), распредѣленія шламма, другая же ($x0_3x$) для распредѣленія чистой воды.

q — желобъ для собиранія получающихся продуктовъ, идущій вокругъ всего герда. Вертикальными, концентрическими стѣнками онъ раздѣленъ на 3 части : q_1 — ближайшую къ герду — для пустой породы, q_2 — среднюю — для промежуточныхъ продуктовъ, и q_3 — для чистыхъ шлиховъ.

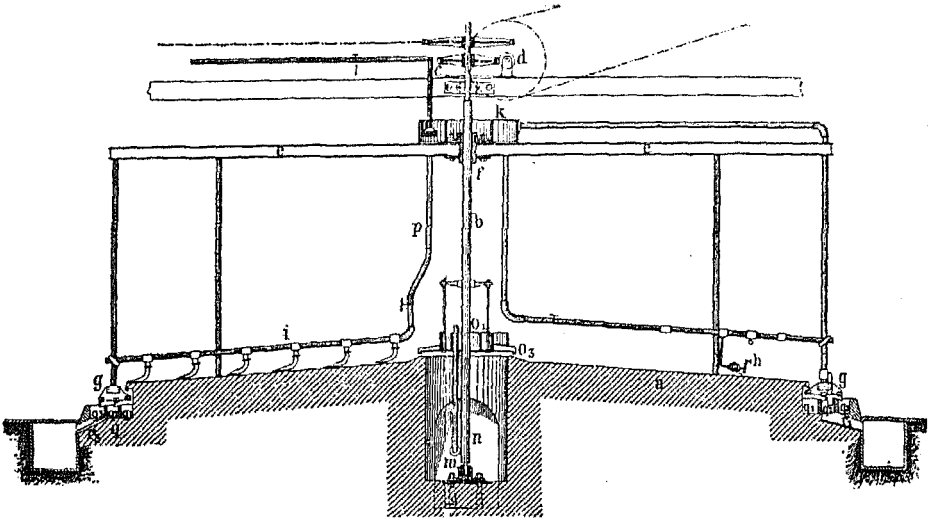


Рис. 171.

Въ этомъ желобѣ вращается, висящій на балкахъ l, упомянутый выше распредѣлитель g, представляющій собой какъ бы три концентрическихъ обруча, изъ углового желѣза.

Изъ желоба q_1 попадающая въ него пустая порода поступаетъ по желобу r_1, въ отвалъ. Промежуточные продукты изъ желоба q_2 удаляются по желобу r_2, шлихи же — по желобу r_3 (см. рис. 170).

Работа герда представляется въ слѣдующемъ видѣ:

Изъ шламмоваго ящика 0_1 шламмъ поступаетъ въ распредѣлитель шламмовъ 0_2, изъ котораго шламмъ вытекаетъ на гердъ, занимая на немъ соотвѣтственную величинѣ распредѣлителя площадь. Обыкновенно эта площадь составляетъ около $^3/_8$ всей площади герда. На рис. 170 эта площадь представлена площадью $1 - z - 2 - 2^1 - 1^1 - 1$.

Благодаря наклонному положенію площади герда изъ посту-

пившихъ на него шламмовъ, рудныя частицы осѣдаютъ, пустыя же уносятся водою и поступаютъ въ желобъ q_1.

Одновременно съ этимъ на площади $2 — y — 3 — 3^1 — 2^1 — 2$ происходитъ споласкиваніе отложившихся здѣсь передъ тѣмъ частицъ шлама водою, поступающей изъ распредѣлителя воды 0_3 и изъ брызгалъ h.

Для того, чтобы смываемый при этомъ промежуточный продуктъ могъ попасть въ предназначенный для него желобъ q_2, пространство между двумя ближайшими къ герду обручами перекрывается оцинкованнымъ желѣзомъ на всей той части (g) окружности распредѣлителя, на которой происходитъ сносъ съ герда промежуточнаго продукта.

Параллельно съ этой операціей на части герда $1 — 3 — 3^1 — 1^1 — 1$ происходитъ смывъ чистыхъ шлиховъ водою изъ распредѣлителя воды 0_3 и изъ брызгалъ i.

Для того, чтобы смываемыя съ герда шлихи попадали въ желобъ q_3 на соотвѣтственной части (g_1) распредѣлителя, оцинкованнымъ желѣзомъ перекрывается пространство между всѣми 3 обручами его.

При постоянномъ вращеніи надъ гердомъ подающихъ шламмъ и воду устройствъ (по направленію указанному стрѣлкою) работа герда идетъ безостановочно.

Вода, потребная для работы проводится, какъ уже сказано, по трубѣ l въ бакъ k, откуда по трубамъ p идетъ въ брызгала, трубка же p_1 питаетъ водою распредѣлитель 0_3.

Выше было сказано, что площадь, занятая подачей шламма, составляетъ около $^3/_8$ всей площади герда.

Приблизительно $^1/_8$ этой площади предназначается для споласкиванія промежуточныхъ продуктовъ и $^1/_8$ для смыва шлиховъ. Взаимоотношенія эти легко измѣнить, переставивъ только въ сосудѣ 0 перегородки x и измѣнивъ соотвѣтственно перекрытіе обручей распредѣлителя.

Что касается размѣровъ герда, то въ случаѣ полученія 3 продуктовъ, изобрѣтатель герда, Линкенбахъ, рекомендуетъ дѣлать діаметръ

герда для перваго сорта равнымъ	6,0	м.
„ „ второго „ „	6,5	м.
„ „ третьяго „ „	7—8,0	м.

Наклонъ поверхности перваго изъ этихъ гердовъ дѣлается равнымъ 1 : 9, для второго — 1 : 10 и для третьяго — 1 : 12.

Все устройство дѣлаетъ 1 оборотъ въ 2 — 4 минуты.

Количество твердыхъ частицъ въ шламмѣ, подаваемомъ на гердъ, не должно превышать $^1/_8$ — $^1/_{10}$ вѣса воды, въ которой они заключены, количество же шламма, поступающаго на гердъ въ минуту, можетъ доходить до 120 литровъ.

Расходъ промывной воды въ тоже время — 150 литровъ.

Расходъ силы — 0,1 *НР.*

Производительность:

герда для перваго сорта около 720 клг. въ часъ.
„ „ второго „ „ 660 „ „ „
„ „ третьяго „ „ 600 „ „ „

Фирма Humboldt, которой принадлежитъ нынѣ патентъ Линкенбаха опытнымъ путемъ дошла до нѣкоторыхъ улучшеній въ распредѣленіи промывной воды и шламмовъ по герду и строитъ въ настоящее время герды этой системы, данныя о которыхъ сгруппированы въ слѣдующей таблицѣ:

Діаметръ гердовъ . . . . . метры	7	8	9
Число оборотовъ гарнитуры въ минуту	$^1/_2$	$^1/_{10}$	$^1/_3$
Число оборотовъ червячнаго привода въ мин. .	45	40	35
Расходъ силы въ НР	$^3/_4$	1	$1^1/_4$
Расходъ воды въ минуту . . . . . литр.	180	200	220
Производительность герда въ часъ . . . . клгр.	3200	3600	4200
Вѣсъ металлической гарнитуры . . . . клгр.	3650	4150	4750

Гердъ Линкенбаха является однимъ изъ самыхъ совершенныхъ приборовъ для раздѣленія шламмовъ и въ короткое время получилъ очень широкое распространеніе.

Отличительными чертами его являются простота и дешевизна устройства и весьма совершенное качество работы.

Вышеописанный гердъ можетъ служить для полученія только одной категоріи шлиховъ, если же мы желаемъ полу-

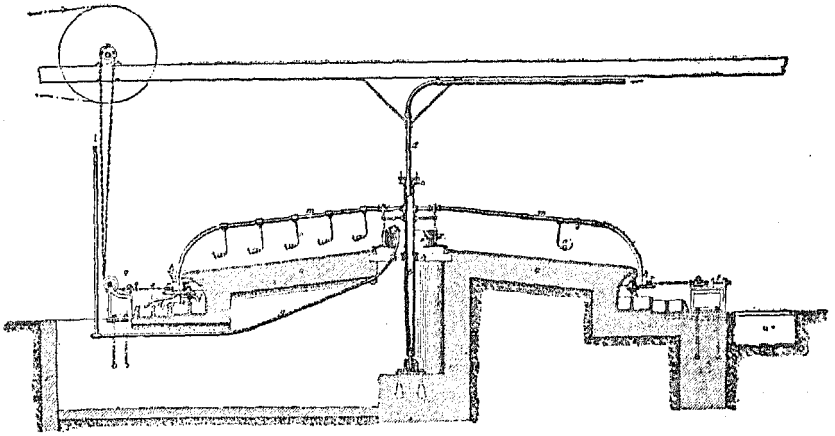


Рис. 172.

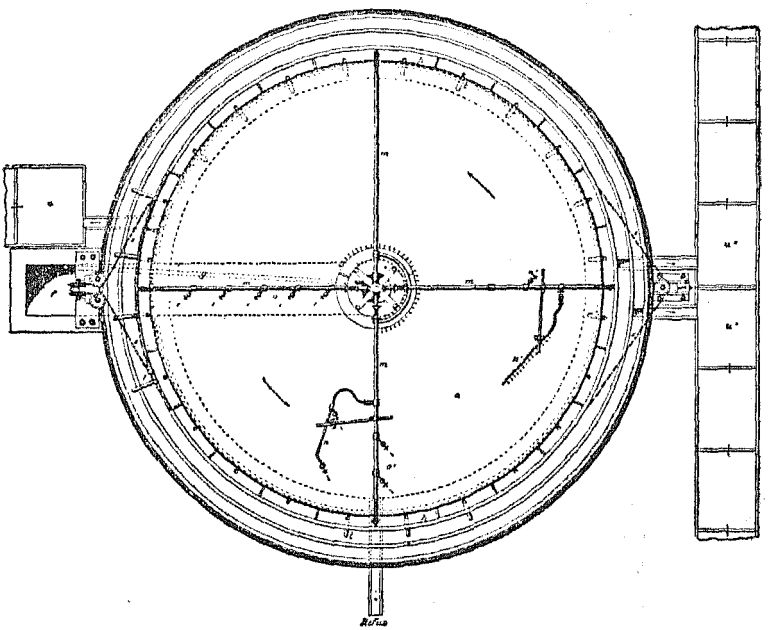


Рис. 173.

чать два сорта шлиховъ, то описанныя выше устройства герда Линкенбаха необходимо видоизмѣнить, какъ это показано на рис. 172 и 173.

Здѣсь *a*—неподвижный гердъ сдѣланный совершенно такъ же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, съ тою разницею, что пріемный желобъ отъ получающихся продуктовъ состоитъ не изъ 3, какъ въ предыдущемъ случаѣ, а 4 концентрическихъ отдѣленій, раздѣленныхъ перегородками.

Шламмъ по трубѣ *g* поступаетъ въ распредѣлитель *g*, часть котораго, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, служитъ распредѣлителемъ воды.

Распредѣлитель вращается вмѣстѣ съ пустотѣлымъ валомъ *b*, соединеннымъ сальникомъ *c* съ водопроводной трубкой *d*. На валу *b* насажены четыре трубчатыя крестовины съ подтрубками *n* и *n'* и брызгалами, назначеніе которыхъ таково же, какъ и въ вышеописанномъ аппаратѣ.

Съ другой стороны крестовины *m* прикрѣплены къ кольцеобразному желобу *h*, раздѣленному по окружности на 24 отдѣленія, каждое изъ которыхъ имѣетъ свою отводную трубку *l* соотвѣтственной длины для провода собирающагося въ ней продукта въ соотвѣтственную часть пріемнаго желоба. Работа ведется совершенно такъ же, какъ и въ описанномъ случаѣ, съ тою разницею, что здѣсь крестовины *m* вращаются не вслѣдствіе вращенія вала *b*, а вслѣдствіе вращенія желоба *h*, который для этой цѣли снабженъ колесиками *i*, катящимися по кольцеобразно изогнутому рельсу *k*. Движеніе свое желобъ *h* получаетъ отъ вала съ зубчатымъ колесомъ *p* посредствомъ безконечной цѣпи *s*, которая охватываетъ его по вѣнцу *r*. *t*—приборъ, служащій для натягиванія цѣпи. Неудобство гердовъ Линкенбаха состоитъ въ томъ, что они занимаютъ довольно значительное мѣсто, такъ какъ при раздѣленіи шламмовъ на три сорта въ правильно устроенной обогатительной фабрикѣ требуется имѣть по крайней мѣрѣ 3 герда, которые въ общемъ занимаютъ весьма значительную площадь.

Для устраненія этого обстоятельства Линкенбахъ предложилъ устраивать герды другъ надъ другомъ, причемъ получается устройство изображенное на рис. 174.

Здѣсь *a*—неподвижные герды, лежащіе на желѣзныхъ балкахъ *k*. Верхній изъ этихъ гердовъ имѣетъ діаметръ въ 6 м., второй—въ 6,5 м. и третій—въ 7 м., вслѣдствіе чего крупный сортъ раздѣляется на верхнемъ гердѣ, самый же мелкій—на ни-

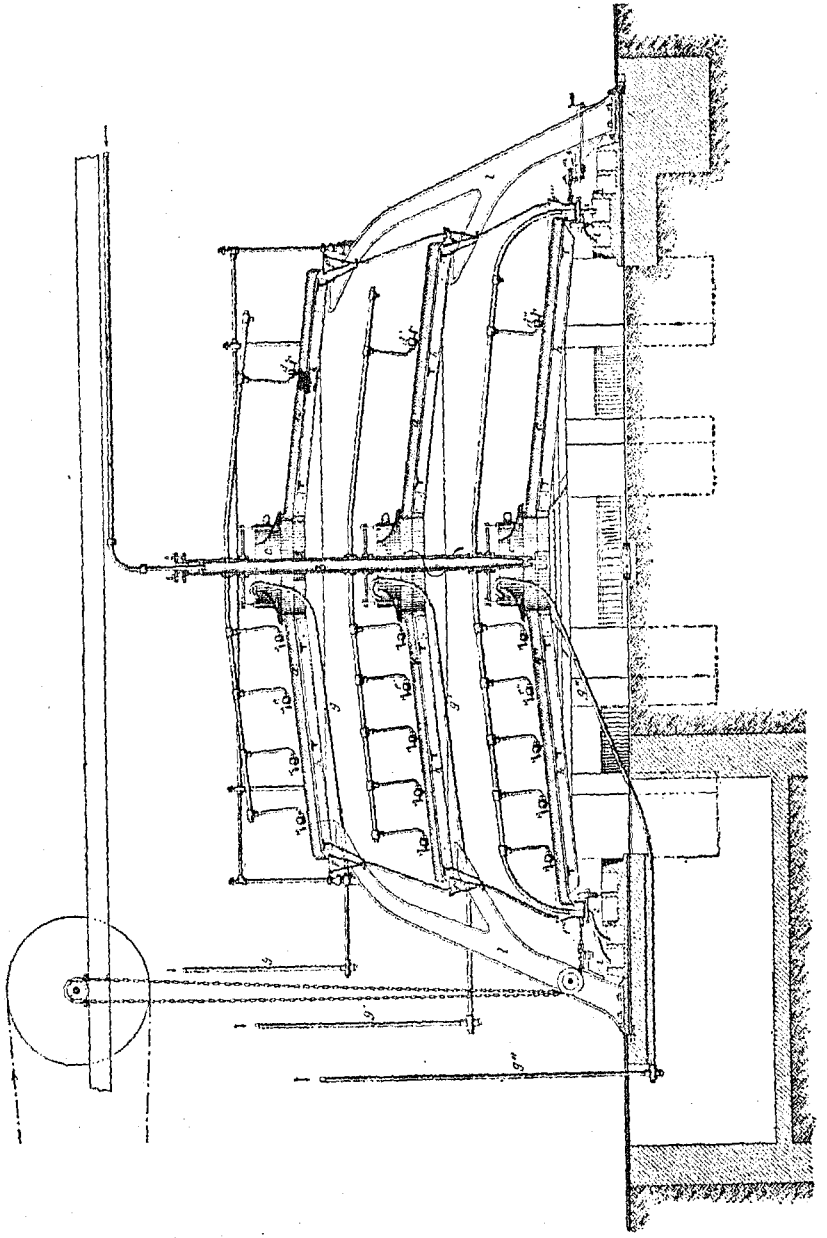


Рис. 174.

жнемъ. Каждый гердъ работаетъ самостоятельно, причемъ устройство его во всемъ подобно описаннымъ двумъ примѣрамъ, съ тою разницею, что пріемные желоба t для получающихъ продуктовъ у двухъ верхнихъ гердовъ неподвижны. Они раздѣлены на цѣлый рядъ отдѣленій, каждое изъ которыхъ снабжено трубкой, отводящей скопляющіеся въ ней продукты въ лежащей ниже желобъ (f въ f', f' въ f''). Желобъ f'' вращается и устроенъ совершенно такъ, какъ это было описано выше.

В. Герды съ подвижной поверхностью.

а. Круглый гердъ.

Устройство круглаго вращающагося герда изображено на рис. 175—176.

Здѣсь, въ противоположность описанному герду Линкенбаха[1]) вращается самый гердъ, сдѣланный изъ досокъ, лежащихъ на балкахъ b, которые въ свою очередь лежатъ на чугунномъ дискѣ e. Втулка послѣдняго d соединяется съ вертикальнымъ валомъ f, лежащимъ на подпятникѣ c и вращающимся отъ привода h—k.

l—кольцеобразный неподвижный пріемный желобъ, раздѣленный перегородками m на столько отдѣленій, сколько продуктовъ мы желаемъ имѣть, n и n'—отводные желоба для удаляющихся изъ пріемника l черезъ отверстія p продуктовъ.

r—дискъ для распредѣленія по поверхности герда шлама и воды, для чего онъ и раздѣленъ на два отдѣленія: r' и r''. s—желобъ, приводящій шламмъ, V—труба приводящая воду на распредѣлительный дискъ. Кромѣ того вода для споласкиванія и смыва шлиховъ поступаетъ на гердъ изъ трубки u, въ которую она приводится трубкою x, и изъ желоба t, въ который поступаетъ по трубкѣ w.

Работа герда, послѣ сказаннаго при описаніи герда Линкенбаха, не требуетъ поясненій.

Площадь герда, занятая поступленіемъ шламмовъ, какъ и у герда Линкенбаха составляетъ въ среднемъ около $^3/_8$ всей площади герда, площадь, занятая споласкиваніемъ—$^4/_8$ и площадь, на которой происходитъ смывъ шлиховъ—$^1/_8$.

---

[1]) Слѣдуетъ замѣтить, что вращающіеся герды существовали раньше герда Линкенбаха, и послѣднему и принадлежитъ честь остроумнаго нововведенія: вмѣсто тяжелаго герда заставлять вращаться легкія брызгала.

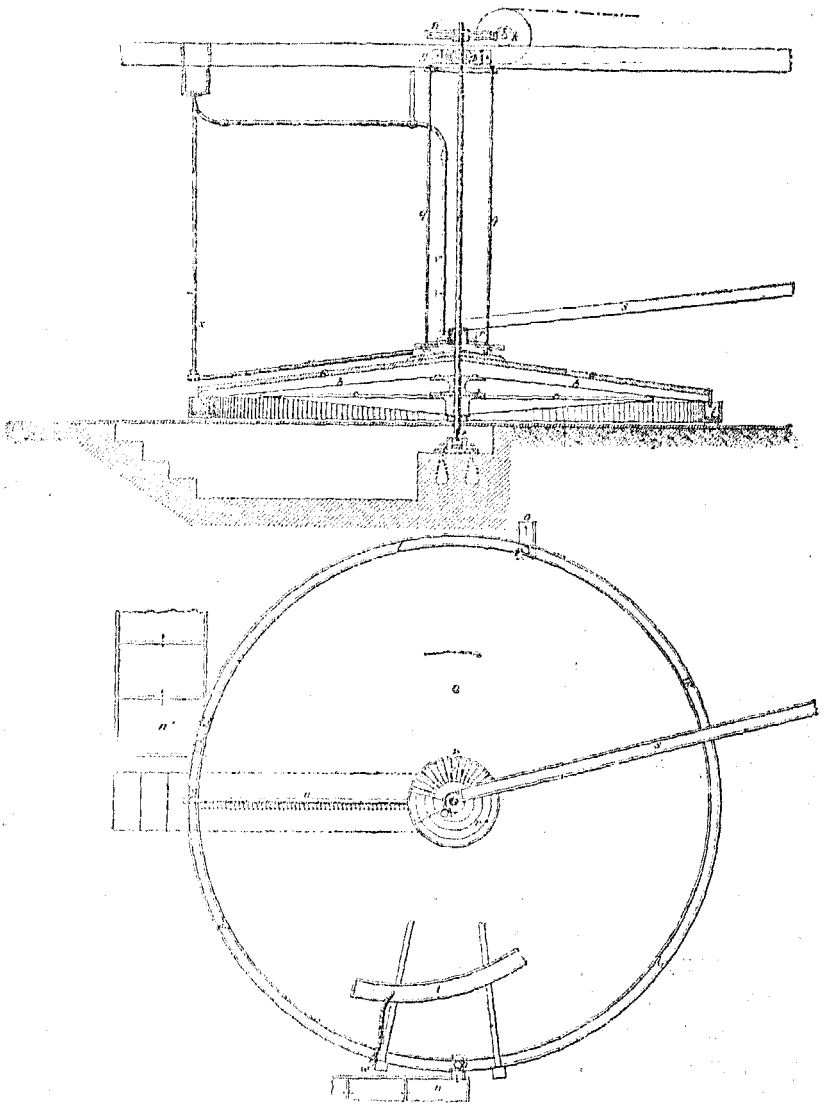


Рис. 175 и 176.

Въ зависимости отъ указаній практики соотношенія эти могутъ быть измѣнены.

Діаметръ описанныхъ гердовъ не дѣлается болѣе 5—5,5 мет-

ровъ, такъ какъ иначе вращеніе стола было бы слишкомъ затруднено.

Уклонъ поверхности гердовъ дѣлаютъ около $^1/_{10}$, $^1/_{11}$ или $^1/_{12}$ въ зависимости отъ крупности обрабатываемаго сорта.

Шламмъ, поступающій на гердъ, не долженъ содержать твердыхъ частицъ болѣе 8—10% вѣса воды.

Количество шламма, которое можетъ быть переработано на гердѣ, не должно превышать 40 литровъ въ минуту, причемъ производительность герда составляетъ приблизительно

при обработкѣ крупныхъ сортовъ—240 клм. сухого шлиха въ часъ
„ „ среднихъ „ —200 „ „ „ „ „
„ „ мелкихъ „ —180 „ „ „ „ „

Расходъ механической силы около 0,2 *HP*.

Слѣдуетъ замѣтить, что хотя діаметръ круглаго герда долженъ былъ бы прежде всего опредѣляться въ зависимости отъ количества и качества поступающихъ на него шламмовъ, при конструкціи гердовъ описанной системы соображеніями этого рода пользуются мало, особенно въ виду того, что замѣчено, что на гердахъ нѣсколько меньшаго діаметра, чѣмъ то требовалось бы теоріей, всетаки можно получить весьма чистый шлихъ, который въ качествѣ богатаго промежуточнаго продукта подвергаютъ вторичной обработкѣ.

Въ этомъ случаѣ первому герду придаютъ діаметръ въ 3 м., второму же въ 5—5,5 м.

При конструкціи гердовъ описанной системы необходимо обратить серьезное вниманіе на ихъ поверхность, которая должна быть абсолютно ровной. Кромѣ дерева ихъ дѣлаютъ изъ чугуна, иногда же изъ цемента.

Отливка изъ чугуна и ея послѣдующая отдѣлка обходятся очень дорого, цементная же поверхность герда врядъ-ли можетъ обойтись дешевле деревянной, вслѣдствіе чего послѣднюю и слѣдуетъ предпочесть.

Надо замѣтить, что описанные герды со времени изобрѣтенія герда Линкенбаха постепенно начинаютъ выходить изъ употребленія, такъ какъ благодаря неизбѣжному сотрясенію поверхности ихъ отъ вращенія, раздѣленіе шламмовъ на нихъ не можетъ быть произведено съ тѣмъ совершенствомъ, какъ на гердахъ Линкенбаха.

b. Штосгерды.

1. Продольные штосгерды.

Въ принципѣ всякій продольный штосгердъ, т. е. гердъ, испытывающій удары (а слѣдовательно и сотрясенія), въ продольномъ направленіи представляетъ собой (рис. 177—179) наклонную плоскость *c*, подвѣшенную на 4 штангахъ или цѣпяхъ *z* и z_1. Гердъ этотъ выводится изъ своего нормальнаго положенія кула-

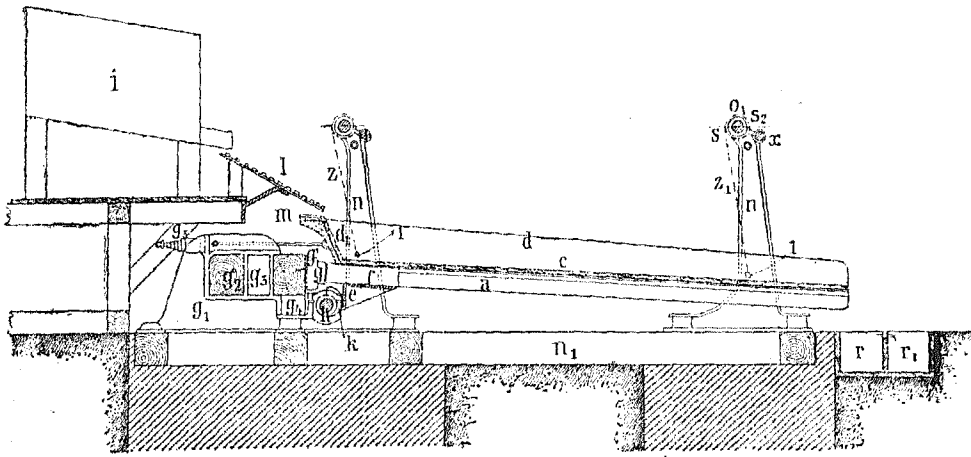


Рис. 177.

комъ *k* по направленію стрѣлки 1 и затѣмъ когда кулакъ *k*, вращаясь вмѣстѣ съ валомъ *h*, освободитъ его, онъ начинаетъ двигаться въ обратномъ направленіи. Не доходя, однако, до своего нормальнаго положенія, гердъ ударяется о боекъ *g*, причемъ получаетъ сильный толчекъ.

Толчекъ этотъ можетъ быть жесткимъ или эластичнымъ. Въ первомъ случаѣ за каждымъ подъемомъ герда слѣдуетъ всего одинъ ударъ, во второмъ же случаѣ—нѣсколько постепенно ослабѣвающихъ ударовъ. Число подъема гердовъ въ первомъ случаѣ, очевидно, можетъ быть больше, чѣмъ во второмъ.

Назначеніе удара, сообщаемаго герду—выровнить и уплотнить осѣвшій на его поверхности шлихъ, что и происходитъ слѣдующимъ образомъ. Въ движеніи герда внизъ (изъ положенія, въ которое привелъ его кулакъ) принимаютъ, конечно, участіе, и всѣ

осѣвшія на поверхности герда частицы шлиха, когда же вслѣдствіе удара о боекъ движеніе герда прекратится, то частицы шлиха, вслѣдствіе присущей имъ живой силы, стремятся это движеніе продолжать. При этомъ онѣ слегка перемѣщаются по на-

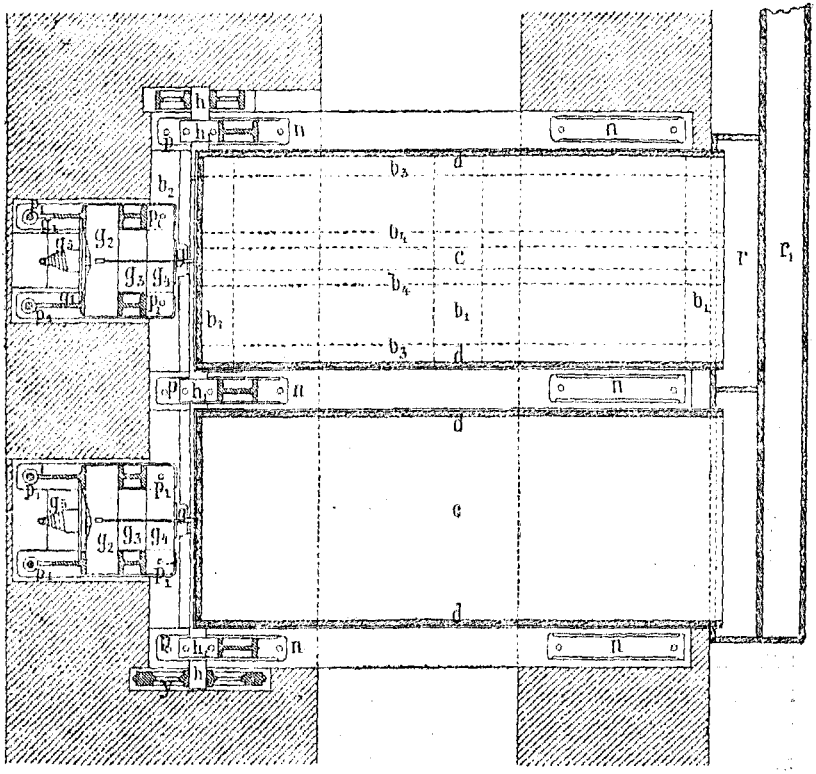


Рис. 178.

правленію къ головной части герда, прижимаются другъ къ другу и въ концѣ концовъ образуютъ на поверхности герда плотную массу, имѣющую въ продольномъ сѣченіи видъ треугольника к совершенно ровную поверхность. Масса эта при правильной работѣ герда настолько плотна, что текущій по ней шламмъ не оставляетъ никакихъ слѣдовъ на ея поверхности. Живая сила, которой должны обладать частицы въ моментъ остановки движенія герда внизъ, зависитъ, конечно, отъ высоты h_1, на которую поднимается гердъ кулакомъ.

Пусть (рис. 180), OB штанга длиною r_1, на которой подвѣшенъ гердъ, B—точка поверхности герда, находящагося въ по-

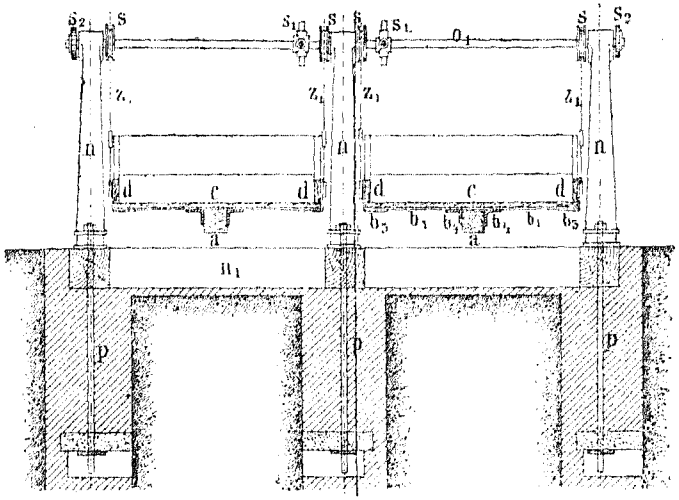


Рис. 179.

ложеніи искусственнаго покоя, т. е. когда онъ упирается о забоекъ g, и O—точка вращенія штанги. Пусть затѣмъ OO_1—перпендикуляръ, соотвѣтствующій положенію штанги въ естественномъ ея положеніи. Тогда при нажимѣ кулака гердъ, а слѣдовательно и точка B, передвигается впередъ на горизонтальное разстояніе $DC=a$ и поднимается въ тоже время на высоту $DB=h$, описывая дугу BC.

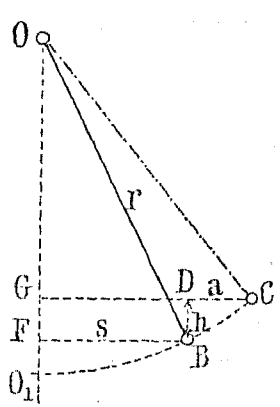


Рис. 180.

Обозначимъ наконецъ $FB=1$ величину горизонтальное проекціи штанги OB.

Тогда $$BD = h = OF - OG = \sqrt{r^2 - s^2} - \sqrt{r^2 - (s+a)^2}.$$

На практикѣ величина h варіируетъ отъ 3 до 23 мм.

Упомянутая проекція BF называется напряженіемъ герда, и отъ нея очевидно зависитъ величина спокойнаго давленія, оказываемаго гердомъ въ его спокойномъ состояніи

на боекъ. Давленіе это имѣетъ значеніе въ томъ отношеніи, что отъ него зависитъ характеръ удара, который получается болѣе жесткимъ, если это давленіе больше, и болѣе легкимъ, если давленіе это меньше.

На практикѣ стараются конструировать гердъ такимъ образомъ, чтобы можно было измѣнять величины r, s, и a въ зависимости отъ указаній работы.

Примѣромъ продольнаго штосгерда съ жесткимъ ударомъ можетъ служить такъ называемый зальцбургскій штосгердъ (рис. 177 и 179).

Желѣзная рама, въ которой лежитъ деревянный гердъ c съ бортами d, состоитъ изъ двухъ продольныхъ частей (изъ углового желѣза) b_3, у которыхъ въ верхней части герда имѣются цапфы, за которыя гердъ подвѣшивается на цѣпяхъ или штангахъ z и z, и изъ трехъ поперечныхъ полосъ b_1 изъ плоскаго желѣза.

Головная часть герда ограничена наклонной плоскостью (деревянной) d_1, на которую поступаетъ шламмъ съ распредѣлительной доски m.

Къ рамѣ герда снизу посредствомъ уголковъ b_4 прикрѣпленъ ударный брусъ a, защищаемый отъ изнашиванія при ударахъ „башмакомъ“ f. Кромѣ того къ ударному брусу прикрѣпленъ палецъ e изъ углового желѣза.

На этотъ палецъ дѣйствуетъ кулакъ k, укрѣпленный на вѣсу h_1,

Форма кулака дѣлается по спирали Архимеда съ коэффиціентомъ равнымъ длинѣ хода.

Обратное движеніе герда—возвращеніе его въ состояніе покоя—происходитъ отъ его вѣса, но можетъ быть ускорено посредствомъ устройства пружины g_5.

Боекъ состоитъ изъ чугунной станины g_1 съ фундаментными болтами p_1, въ которую вставлены деревянныя балки g_2, g_3 и g_4, къ послѣдней изъ нихъ и прикрѣпляется собственно рабочая часть бойка g_1.

Весь гердъ, какъ уже сказано, виситъ на двухъ парахъ штангъ или цѣпей z и z_1, длину которыхъ можно въ извѣстныхъ предѣлахъ измѣнять посредствомъ гайки.

Нижнюю часть герда удобно подвѣшивать на штангахъ, соединенныхъ съ цѣпями, перекинутыми черезъ блоки S_1, насажен-

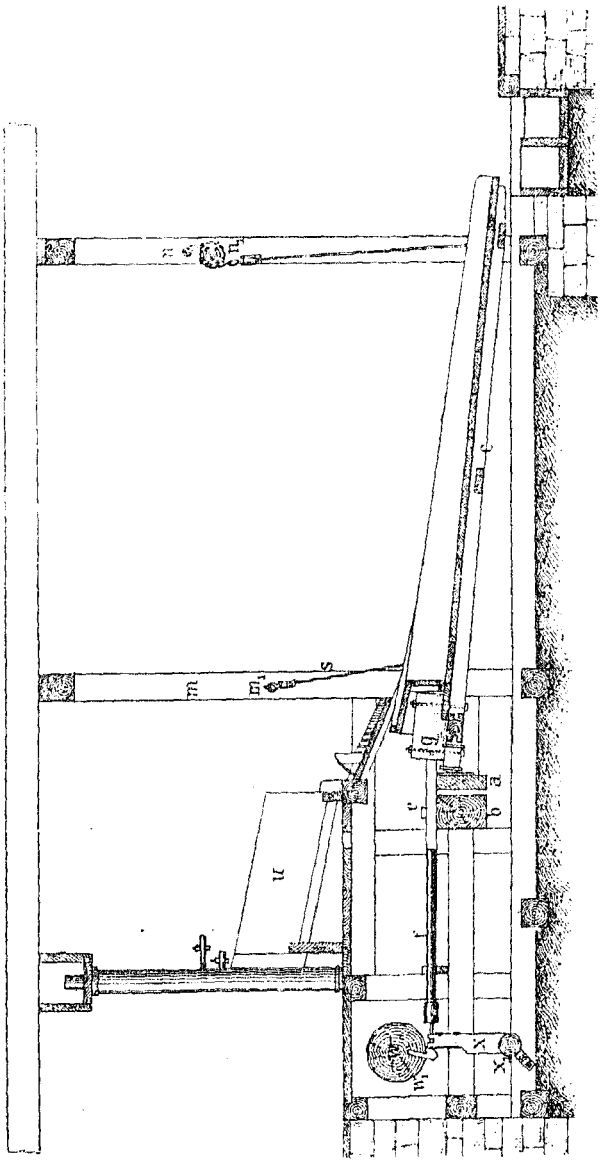


Рис. 181.

ные на желѣзномъ валу O_1. Вращая посредствомъ втулки s_1 этотъ валъ, причемъ поворотъ этотъ сохраняется храпчаткой S_2 съ

собачкой x_1, можно, очевидно, понижать или повышать нижнюю часть герда.

Если матеріалъ, идущій на штосгердъ, не представляетъ собой надлежащей консистенціи шламма, то шламмъ приготовляютъ въ ларѣ *i* подобно тому, какъ это было описано на стр. 211.

Въ Австріи и Венгріи длина штосгерда описанной конструкціи дѣлается 3,8 м., ширина же—1,6 м., въ то время какъ въ Саксоніи длина его доходитъ до 4,2 м., при ширинѣ 1,4 м. Примѣромъ продольнаго штока герда съ эластичнымъ ударомъ можетъ служить Шеминицкій штосгердъ (рис. 181—182), отличающійся отъ только что описаннаго штосгерда тѣмъ, что въ немъ боекъ *a* (изъ деревяннаго бруса) въ 60 мм. толщиною эластиченъ, для чего между нимъ и брусомъ *b* оставляется зазоръ въ 30—40 мм.

Выдвиганіе герда впередъ производится валомъ W_1 съ пальцемъ *w*, который дѣйствуетъ на вращающійся на оси x_1 рычагъ *x*. Рычагъ этотъ соединенъ со штангой *f*, двигающейся въ направляющихъ *e* и нажимающей на башмакъ *g* ударнаго бруса *c*.

Расходъ механической силы въ описываемыхъ штосгердахъ измѣняется во время работы ихъ — по мѣрѣ накопленія шлиха— отъ $^1/_2$ до 1*HP*, что же касается производительности ихъ, то она колеблется отъ 110 до 150 килограммовъ шлиха въ часъ въ зависимости отъ крупности обрабатываемаго сорта.

На гердъ, шириною въ 1,6 м., можно подавать въ минуту:

шламма, содержащаго рудный песокъ . . 16 — 22 литра
„ „ рудную муку . . . . . 3,2 — 4,4 „

при чемъ содержаніе рудныхъ частицъ въ шламмахъ можетъ быть:

при пескахъ. . въ 10 литр. воды 3,5 — 7 клгр. руднаго песка
„ мукѣ . . . въ 10 „ „ 0,87 — 1,7 „ „ „

Толщина слоя шлиха, которому даютъ образоваться на гердѣ— 160 — 210 мм.

Время потребное для такого наполненія герда:

при обработкѣ песковъ . . . 2 — $2^1/_2$ часа
„ „ муки. . . . . 8 — 9 часовъ.

Число ударовъ, сообщаемыхъ герду, зависитъ отъ величины рудныхъ частицъ (крупности сорта) и характера удара (жесткій, эластичный).

При жесткомъ ударѣ: 1) при обработкѣ песковъ величина выноса герда (*a* на рис. 180) — 60 мм., число выносовъ въ минуту — 80. 2) при обработкѣ муки величина выноса 30 мм., число выносовъ въ минуту — 100.

При эластичныхъ ударахъ: 1) при обработкѣ песковъ величина выноса 70 мм., число же выносовъ въ минуту — 12, при чемъ вслѣдствіе эластичности удара послѣ каждаго выноса происходитъ около 10 вторичныхъ ударовъ. 2) при обработкѣ муки величина выноса всего 15 мм., при числѣ выносовъ = 18, при чемъ послѣ каждаго выноса слѣдуютъ 5 — 6 вторичныхъ ударовъ.

Въ среднемъ на 3 штосгерда задолжаются 2 рабочихъ.

Уклонъ поверхности герда при пескахъ дѣлается около 5°, при мукѣ — 2°. Такъ какъ осѣдающіе на герда шлихи измѣняютъ въ теченіи работы первоначальный уклонъ (см. стр. 230), то нижній конецъ герда приходится во время работы приподнимать, какъ это было сказано выше.

2. Поперечные штосгерды:

Къ поперечнымъ штосгердамъ относятся тѣ герды, направленіе удара (сотрясеніе) которыхъ направлено перпендикулярно къ направленію движущейся по поверхности герда струи шлямма. Изъ гердовъ этой категоріи опишемъ штосгердъ Риттингера (рис. 182 — 185). Гердъ этотъ состоитъ изъ висящей на цѣпяхъ (или штангахъ) наклонной плоскости *A* (рис. 183), на которую по желобу *t* поступаетъ струя шлямма такой силы, что не позволитъ осѣсть на поверхности герда не только безрудному, но и рудному частицамъ шлямма.

Если сообщать такому герду перпендикулярно къ линіи его наклона (а слѣдовательно и теченію шлямма aa_1) рядъ постоянно повторяющихся ударовъ о боекъ *p*, пуская въ то же время по желобамъ *ww* на поверхность герда струи воды со скоростью приблизительно равной скорости теченія шлямма, то частицы шлямма подъ вліяніемъ этой струи и удара расположатся на поверхности герда параболическими сегментами въ зависимости отъ своего удѣль-

наго вѣса и размѣра, при чемъ и произойдетъ требующееся намъ раздѣленіе шламма.

Въ самомъ дѣлѣ, пусть мы имѣемъ двѣ равнопадающихъ частицы свинцоваго блеска (a) и пустой породы (b), одновременно поступающія на поверхность герда (рис. 182). Въ первыя мгновенія, слѣдующія за этимъ моментомъ, и прежде, чѣмъ произойдетъ ударъ герда, эти частицы будутъ подвергаться лишь дѣйствію струи воды, причемъ по извѣстнымъ уже намъ причинамъ частица пустой породы пройдетъ большій путь, чѣмъ частица свинцоваго блеска, и прійдетъ въ положеніе b_1 въ то время какъ частица свинцоваго блеска будетъ находиться еще въ точкѣ a_1.

Послѣдующій ударъ герда, вызывая въ частицахъ образо-

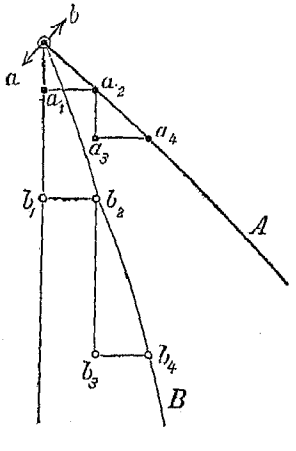


Рис. 182.

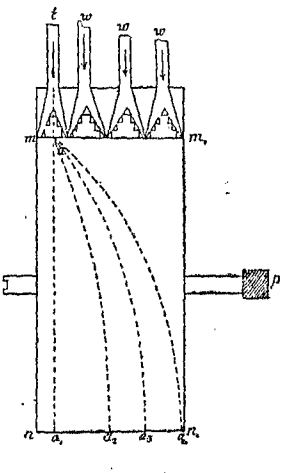


Рис. 183.

ваніе живой силы, приведетъ ихъ въ положеніе a_2 и b_2. Въ слѣдующій моментъ и подъ вліяніемъ слѣдующаго удара частицы прійдутъ въ положенія a_4 и b_4, при чемъ въ концѣ концовъ каждая изъ нихъ опишетъ свою опредѣленную параболу, въ зависимости же отъ колебаній въ величинахъ и удѣльныхъ вѣсахъ среди частицъ каждаго продукта раздѣленія (пустая порода, промежуточный продуктъ и чистые шлихи) всѣ эти продукты расположатся на поверхности герда параболическими сегментами (рис. 183) и будутъ уходить съ герда черезъ нижнюю его кромку.

Для уловленія каждаго получающагося продукта слѣдуетъ очевидно поставить только противъ частей a_1 a_2, a_2 a_3 и a_3 a_4 соотвѣтственные пріемники.

На практикѣ изложенная идея поперечнаго штосгерда осуществляется въ слѣдующемъ видѣ.

На рис. 184, 185 изображенъ двойной штосгердъ Риттингера, состоящій изъ двухъ гердовъ a и a_1, изъ дерева или чугуна.

Къ нижней поверхности этихъ гердовъ прикрѣпленъ дубовый брусъ h, на концы котораго одѣты чугунные цилиндрическіе башмаки h_1 и h_2. Въ башмакъ h_2 вставляется кромѣ того ударникъ h_3, который ударяется о боекъ r.

Гердъ подвѣшенъ, съ извѣстнымъ уклономъ къ нижней части, на четырехъ штангахъ b, длину которыхъ можно регулировать гайками c.

Движеніе сообщается герду отъ вала d съ кулакомъ e, который нажимаетъ на ударную штангу g, упирающуюся въ выступъ k_1 башмака h_2. При нажимѣ кулака на штангу g, гердъ, очевидно, передвигается вправо (на рисункѣ), при чемъ посредствомъ штока k, съ дискомъ i, вставленнаго въ башмакъ h, сжимаетъ пружину i, упирающуюся въ дискъ s. Когда, вслѣдствіе вращенія вала d, кулакъ e освободитъ штангу g, гердъ быстро устремится занять свое нормальное положеніе, въ чемъ ему будетъ содѣйствовать пружина i, и ударится ударникомъ о боекъ r.

Ширина каждаго изъ гердовъ a a_1 — 1,15 м., длина же — 2,4 м.

Наклонъ герда къ нижнему концу въ случаѣ обработки песковъ — 6^0, а въ случаѣ обработки муки — 3^0.

Число движеній (выдвиганій) герда въ минуту колеблется при обработкѣ песковъ между 70 и 80 при величинѣ выноса въ 65 мм., при обработкѣ же муки увеличивается до 90—100, при величинѣ выноса всего 20—25 мм.

При очень мелкой мукѣ число движеній можно увеличить еще болѣе — до 120—140 въ минуту.

Поворачивающія баклушки g_1 служатъ для улавливанія удаляющихся съ герда продуктовъ.

Скорость, съ которой происходитъ движеніе (выдвиганіе) герда, колеблется въ предѣлахъ отъ 0,15 до 0,25 м.

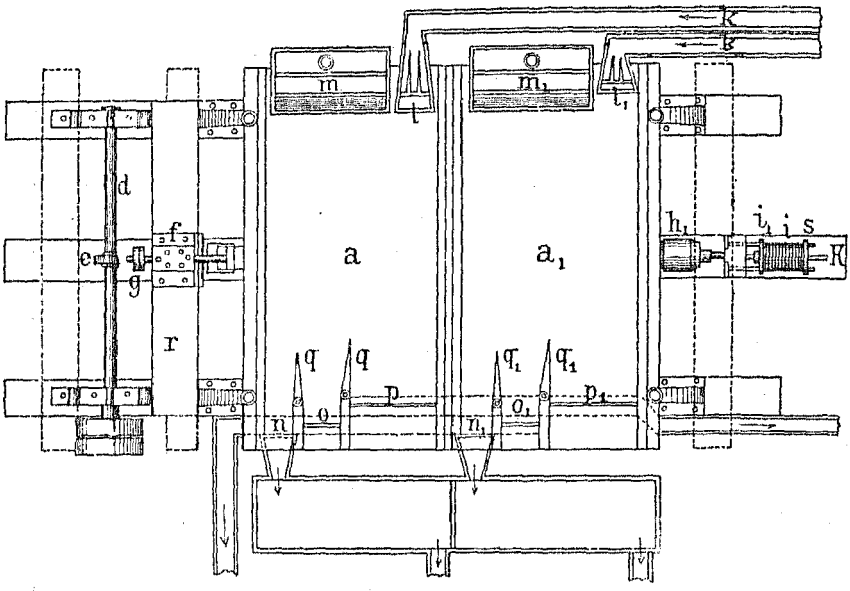


Рис. 184.

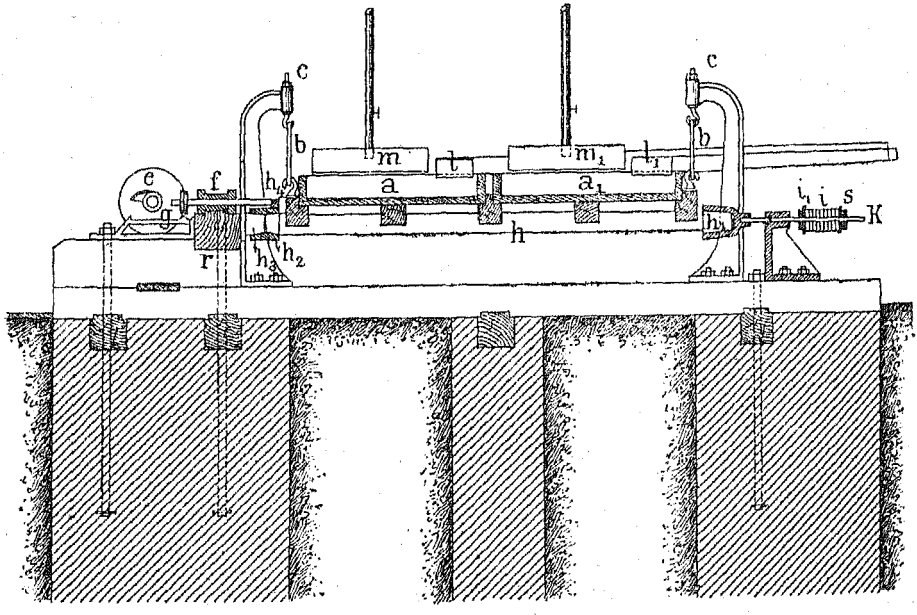


Рис. 185

Всѣ эти величины, очевидно, легко регулировать соотвѣтственными измѣненіями діаметровъ вала и кулака.

Ширина струи шламма, поступающей на гердъ, не должна быть болѣе 0,31 м., количество же шламма, поступающаго въ одну минуту на гердъ, равняется:

при пескахъ. . 6—10 литр. при содерж. тверд. част. въ 2,6 кг.
„ мукѣ . . . 3—4 „ „ „ „ „ „ 1,0 „

Расходъ воды въ минуту на одномъ гердѣ составляетъ въ среднемъ 20 литровъ, хотя при обработкѣ крупныхъ сортовъ оно можетъ быть существенно больше.

Расходъ силъ на описанный двойной гердъ—около 0,5*HP*, причемъ для ухода за гердомъ требуется 1 рабочій.

Производительность одного герда въ часъ составляетъ при обработкѣ песковъ въ среднемъ 110 клгрм., при обработкѣ же муки—всего 20 клм. По Линкенбаху каждый гердъ можетъ дать въ часъ: 72 клг. сухихъ шлиховъ изъ быстрыхъ сортовъ, 45 клг. изъ среднихъ сортовъ и 25 клг. изъ медленныхъ сортовъ.

Описанные штосгерды представляютъ собою весьма совершенные механизмы для раздѣленія шламмовъ, и при умѣломъ обращеніи съ ними можно получить на нихъ превосходные результаты.

Проф. С. Г. Войславу удавалось на гердахъ Риттингера весьма полно раздѣлять даже такія трудныя для обогащенія руды, какъ руды Зыряновскаго рудника.

Какъ на недостатки гердовъ Риттингера указываютъ на сравнительно большой расходъ силы и малую производительность, а также и на то, что успѣхъ работы на этихъ гердахъ существенно зависитъ отъ вниманія рабочаго, который долженъ имѣть въ виду цѣлый рядъ обстоятельствъ, такъ какъ уже небольшія измѣненія въ консистенціи шламмовъ, поступающихъ на гердъ, количествѣ чистой воды, числѣ и характерѣ ударовъ вредно отражаются на работѣ герда.

Къ преимуществамъ гердовъ Риттингера слѣдуетъ отнести сравнительную простоту ихъ устройства.

Въ то время, какъ на описанныхъ гердахъ Риттингера движеніе шламма происходило по длинѣ герда, удары же въ перпендикулярномъ къ нему направленіи, на штосгердахъ (столахъ)

Вильфли, по длинѣ герда происходитъ ударъ, въ перпендикулярномъ же къ нему направленіи, т.-е. поперекъ герда — движеніе мути.

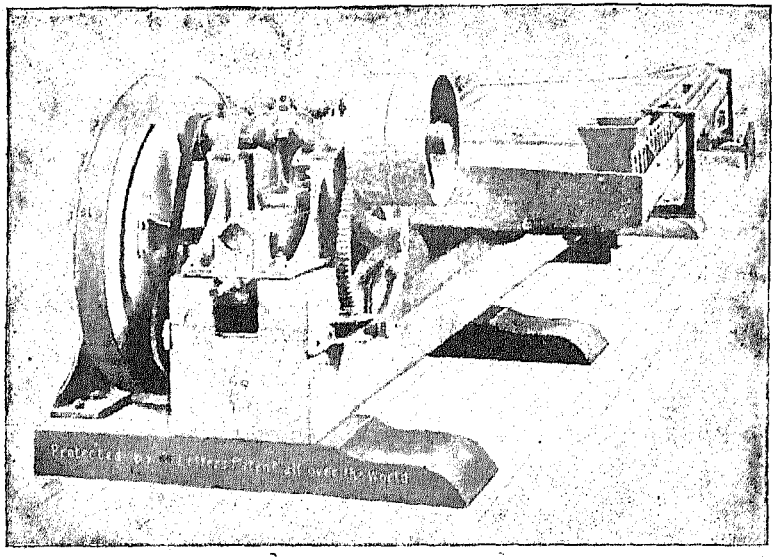


Рис. 186.

Штосгерды, или, какъ ихъ чаще называютъ, столы Вильфли (Wilfley), изобрѣтенные всего въ 1901 г., получили благодаря

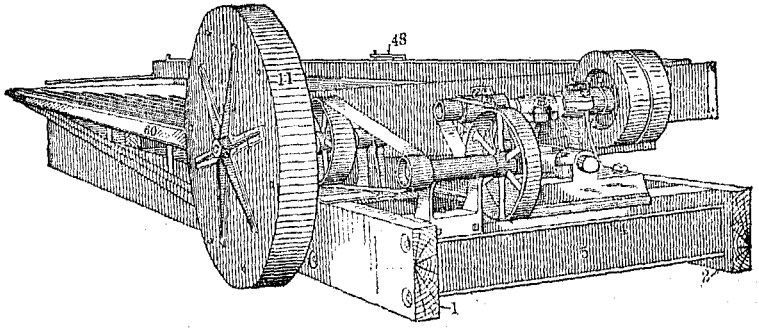


Рис. 187.

совершенству ихъ работы быстрое распространеніе, совершивъ настоящее тріумфальное шествіе по всей Америкѣ, гдѣ въ теченіе 5 лѣтъ было поставлено болѣе 500 штукъ ихъ.

Столъ Вильфли и детали къ нему изображены на рис. 186—191. Столъ, т. е. самый гердъ (рис. 188), дѣлается изъ сфугован-

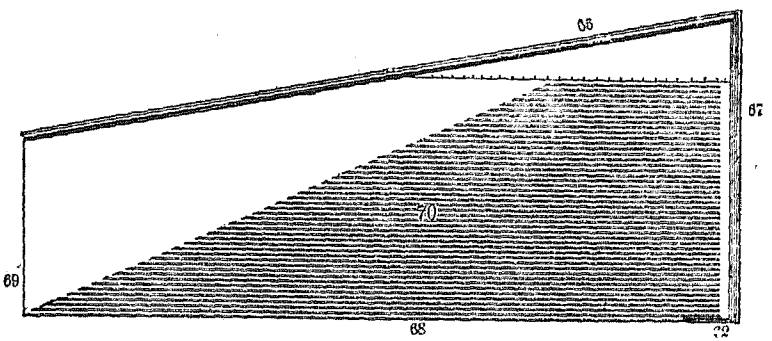


Рис. 188.

ныхъ деревянныхъ досокъ, покрытыхъ линолеумомъ. Длина стола — 16 футовъ, ширина въ задней части (67) — 7 ф., въ головной же части (69) — 4 ф.



Рис. 190.

На линолеумѣ прибитъ цѣлый рядъ (на рисункѣ число ихъ 46) параллельныхъ деревянныхъ брусковъ (70) $^1/_2$ дюйма толщиною съ промежутками между ними въ $^7/_8$ дюйма. Длина верхняго бруска — 4 фута, нижняго же почти 16 футовъ. Всѣ они оканчиваются, не доходя около 3 дюймовъ до задняго края герда, противоположные же ихъ концы располагаются по діагонали, благодаря чему поверхность герда раздѣляется на двѣ части: обогащающую и промывающую. Высота брусковъ у задней части герда около $^1/_4$ дюйма и идетъ, уменьшаясь до нуля, къ противоположному его концу.

Чѣмъ больше возвышаются бруски надъ поверхностью линолеума, тѣмъ легче они, очевидно, могутъ задерживать тяжелыя рудныя зерна, вслѣдствіе чего нижніе бруски (т. е. болѣе длинные) дѣлаются немного выше другихъ брусковъ, причемъ это увеличеніе высоты происходитъ постепенно, но въ этомъ направ-

вленіи нельзя переходить извѣстнаго предѣла, такъ какъ иначе можетъ произойти засореніе пространства между брусками.

Столъ (гердъ) устанавливается съ легкимъ уклономъ отъ головной части (69) къ хвостовой (67), который на всю длину его составляетъ всего $^1/_2$ дюйма. Поверхность между кон-

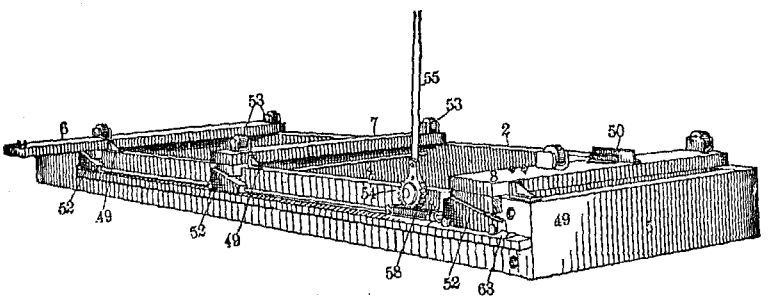


Рис. 189.

цами брусковъ и задней стороной (67) стола дѣлается поднимающейся на $^3/_4''$ во избѣжаніе образованія здѣсь скопленій частицъ шлама.

Описанный гердъ располагается на основной рамѣ (рис. 187 и 189), состоящей изъ двухъ продольныхъ брусковъ (1, 2) и четырехъ поперечинъ (5), двѣ изъ которыхъ, какъ несущія сотрясательный механизмъ, дѣлаются болѣе солидными, чѣмъ остальныя двѣ. Рама стягивается болтами (4). Къ ней привинчиваются три бруска (6, 7, 8) такимъ образомъ, чтобы, дѣйствуя зубчаткой (54) и зубчатой рейкой (58) черезъ посредство тяги, клиньями (52) можно было измѣнять высоту ихъ положенія. Слѣдуетъ замѣтить, что подобное устройство имѣется лишь на той сторонѣ стола, на которой происходитъ подача шлама, въ то время какъ на противоположной сторонѣ брусковъ (6, 7, 8) въ отверстіяхъ для прикрѣпляющихъ ихъ болтовъ дѣлаются лишь соотвѣтственные зазоры.

На каждомъ изъ брусковъ (6, 7, 8) укрѣплены два ролика (53) изъ закаленнаго чугуна, на которыхъ лежитъ и двигается описанный выше гердъ, къ нижней части котораго, тамъ, гдѣ онъ долженъ соприкасаться съ роликами, прикрѣплены стальныя полосы для предохраненія стола отъ изнашиванія. Возможность бокового движенія для стола исключена прочнымъ его соединеніемъ съ сотрясательнымъ механизмомъ, а также особой на-

правляющей на основной рамѣ, для которой имѣется соотвѣтственное направляющее устройство на нижней сторонѣ стола.

Сотрясательный механизмъ изображенъ на рис. 191. Здѣсь 15— эксцентрикъ, приводящій въ движеніе эксцентриковый штокъ

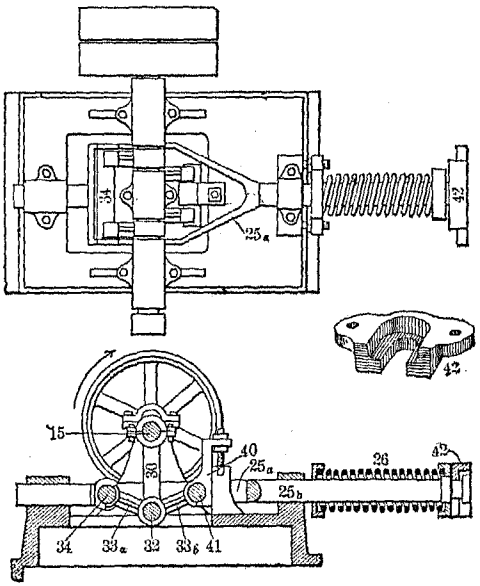


Рис. 191.

30 и вмѣстѣ съ нимъ ось 32. Подвижная ось 34 и неподвижная ось 41 соединяются съ осью 32 посредствомъ штоковъ 33*a* и 33*b*, такимъ образомъ, что при подъемѣ эксцентриковой штанги ось 34 передвигается влѣво (на рисункѣ). Это-то послѣднее движеніе и передается герду черезъ посредство вилки 25*a*, штока 25*b* и головки 42, привинчиваемой къ задней части герда (стола). Пружина 26 при описанномъ движеніи сжимается и приводитъ, во время движенія эксцентриковаго штока внизъ, гердъ въ первоначальное положеніе.

Слѣдуетъ замѣтить, что пружина не вліяетъ на характеръ движенія, а потому сильное сжатіе ея вызвало бы только излишій расходъ силы.

Благодаря описанному устройству сотрясательнаго механизма, столъ во время движенія эксцентриковой штанги внизъ, т. е. при

движеніи своемъ направо (на рисункѣ) пріобрѣтаетъ ускоренное движеніе, при своемъ же движеніи налѣво (на рис.), т. е. при подъемѣ эксцентриковой штанги — замедленное.

Само собою разумѣется, что идеаломъ движенія герда было бы движеніе равномѣрно ускоренное и равномѣрно замедленное, чего на дѣлѣ, конечно, не наблюдается, но ближайшее изслѣдованіе показываетъ, что устройство Вильфли весьма близко приближается къ идеалу, какъ это видно изъ слѣдующей таблицы, составленной такимъ способомъ, что окружность, описываемая эксцентрикомъ, была раздѣлена на 24 равныя части, причемъ наблюдалась величина хода стола въ каждый изъ періодовъ, соотвѣтствовавшій каждой изъ этихъ частей. Число оборотовъ эксцентрика было 240 въ минуту, величина же выноса стола равнялась $^3/_4$ дюйма.

Время.	Путь, проходившійся эксцентрикомъ.	Передвиженіе стола. Дюймы.	Время.	Путь, проходившійся эксцентрикомъ.	Передвиженіе стола. Дюймы.
$^1/_{96}$ сек.	0— 1	0,000 впер.	$^1/_{96}$ сек.	12—13	0,035 наз.
» »	1— 2	0,005 »	» »	13—14	0,080 »
» »	2— 3	0,025 »	» »	14—15	0,115 »
» »	3— 4	0,035 »	» »	15—16	0,120 »
» »	4— 5	0,050 »	» »	16—17	0,110 »
» »	5— 6	0,085 »	» »	17—18	0,095 »
» »	6— 7	0,110 »	» »	18—19	0,090 »
» »	7— 8	0,115 »	» »	19—20	0,045 »
» »	8— 9	0,130 »	» »	20—21	0,030 »
» »	9—10	0,110 »	» »	21—22	0,025 »
» »	10—11	0,060 »	» »	22—23	0,005 »
» »	11—12	0,025 »	» »	23—24	0,000 »

Величина хода не должна быть болѣе 1″ и менѣе $^5/_8$″, число же оборотовъ должно быть около 240. Величину хода можно регулировать посредствомъ винта 40 (рис. 191), которымъ, однако, нужно пользоваться съ осторожностью, подвигая его лишь очень медленно,

такъ какъ при постоянномъ числѣ оборотовъ при увеличеніи длины хода стола значительно увеличивается сотрясеніе, испытываемое столомъ. Распредѣлительный приборъ для шлама и воды изображенъ на рис. 190 и прикрѣпляется на высотѣ около 1″ надъ верхнимъ краемъ стола 66 зажимомъ 48 (рис. 187).

Шламмъ поступаетъ въ часть распредѣлителя (отдѣленную перегородкой), расположенную ближе къ задней части стола, вода же для промывки поступаетъ въ отдѣленіе между двумя перегородками 71, которыя можно по желанію переставлять для регулированія распредѣленія воды по столу.

Какъ шламмъ, такъ и вода вытекаютъ изъ распредѣлительнаго ящика черезъ рядъ отверстій вблизи его дна на задней его сторонѣ. Разстояніе между центрами этихъ отверстій—$2^3/_4$″. Путемъ опыта было найдено, что распредѣленіе шламмовъ и воды лучше всего происходитъ, если распредѣлитель движется вмѣстѣ со столомъ.

Пустая порода удаляется со стола черезъ карнизъ 60, не доходящій до головной части стола приблизительно на 16 дюймовъ, на протяженіи которыхъ удаляются со стола промежуточные продукты. Шлихи удаляются черезъ головную часть стола 69.

Дѣйствіе стола очень просто. Шлихи, осѣдающіе между упомянутыми выше брусками, передвигаются подъ вліяніемъ толчковъ, по направленію къ головной части до тѣхъ поръ, пока не перейдутъ черезъ ея кромку.

На столѣ Вильфли можно весьма совершенно раздѣлять 3 минерала, но можно обрабатывать на немъ и неразсортированную муть (напримѣръ, идущую изъ подъ пестовъ). При этомъ возможно, однако, полученіе только двухъ минераловъ.

Какъ предѣлы величины сортовъ, которые можно пускать на столы Вильфли и которые зависятъ, конечно, отъ характера руды, можно указать на величину классовъ отъ 1—0,5 до 0,06 мм., но чаще всего на столахъ Вильфли обрабатываются сорта отъ 1,0 до 0,5 мм. Что касается производительности стола, то при крупныхъ сортахъ она равняется 25—35 тоннъ въ 24 часа, при мути, поступающей изъ подъ пестовъ 15—25 тоннъ, для мелкихъ же сортовъ гораздо меньше.

Болѣе детальное представленіе о работѣ стола даютъ слѣдующія данныя, полученныя на Summit Mining and Smelting C° въ Колорадо.

Обрабатывалась руда, состоявшая изъ кварца и колчедановъ съ содержаніемъ на тонну руды: золота—0,07 унцій, серебра—11,2 унцій. Руда въ количествѣ 32 тоннъ измельчалась въ валкахъ до такой величины, что проходила черезъ сито съ 8 отверстіями на кв. дюймъ (діаметръ отверстій 0,1012 дюймовъ) и обрабатывалась затѣмъ на столѣ Вильфли, съ котораго получалось 28 тоннъ убогихъ шлиховъ въ 23 ч. 15 минутъ. Эти шлихи снова измельчались до такой величины, что проходили черезъ сѣтку съ 30 отверстіями на кв. дюймъ (діаметръ отверстій сѣтки 0,0223 дюйма) и обрабатывались затѣмъ на двухъ другихъ столахъ. Получалось 12552 фунта (въ тоннѣ—2000 ф.) чистыхъ шлиховъ съ содержаніемъ на тонну: 0,34 унціи *Au*, 53,7 унцій *Ag*, 36 % *Fe*, 8 % *Zu*, 3 % *Pb* и 4,2 % $Si\,O_2$. Около 69 % всего количества шлиховъ получалось на первомъ столѣ. Въ пустой породѣ содержались лишь слѣды золота и около 0,8 унцій серебра на тонну.

Такимъ образомъ, въ результатѣ 95% *Au* и 94 % *Ag* содержавшагося въ сырой рудѣ собирались въ продуктъ, вѣсившій около 20 % поступившей въ обработку руды.

На Parrot Mine въ Монтанѣ былъ произведенъ рядъ опытовъ для опредѣленія наивыгоднѣйшей длины хода стола и числа ударовъ въ минуту для шлама, проходившаго черезъ сито съ 20 отверстіями на кв. дюймъ (діаметръ отверстій 0,0344 д.). Результаты опытовъ приведены въ таблицѣ на стр. 247.

Количество подобной руды, которое могъ переработать столъ Вильфли въ 24 часа, равнялось 20 тоннамъ, причемъ получалось около 1,8 тонны шлиховъ.

Успѣхъ стола Вильфли вызвалъ много подражаній ему, представляющихъ лишь несущественныя измѣненія идеи и конструкціи Вильфли. Упомянемъ о столахъ Dodda, Hallett'a, Cammett'a и Bartlett'a.

Поступило на столъ.			Получалось шлиховъ.				Получалось хвостовъ (пустой руды).			Количество металла, переходивш. въ шлихи въ % отъ общ. его содерж. въ сырой рудѣ.		Число ударовъ въ мин.	Длина хода въ дюйм.
				Содержаніе.				Содерж.					
Фунтъ.	Сод. Cu въ %.	Сод. Ag въ унц. на тон.	Фунтовъ.	Cu въ %.	Ag въ унц. на тонну.	SiO_2 въ %.	Фунтовъ.	Cu въ %.	Ag въ унц. на тонну.	Мѣди.	Серебр.		
16369	4,6	6,1	4677	13,1	16	18,8	11692	1,2	1,8	81	75	240	1/16
10593	4,5	5,5	3010	14,2	17	20,8	7583	0,65	0,8	90	88	240	9/16
7659	4,5	5,6	3260	13,1	16	24,2	5399	0,9	1,1	86	84	240	5/16
7323	4,5	6,0	2190	13,5	16	26,0	5133	0,66	0,8	90	80	260	1/2
6947	4,6	5,1	2057	13,8	15	24,8	4890	0,73	0,9	89	87	258	1/2
7023	4,8	6,0	1833	15,9	19	19,0	5190	0,88	1,1	86	83	269	1/2

Плангердъ *) Штейна, улучшенный Бильгарцемъ.

Этотъ штосгердъ изображенъ на рис. 192—196. Принципъ его дѣйствія тотъ же, что въ штосгердѣ Риттингера.

Собственно гердъ образованъ безконечной резиновой лентой *a*, вращающейся въ рамѣ *n*, подвѣшенной на 4 болтахъ (рис. 194). Посредствомъ кулачнаго вала *w* гердъ выводится изъ положенія искусственнаго покоя и, возвращаясь затѣмъ подъ вліяніемъ собственнаго вѣса, а также пружины *f* въ прежнее положеніе, ударяется о боекъ *k*.

Шламмъ изъ распредѣлителя *s* поступаетъ на движущуюся поверхность герда, которая орошается изъ діагонально расположенныхъ трубъ *B*.

Получающіеся подобно тому, какъ происходило на гердѣ Риттингера, шлихи поступаютъ въ раздѣленный на части пріемникъ, расположенный вдоль нижней кромки стола (рис. 192).

Въ частности устройство герда слѣдующее:

Гердъ состоитъ изъ желѣзной рамы *n*, покрытой деревянной

*) Названіе плангердъ происходитъ отъ слова plane—названіе безконечнаго резиноваго полотна.

доскою p и висящей на четырехъ штангахъ y, подвѣшенныхъ къ рычагамъ i и i_1, которые могутъ поворачиваться вокругъ тяги A, соединяющей стойки T T прибора (рис. 196).

Кромѣ доски p въ рамѣ укрѣплены приблизительно на разстояніи 2,5 м. другъ отъ друга валки e и e_1, первый изъ которыхъ въ цѣляхъ натягиванія полотна можетъ перемѣщаться въ

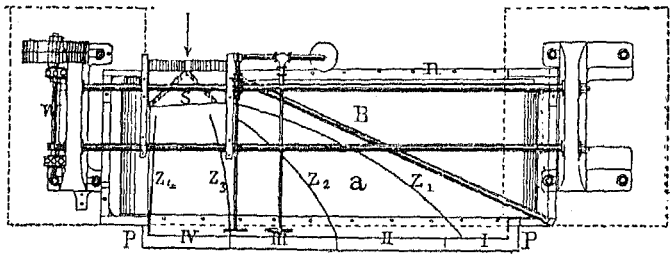


Рис. 192.

горизонтальномъ направленіи при помощи винтовъ β. Къ нижней части рамы прикрѣплены направляющіе ролики q.

На валкахъ одѣта резиновая безконечная лента толщиной по крайней мѣрѣ въ 3 мм. и шириною въ 1 мм.

Плоскости герда придается посредствомъ рычага i_1 и винта H надлежащій уклонъ (рис. 196).

Движеніе свое гердъ получаетъ отъ вала w съ тремя кулаками, рычага h и прикрѣпленнаго къ рамѣ стержня l, причемъ пружина f на другомъ концѣ станины подвергается сжатію. Напряженіе этой пружины, конечно, нужно регулировать. Она надѣвается на болтъ, который проходитъ затѣмъ черезъ станину T, прикрѣпленный въ послѣдней боекъ k и наконецъ черезъ ударникъ n, прикрѣпленный къ рамѣ герда.

Когда кулакъ вала w освободитъ рычагъ h, то гердъ устремляется въ свое первоначальное положеніе, причемъ ударникомъ n_1 ударяется о боекъ k, чтобы затѣмъ подвергнуться дѣйствію слѣдующаго кулака вала и т. д. Безконечная лента получаетъ свое движеніе отъ валка e_1, на оси котораго одѣто храпчатое колесо r (рис. 193 и 196). При оттягиваніи валомъ w герда влѣво колесо это удерживается на мѣстѣ собачкой o, вслѣдствіе чего валокъ, а слѣдовательно и безконечная лента поворачиваются вправо.

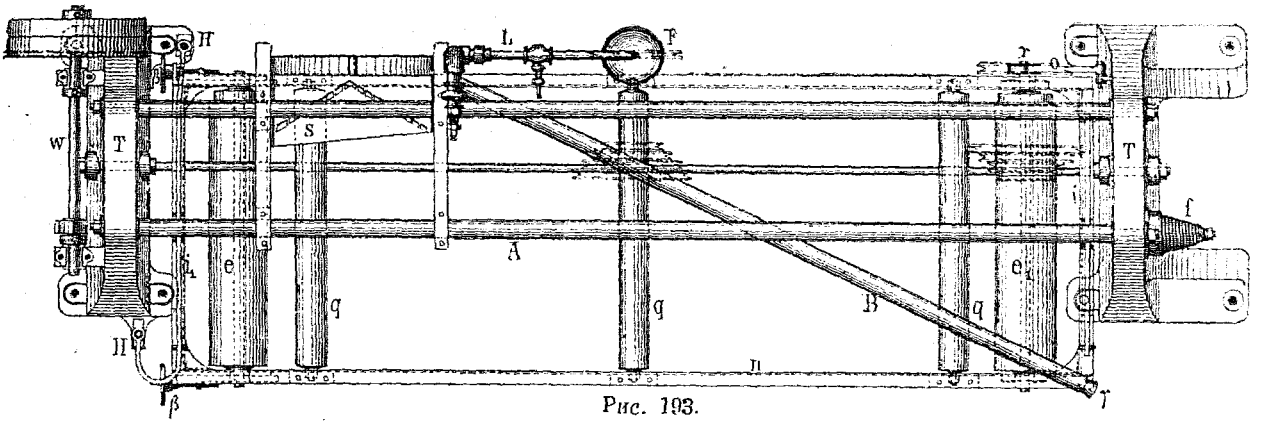


Рис. 193.

Рис 194.

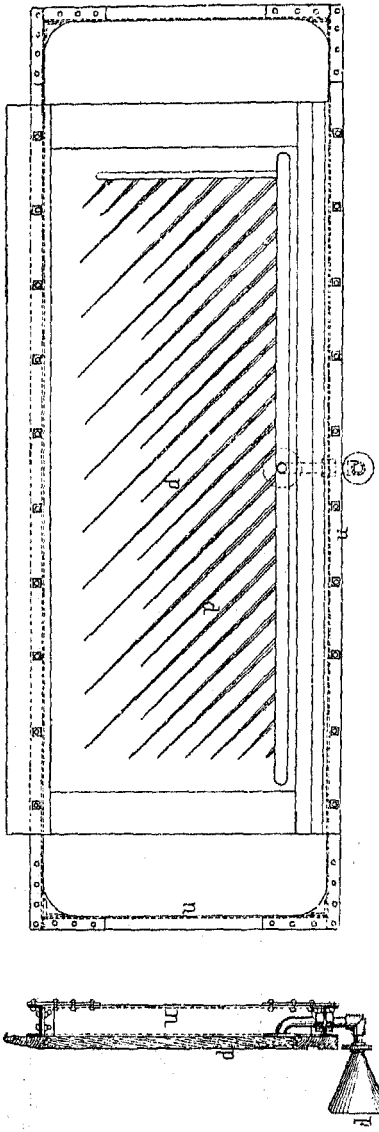


Рис. 195.

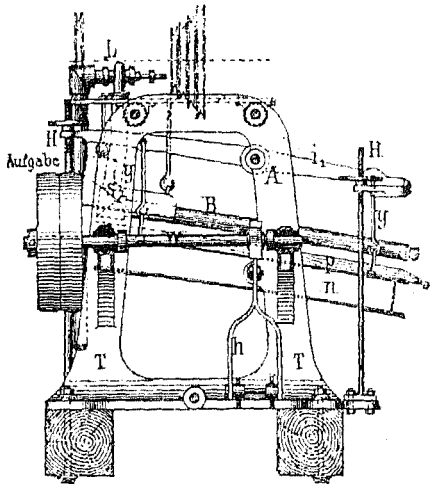


Рис. 196.

Такимъ образомъ, безконечное полотно движется по деревянной поверхности герда скачками, причемъ скорость подвиганія его составляетъ около 70 мм. въ секунду. Чтобы оно не прилипало къ деревянной доскѣ p_1, въ послѣдней дѣлаются желоба d (рис. 195), въ которые изъ трубъ L и F поступаетъ чистая вода, образующая между резиной и деревомъ промежуточный слой.

Слѣдуетъ замѣтить, что, какъ показано на рис. 194 (пунктиръ), движеніе валка e_1 можетъ производиться и ременнымъ приводомъ. Брызгало B представляетъ собою газовую трубу, закрывающуюся пробкой f_1, въ нижней части которой сдѣланъ рядъ мелкихъ отверстій, изъ которыхъ вода поступаетъ на гердъ.

Для собиранія продуктовъ работы стола устраивается пріемный желобъ P (рис. 192), раздѣленный на отдѣленія I, II, III, IV. Въ I собираются шлихи наибольшаго удѣльнаго вѣса, въ IV же—пустая порода.

Примѣрное распредѣленіе получающихся на поверхности герда шлиховъ означено на рис. 192 буквами z_1, z_2, z_3 и z_4.

Kirschner приводитъ слѣдующія данныя для работы гердовъ описанной конструкціи: ширина струи поступающей на гердъ мути (шламма) 0,55 м. Уклонъ поверхности герда 5^0, число ударовъ—150—180 въ минуту. Величина хода герда—27 мм. Расходъ чистой воды для споласкиванія и смыва шлиховъ около 52 литровъ въ минуту. Сюда же слѣдуетъ прибавить около 8 литровъ, расходуемыхъ на образованіе водянаго промежуточнаго слоя подъ резиновымъ полотномъ.

Скорость движенія полотна около 80 мм. въ секунду.

Расходъ механической силы на приведеніе герда въ движеніе около 0,5 *НР*, количество перерабатываемой въ минуту мути равняется приблизительно 14 литрамъ. Путемъ опыта дознано, что самые лучшіе результаты работы получаются, если въ 1 куб. литрѣ мути содержится 150 клг. твердыхъ частицъ.

Иногда два герда описанной системы соединяются вмѣстѣ, причемъ получается такъ называемый двойной плангердъ.

Вотъ нѣкоторыя дальнѣйшія данныя относительно плангердовъ описанной системы, по каталогу Круппа.

	Обыкновенный плангердъ.	Двойной плангердъ.
Ширина резиноваго полотна	900 мм.	1000 мм.
Количество ударовъ въ минуту . . .	160	160
Число оборотовъ приводнаго шкива въ минуту	80	80
Діаметръ приводнаго шкива	450 мм.	450
Ширина » »	75 »	80
Потребная сила	около $^1/_3$ *НР*	около $^2/_3$ *НР*
Расходъ чистой воды въ минуту . .	30—50 литр.	60—100 литр.

Производительность въ зависимости отъ качества матеріала:		Обыкновенный плангердъ.	Двойной плангердъ.
хорошо сортированн.	мелк. шламм. въ часъ	100—150 кило	400—500 кило
	крупн. » » »	150—300 »	500—600 »
Занимаемое мѣсто	длина	4,5 м.	5,5 м.
	ширина	1,7 »	3,0 »
	вышина	1,1 »	1,0 »
Вѣсъ герда безъ пріемника и безъ приспособленій для подачи воды и безъ упаковки		1100 клгр.	2250»
Цѣна герда		1650 марокъ	3400 марокъ
» пріемника и водопров. устройств.		170 марокъ	500 марокъ

Круглый штосгердъ Барча (Barisch).

Этотъ штосгердъ представляетъ собой слабо коническую рабочую поверхность (рис. 197), которой, по направленію перпендикулярному къ валу *f*, сообщаются быстро слѣдующіе другъ за другомъ короткіе удары. Такимъ образомъ, въ штосгердахъ описываемой системы направленіе удара перпендикулярно наибольшему уклону, совершенно подобно тому, какъ у штосгерда Риттингера.

Надъ конической поверхностью въ направленіи обратномъ къ ударамъ вращаются:

1) распредѣлитель шламма *m* (рис. 198);
2) спирально изогнутое брызгало *k*;
3) кольцеобразный пріемникъ для продуктовъ *n*.

Въ моментъ, изображенный на рисункѣ 197, шламмъ (напримѣръ, цинково-свинцовый) поступаетъ на часть герда 1—2—3—4, съ которой и уносится въ кольцеобразный пріемникъ большая часть пустой породы. Съ части 2—3—5—6 сносится отъ дѣйствія воды, поступающей на гердъ изъ брызгала, цинковый шлихъ 2-го сорта, состоящій изъ цинковой обманки съ большей или меньшей примѣсью пустой породы, съ части 6—5—7 смывается чистая цинковая обманка, съ части 5—7—9—свинцовый блескъ, сростійся съ цинковой обманкой, и, наконецъ, съ части 8—9—11—чистый свинцовый блескъ.

Показанное на рисункѣ 197 расположеніе продуктовъ на гердѣ получается отъ совмѣстнаго дѣйствія теченія воды и шламмовъ съ одной стороны и ударовъ—съ другой. Сила каждаго удара, благодаря конической формѣ поверхности герда, передается по

касательнымъ къ параллельнымъ основанію сѣченіямъ конуса, въ точкахъ же, расположенныхъ по одной образующей послѣдняго, направленія силы удара параллельны между собой, и съ частицами шлямма, стекающаго по поверхности герда, происходитъ

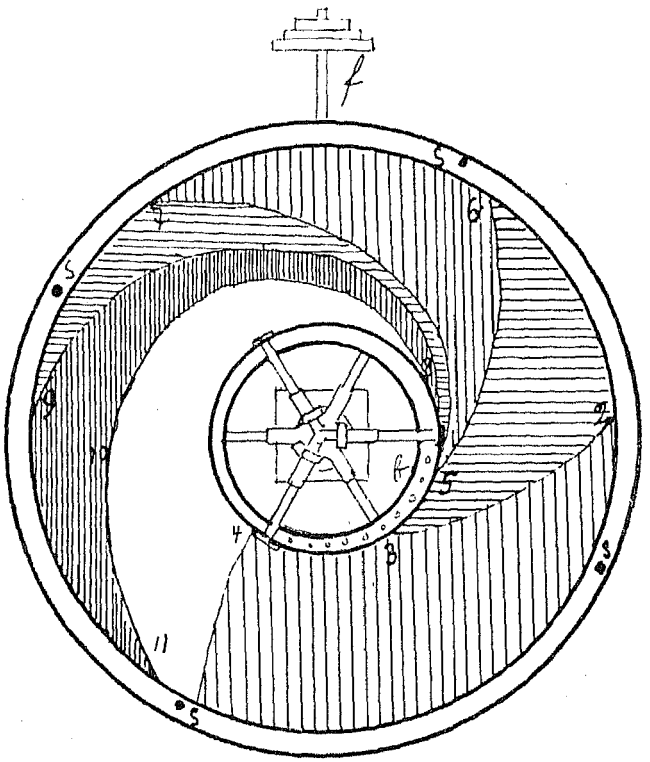


Рис. 197

то-же самое, что происходитъ съ ними на штосгердѣ Риттингера: частицы большаго удѣльнаго вѣса, которыя теченіемъ увлекаются внизъ (по направленію образующихъ конуса), подъ вліяніемъ ударовъ отклоняются отъ образующей, проходящей черезъ точку, на которой онѣ поступили на поверхность герда, больше, чѣмъ частицы меньшаго удѣльнаго вѣса, причемъ движеніе каждой частицы въ зависимости отъ ея удѣльнаго вѣса и величины представитъ въ концѣ концовъ спиральную кривую въ плоскости герда, какъ это и изображено на рисункѣ 197.

Удары гердъ получаетъ отъ кулака, насаженнаго на валу *f*, на которомъ насажены въ то же время шкивы для приведенія въ

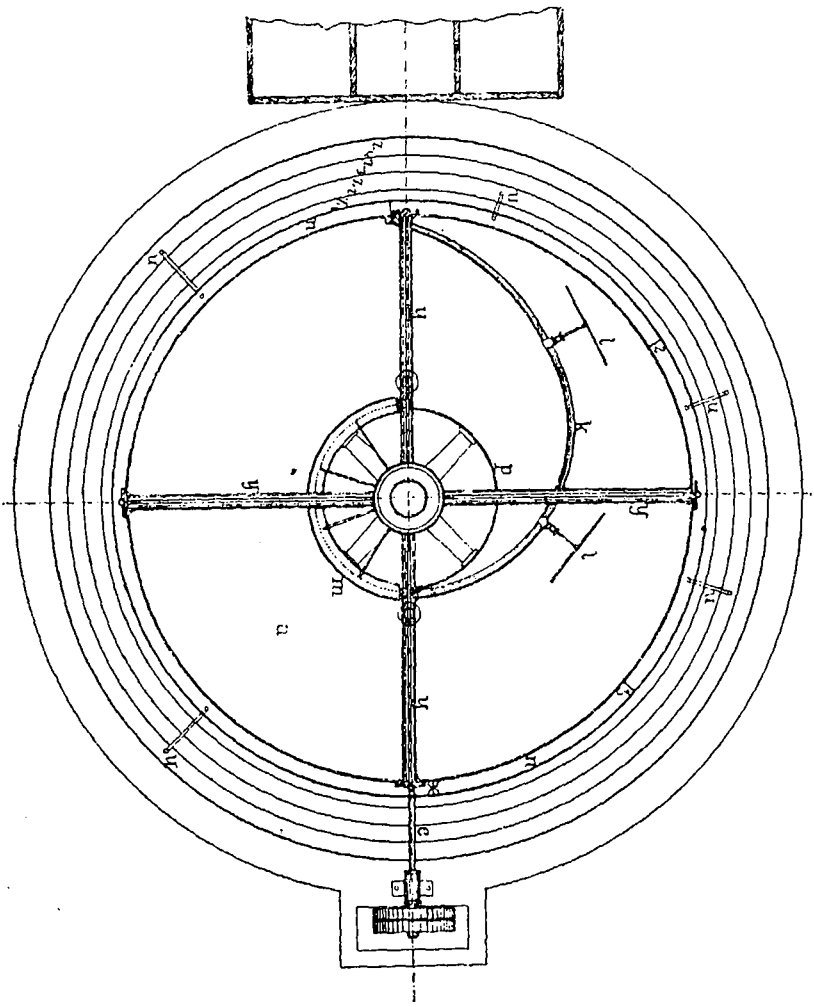


Рис. 198.

движеніе перечисленныхъ выше частей, такъ называемой гарнитуры гердa.

Въ частности конструкція описываемаго гердa слѣдующая (рис. 198—202).

Конический гердъ a, лежащій на чугунной втулкѣ r (рис. 199), дѣлается или изъ чугунныхъ обточенныхъ плитъ, или же

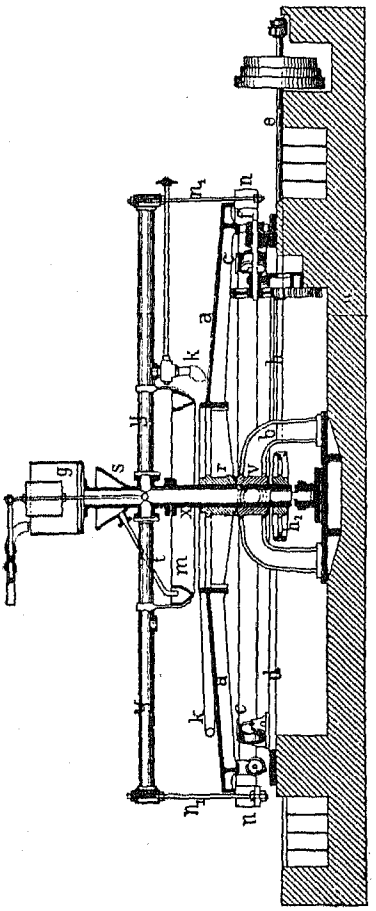


Рис. 199.

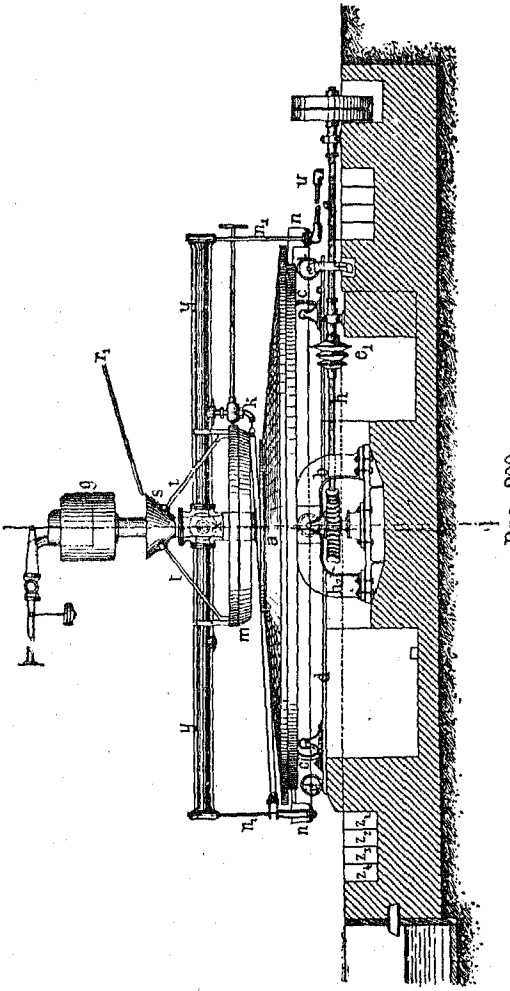


Рис. 200.

изъ досокъ, обтянутыхъ резиною. По окружности своей онъ лежитъ на роликахъ C.

Втулка r лежитъ на чугунномъ вкладышѣ V, укрѣпленномъ въ фундаментной крестовинѣ b, служащей направляющей для вертикальнаго пустотѣлаго вала x, свободно проходящаго черезъ втулку r и вращающагося отъ червячнаго колеса h_2.

На верхней части вала укрѣплены четыре пустотѣлыхъ крестовины y, къ которымъ подвѣшенъ распредѣлитель шламмовъ m, спирально изогнутый жолобъ k (рис. 198) и наконецъ на штангахъ n_1 пріемникъ n (рис. 200).

Вода для промывки поступаетъ въ брызгало подъ постояннымъ давленіемъ изъ резервуара g черезъ пустотѣлыя крестовины y.

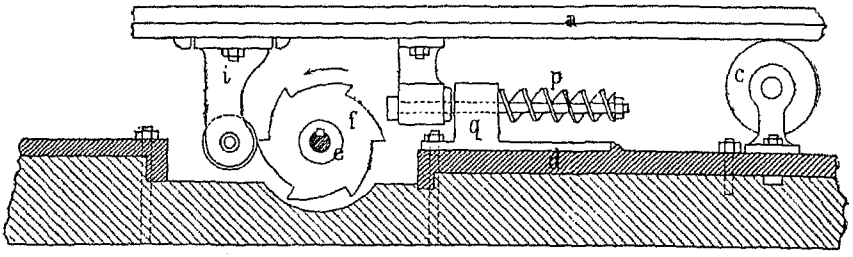


Рис. 201.

Что касается шламмовъ, то они поступаютъ въ шламмовый распредѣлитель m изъ конуса S, укрѣпленнаго также на валу y (рис. 199).

Для приведенія въ дѣйствіе всего устройства служитъ валъ e.

Сообщеніе герду ударовъ производится слѣдующимъ образомъ: на валъ насаживается кулачный дискъ f (рис. 201), кулаки котораго нажимаютъ на укрѣпленный къ нижней поверхности герда роликъ i въ тотъ моментъ, когда гердъ находится въ положеніи искусственнаго спокойствія, т. е. когда онъ пружиной p прижатъ къ бойку q.

Отъ нажима кулаковъ на роликъ i гердъ поворачивается, пружина p сжимается, т. е. напрягается, и когда кулакъ соскользнетъ съ ролика, гердъ быстро устремляется въ свое первоначальное положеніе, причемъ происходитъ ударъ о боекъ q.

Помимо описаннаго назначенія валъ e служитъ и для приведенія въ вращательное движеніе гарнитуры герда. Для этой цѣли на концѣ его насажены ступенчатые шкивы e_1, соединяющіеся съ такими же шкивами e_2 на валу h, на которомъ насаженъ безконечный винтъ h_1, сцѣпляющійся съ упомянутымъ червячнымъ колесомъ h (рис. 202).

Діаметръ описаннаго герда 4 м. При 30 оборотахъ вала e герду сообщаютъ 120 ударовъ въ минуту при величинѣ хода въ 10—20 мм., гарнитура же дѣлаетъ 1 оборотъ въ 2 минуты.

Расходъ силы $^1/_4$—$^1/_2$ *HP*.

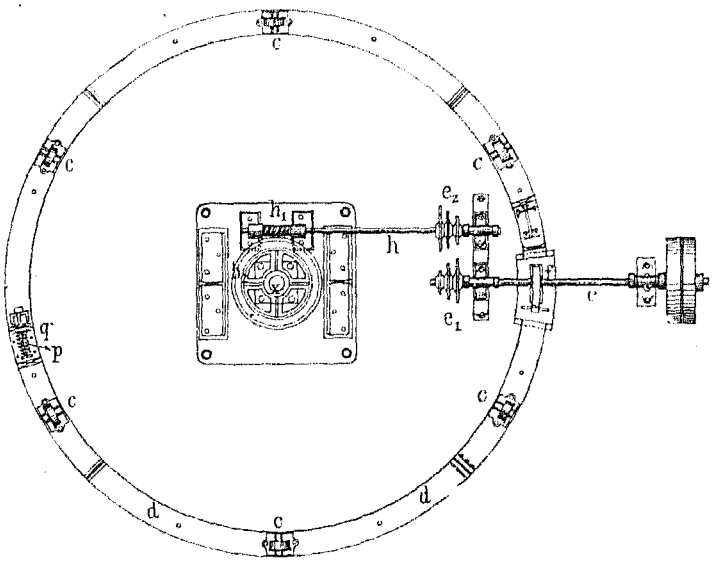


Рис. 202.

Что касается производительности описаннаго герда, то она колеблется отъ 450 до 500 клг. шламма въ сухомъ состоянiи въ часъ. Расходъ промывной воды 60—120 литровъ въ минуту.

Вѣсъ всего устройства около 6200 клг.

По даннымъ Kirschner'a подобний гердъ при обработкѣ шламмовъ, состоявшихъ изъ пустой породы, шпатоватаго желѣзняка (шедшаго въ отвалъ), свинцоваго блеска и цинковой обманки, съ содержаніемъ 5% *Pb* и 7% *Zn* давалъ въ 10 часовъ 50—55 центнеровъ сухого шлиха, причемъ свинцовые шлихи содержали въ среднемъ 65—68% *Pb* при 3,5% *Zn*, цинковые же шлихи—19% цинка съ 1% *Pb*.

Въ случаѣ отсутствiя шпатоватаго желѣзняка свинцовый шлихъ содержалъ 68% *Pb* при 3%, *Zn* цинковый же 40—45% *Zn* при 1% *Pb*.

Цѣна герда Барча 1200 руб.

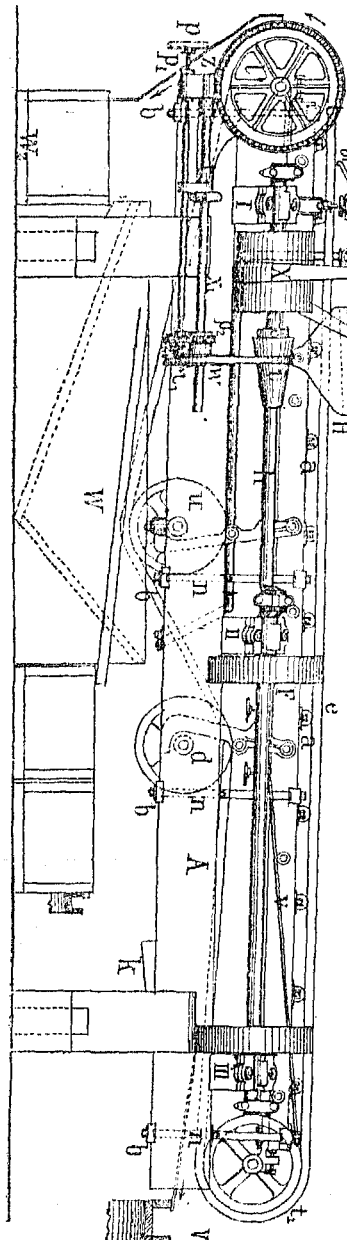


Рис. 203.

Vanner'ы.

Герды, относящіеся къ этой категоріи, характеризуются тѣмъ, что поверхности ихъ придается сотрясательное движеніе, способствующее лучшему раздѣленію поступающаго на нихъ шлямма. Поверхность ваннеровъ подвижна, что служитъ для удаленія осѣвшихъ на ней шлиховъ. Такимъ образомъ на ваннерахъ можно получать только двѣ категоріи продуктовъ: шлихи и пустую породу. Обстоятельство это объясняетъ намъ тотъ фактъ, что ваннеры главнымъ образомъ употребляются при обработкѣ золотыхъ рудъ.

Изъ различныхъ конструкцій ваннеровъ наибольшимъ распространеніемъ пользуется такъ называемый Фру-ваннеръ (Frue-vanner) и Тріумфъ-ваннеръ).

Фру-ваннеръ (рис. 203—205) состоитъ изъ безконечной резиновой ленты e, натянутой въ рамѣ F на валкахъ t и t_1. Лента эта медленно движется по направленію стрѣлки 1 (т. е. немного вверхъ) и

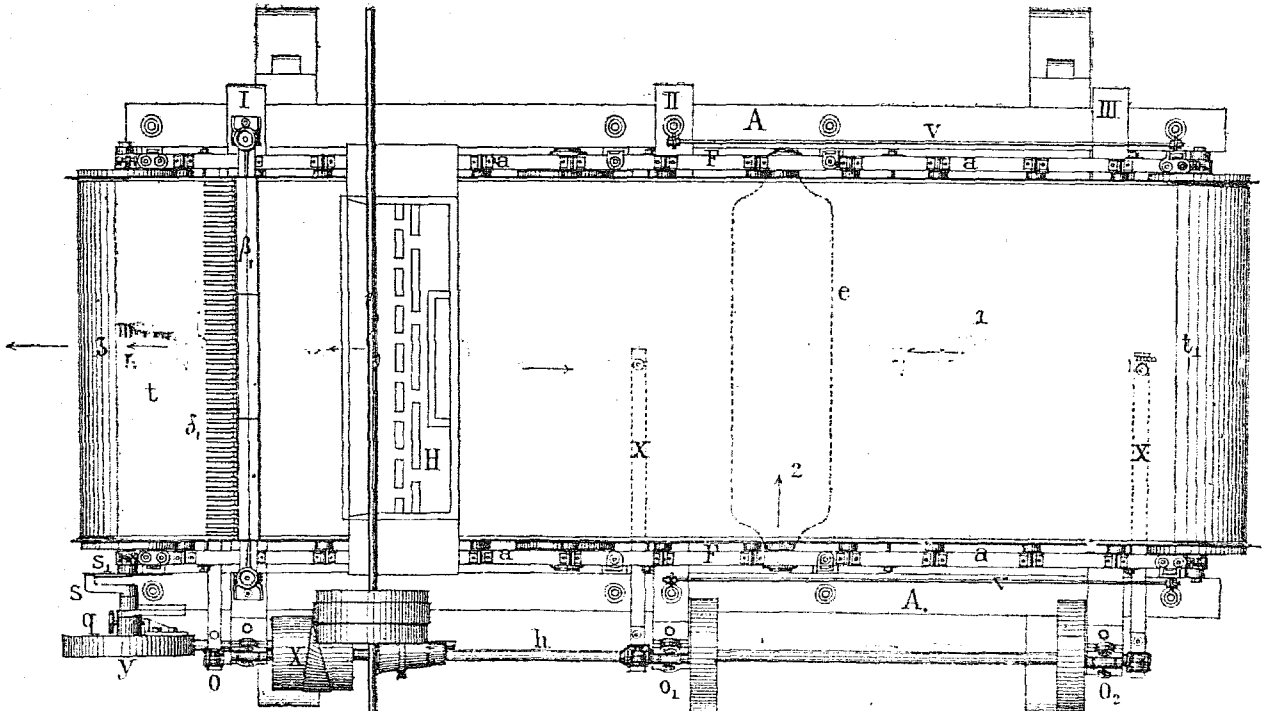


Рис. 204.

сотрясается въ поперечномъ направленіи, т. е. направленіи стрѣлки 2 колѣнчатымъ валомъ h (рис. 203).

Шламмъ поступаетъ тонкимъ слоемъ на полотно ваннера изъ распредѣлителя H_1, т. е. въ верхней части поверхности его, причемъ подъ вліяніемъ силы теченія воды и сотрясеній поверхности ваннера легкія частицы его уносятся внизъ по наклонной плоскости, тяжелыя же осѣдаютъ на нее и затѣмъ, благодаря движенію ея, уносятся съ ваннера по направленію стрѣлки 3. Сотрясенія, сообщаемыя ваннеру, имѣютъ цѣлью нарушать сцѣпленіе между частицами шламма и тѣмъ самымъ способствовать лучшему раздѣленію его.

Въ деталяхъ конструкція фру-ваннера слѣдующая:

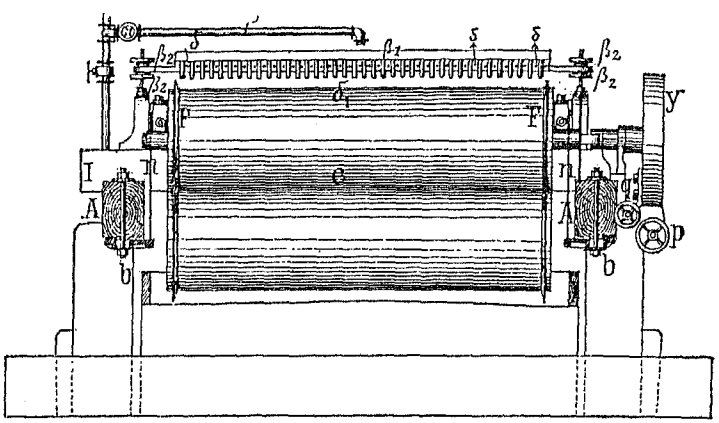


Рис. 205.

Основная рама прибора состоитъ изъ двухъ продольныхъ брусковъ A и поперечинъ I, II, III. Клинья k служатъ для приданія этой рамѣ соотвѣтственнаго уклона.

Къ нижней поверхности каждаго изъ продольныхъ брусьевъ привинчено по четыре пластинки b, на которыя опираются такъ называемыя пружины n, на которыхъ укрѣпляется рама F.

t и t_1—валки, направляющіе для резиновой ленты; u—роликъ, служащій для натягиванія ленты, d—роликъ, эту ленту направляющій.

Тяги V, соединяющія поперечины II и III, служатъ для приданія устройству большей жесткости и прочности. Сотрясательное движеніе рама ваннера получаетъ отъ вала h, черезъ посред-

ство колѣнъ 0, 0_1 и 0_2 и шатуновъ X. Эти послѣдніе укрѣплены своими концами въ рамѣ F, которая при вращеніи вала h и приводится въ сотрясательное движеніе по направленію стрѣлки 2. Валъ h вращается отъ насаженнаго на немъ шкива x.

Что касается ленты, то она получаетъ свое движеніе (по направленію стрѣлки 1) отъ червяка z, сидящаго на валу x_1. Червякъ этотъ сцѣпляется съ червячнымъ колесомъ l, на оси котораго насаженъ кривошипъ S, отъ котораго черезъ посредство пружинящаго кривошипа S_1 вращеніе передается цапфѣ валка (барабана) t. Само собой разумѣется, что кривошипъ S_1 дѣлается пружинящимъ только по направленію оси втулки, на которую онъ насаженъ, въ виду сотрясательнаго движенія ваннера.

Валъ x_1 приводится въ движеніе отъ насаженнаго на немъ шкива w, который можно передвигать вдоль оси вала x_1, заставляя его сцѣпляться съ различнаго діаметра сѣченіями коническаго шкива i, сидящаго на валу h, благодаря чему получается возможность придавать лентѣ ваннера различныя скорости движенія.

Передвиженіе шкива w по валу x_1 производится отъ руки путемъ вращенія колеска p, насаженнаго на винтъ p_1. Гайкой для этого винта служитъ спиральный приливъ къ одеждѣ y упомянутаго выше червячнаго колеса l.

Винтъ p принимаетъ на извѣстномъ разстояніи отъ своей гайки форму обыкновеннаго штока и концомъ своимъ задѣланъ въ приливѣ кольца, одѣтаго на втулку шкива w и свободно вращающагося на ней.

Такъ какъ шкивъ w соединенъ съ валомъ x_1 шпонкой, то, очевидно, при вращеніи колесика p онъ будетъ слѣдовать движенію сидящаго на его втулкѣ кольца, которое въ свою очередь будетъ перемѣщаться въ зависимости отъ перемѣщенія винта p_1.

Шламмъ поступаетъ на поверхность ваннера на разстояніи около 760 мм. отъ высшей образующей барабана t изъ распредѣлителя H, укрѣпленнаго на рамѣ F.

Промывная вода поступаетъ по трубѣ β въ желобъ β_1, который устанавливается горизонтально и на должной высотѣ надъ поверхностью герда посредствомъ винтовъ β_2. На сторонѣ, обращенной къ головной части ваннера, въ желобѣ β_1 имѣется рядъ мелкихъ отверстій δ, а также небольшія трубки δ_1, каковымъ

устройствомъ и доставляется ваннеру потребное количество промывной воды.

Ширина резиновой ленты дѣлается отъ 1220 до 1800 мм. Уклонъ верхней ея поверхности зависитъ отъ величины раздѣляемаго на ваннерѣ сорта. Скорость движенія ленты (по направленію стрѣлки 1) колеблется отъ 15 до 70 мм., число же сотрясеній—180—200 въ минуту при величинѣ каждаго сотрясенія около 15 мм.

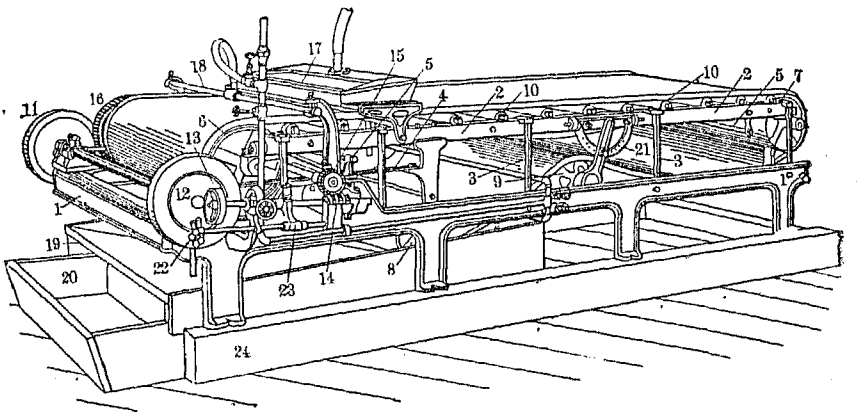


Рис. 206.

Производительность ваннера въ среднемъ около 2 центнеровъ въ часъ при минимальномъ расходѣ воды въ 100 литровъ въ минуту.

Шлихъ собирается въ ящикѣ W_2, пустая же порода идетъ въ желобъ W_1.

Тріумфъ-ваннеръ (рис. 206) отличается отъ описаннаго фруваннера тѣмъ, что сотрясенія его производятся въ продольномъ направленіи.

На основной желѣзной рамѣ 1 на 10 деревянныхъ стойкахъ 3 укрѣплена подвижная рама 2 съ головнымъ барабаномъ 6, хвостовымъ барабаномъ 7, натягивающимъ барабаномъ 8 и направляющимъ барабаномъ 9.

Въ поперечномъ направленіи рама 2 скрѣплена 4 тягами 5, въ продольномъ же—двумя тягами 4, черезъ которыя кромѣ того и передается рамѣ сотрясательное движеніе отъ шкива 11 по-

средствомъ кривошиповъ, дѣлающихъ отъ 200 до 240 оборотовъ въ минуту.

Движеніе ленты производится отъ фрикціонныхъ диска 12 и шкива 13, червяка 14 червячнаго колеса 15 и пары зубчатыхъ колесъ 16. Движеніе это можно ускорять и замедлять, перемѣщая фрикціонный шкивъ 13 на большее или меньшее разстояніе отъ центра диска 12, что дѣлается отъ руки посредствомъ

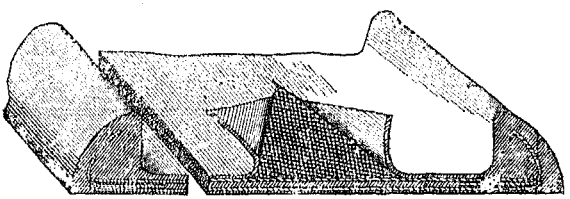


Рис. 207.

рукоятки 22 и рычага 23. Измѣненіе наклона поверхности ваннера достигается измѣненіемъ положенія бруса 24, на которомъ стоитъ рама 1.

Распредѣлитель шламма 17 укрѣпленъ на рамѣ 2, распредѣлитель же воды 18—на рамѣ 1.

Направляющій роликъ 9 можетъ быть поднятъ или опущенъ посредствомъ передвиженія и соотвѣтственнаго закрѣпленія въ полукругѣ 21 пластинъ, въ которыхъ укрѣплены его цапфы.

Длина поверхности ваннеровъ обыкновенно равняется 3,66 м. (12 футамъ).

Что касается безконечнаго полотна ихъ, то, оно какъ сказано выше, дѣлается изъ резины съ прокладками, какъ это изображено на рис. 207, и съ бортами высотою $1^1/_8$ дюйма.

Первоначально поверхность безконечной ленты ваннеровъ дѣлалась гладкой (что часто можно встрѣтить и въ настоящее время), но затѣмъ на поверхности ихъ начали дѣлать борозды, идущія въ поперечномъ направленіи и образующія какъ бы средины буквы *V* съ угломъ въ 60°. Борозды эти оказались весьма полезными въ смыслѣ улавливанія тяжелыхъ частицъ шламма, но въ то же время увеличивающими въ шлихахъ содержаніе кварца, который, очевидно, также задерживается ими.

О вліяніи бороздъ на степени улавливанія тяжелыхъ частицъ шламма можно судить изъ слѣдующей таблицы Ричардса, составленной на основаніи ряда опытовъ надъ рудой, состоявшей изъ цинковой обманки, блеклой руды, колчедана, свинцоваго и мѣднаго блеска и красной серебряной руды.

Опыты производились на двухъ совершенно одинаковыхъ ваннерахъ, одинъ изъ которыхъ имѣлъ ленту съ гладкой поверхностью, другой-же—съ бороздами.

Руда измельчалась подъ пестами до величины отверстій сѣтки съ 12 отверстіями на кв. дюймъ и затѣмъ подвергалась сортировкѣ. Получившійся сортъ поступалъ на ваннеры.

№ опыта.	Содержаніе сѣрнист. соединеній въ рудѣ.	Содерж. серебра въ мути изъ-подъ песта. Унціи на тонну.	Гладкая лента.				Лента съ бороздами.			
			Шлихи.				Шлихи.			
			Количество. Фунты.	Сод. Ag. Унціи на тонну.	Общее колич. серебра. Унціи.	Въ отвалѣ содержаніе Ag. Унціи на тонну.	Количество. Фунты.	Сод. Ag. Унціи на тонну.	Общее колич. Ag. Унціи.	Въ отвалѣ содержаніе Ag. Унціи на тонну.
A . .	7,0	22,7	4209	207,6	436,8	—	5500	174,1	478,7	—
B . .	9,3	22,2	5323	216,6	576,5	—	6656	184,0	612,4	—
C . .	5,7	13,3	3080	120,8	186,0	5,3	4750	103,1	244,9	3,4
D . .	6,0	14,2	4350	144,7	314,7	4,9	6720	120,9	406,3	2,7
E . .	12,6	52,3	6750	262,9	887,4	13,0	9220	212,9	981,6	7,6
F . .	11,6	28,3	3390	170,7	289,4	17,0	5770	132,7	382,9	7,9
G . .	14,5	45,0	4530	215,0	487,1	8,2	7270	199,5	725,0	6,5
H . .	14,2	52,5	3910	288,8	564,6	15,1	4960	250,4	621,0	13,4
I . .	24,0	83,7	3080	327,2	503,9	10,9	4550	291,0	662,1	7,0

Что касается сравнительнаго достоинства способовъ сотрясенія ваннеровъ описанныхъ двухъ системъ, то на основаніи опыта калифорнійскихъ обогатительныхъ фабрикъ, ваннеры съ поперечнымъ направленіемъ сотрясенія болѣе пригодны для обработки крупныхъ шламмовъ, ваннеры же, подобные описанному Тріумфъ-

ваннеру, т. е. съ продольно направленнымъ сотрясеніемъ—для обработки болѣе мелкихъ шламмовъ. Если же желаютъ получить особенно чистые шлихи то нужно брать ваннеръ съ продольнымъ движеніемъ, что легко объясняется съ теоретической точки зрѣнія.

Шламмъ, попадающій на ленту ваннера съ поперечнымъ направленіемъ сотрясеній, приходитъ отъ этихъ сотрясеній въ такое сильное волненіе, что въ большей или меньшей степени разрыхляетъ шлихи, отложившіеся уже на лентѣ ваннера и проходящіе подъ распредѣлителемъ шламма. При этомъ мелкія частицы шлиха приходятъ снова въ подвѣшенное состояніе и уносятся вмѣстѣ съ отбросомъ работы ваннера, въ то время, какъ съ болѣе крупнымъ шлихомъ этого не случается.

Въ ваннерахъ съ продольнымъ сотрясеніемъ волненіе шламма происходитъ, конечно, тоже въ продольномъ направленіи, причемъ, однако, оно оказываетъ меньше вліянія на лежащій на лентѣ шлихъ. Кромѣ указаннаго основного различія въ работѣ описанныхъ двухъ категорій ваннеровъ слѣдуетъ замѣтить еще то, что въ ваннерахъ съ поперечнымъ движеніемъ у бортовъ ихъ всегда образуются скопленія шлиха, подъ вліяніемъ сотрясенія этихъ бортовъ, а также вслѣдствіе того, что ролики, по которымъ движется резиновая лента, ударяя подъ вліяніемъ сотрясенія о свои подшипники, въ концѣ концовъ изнашиваютъ ихъ, вслѣдствіе чего начинаетъ происходить отъ удара роликовъ добавочное сотрясеніе ленты ваннера.

Что касается скорости движенія лентъ, то Frazer & Chalmers рекомендуютъ скорость отъ 24 до 36 дюймовъ въ минуту, хотя на практикѣ американскихъ обогатительныхъ фабрикъ скорость эта колеблется отъ 24 до 45 дюймовъ въ минуту.

Если поверхность ленты бороздчатая, то скорость движенія ея можетъ быть сдѣлана большей.

Наклонъ поверхности ваннера колеблется отъ 3 до 6 дюймовъ на 12 футовъ при ровной поверхности и отъ 5—9 дюймовъ при бороздчатой поверхности.

Что касается количества воды, потребнаго для ваннеровъ, то о немъ даетъ представленіе слѣдующая таблица, составленная Ричардсомъ.

Фруванинеры.

Расходъ воды въ галлонахъ въ минуту на 1 ваннеръ.			Количество шлиховъ въ 24 часа. Тонны.	Отношеніе вѣса воды въ шламмахъ къ вѣсу сухого шлиха.	Отношеніе вѣса всей израсходованной воды къ вѣсу сухого шлиха.	Ширина ленты. Футы.	Уклонъ ленты въ 12 ф. длиною въ дюймахъ.	Скорость движенія ленты. Дюймы въ минуту.
Поступающей въ мѣстѣ со шламмомъ.	Для споласкиванія ленты.	Всего на ленту.						
2,00	1,00	3,00	7½	1,6	2,4	4	3½	48
5,04	1,74	6,78	4	7,6	10,2	4	2¼	24
—	—	12,67	7⅛—10⅞	—	7,1—10,7	4	3¾	45
7,50	1,24	8,74	7¾	5,8	6,8	4	3—5	36—72
5,00	1,00	6,00	4⅜	6,9	8,2	4	3½	22
4,25	1,125	5,375	12½	2,0	2,6	4	—	—
5,00	2,80	7,80	9⅜	3,2	5,0	4	—	—
5,00	1,00	6,00	5½	5,5	6,6	4	2½—5⅛	37—39

Триумфъ-ванинеры.

—	—	10,40	3¾	—	16,7	4	3	26
—	—	12,67	7⅛—10⅞	—	7,1—10,7	5	5,4	48

Толщина слоя шламма на поверхности ваннера по Ричардсу должна быть отъ 0,15 до 0,20 дюймовъ и ни въ коемъ случаѣ не болѣе 0,25 дюймовъ.

Расходъ механической силы на ваннеръ отъ $^1/_4$ до $^1/_2$ *HP*.

Что касается расходовъ, связанныхъ съ ваннерами, то, по Ричардсу, расходы по ремонту ваннера въ годъ въ среднемъ не превышаютъ 8—10 долларовъ, не включая сюда расхода по безконечной резиновой лентѣ, который ложится суммою отъ 20 до 30 долларовъ въ годъ на ваннеръ.

Стоимость ваннера около 500 долларовъ franco заводъ.

IX.
Воздушное обогащеніе.

Обогащеніе при помощи воздуха подобно вышеописаннымъ способамъ основано на различіи удѣльныхъ вѣсовъ различныхъ минераловъ.

Какъ на положительныя стороны этого способа можно указать на слѣдующее:

1) Примѣненіе воздуха обходится, вообще говоря, дешевле примѣненія воды, въ особенности въ мѣстностяхъ, страдающихъ отсутствіемъ ея.

2) При примѣненіи воздуха не можетъ происходить затрудненій вслѣдствіе замерзанія воды или же отъ химическаго воздѣйствія ея на обогащаемый минералъ.

3) Получаемые при воздушномъ обогащеніи продукты сухи и могутъ быть непосредственно пущены по назначенію.

4) Если руда содержитъ полезное ископаемое высокой цѣнности и кромѣ того хрупка, напримѣръ, теллуристыя, блеклыя и др. т. п. руды, то, вообще говоря, потери при воздушномъ обогащеніи меньше, чѣмъ при мокромъ, гдѣ неизбѣженъ сносъ самыхъ мелкихъ частицъ водою.

Съ другой стороны воздушное обогащеніе имѣетъ много крупныхъ недостатковъ, вслѣдствіе чего оно и пользуется сравнительно ограниченнымъ распространеніемъ.

Прежде всего слѣдуетъ замѣтить, что вслѣдствіе малой плотности воздуха различіе въ скоростяхъ паденія въ немъ зеренъ различнаго удѣльнаго вѣса проявляется гораздо въ меньшей сте-

нени, чѣмъ въ водѣ, что непосредственно слѣдуетъ изъ выше приведенныхъ теоретическихъ соображеній.

Для примѣра можетъ служить слѣдующая таблица:

Плотность среды, въ которой происходитъ паденіе тѣла.	Относительныя скорости паденія частицъ одинаковаго діаметра.	
	Кварца.	Свинцоваго блеска.
0 (пустота)	1	1
0,00125 (*воздухъ*).	1	2,88
1 (вода)	1	4,06
2,67 (*тяжелая жидкость удѣльнаго вѣса = уд. вѣсу* $Si\,O_2$)	0	безконечность

Вслѣдствіе этого обстоятельства, чтобы все-таки получить болѣе ощутительныя разницы въ величинѣ движенія частицъ руды, воздуху приходиться придавать значительныя скорости.

Въ то время, какъ при мокромъ обогащеніи выгодно дробить руду послѣдовательно (какъ мы видѣли), при воздушномъ обогащеніи необходимо сразу мелко измельчать всю массу руды, такъ какъ, очевидно, крупныя частицы руды не могутъ быть приподняты струей воздуха.

Затѣмъ слѣдуетъ замѣтить, что при глинистой рудѣ вода, обмывая частицы ея, существенно способствуетъ процессамъ раздѣленія, чего, конечно, не происходитъ при воздушномъ обогащеніи.

Наконецъ нужно обратить вниманіе и на то, что руда, поступающая въ воздушное обогащеніе, должна быть совершенно суха, что бываетъ на практикѣ лишь рѣдко и достиженіе чего можетъ вызвать излишніе расходы.

Изъ различныхъ воздушныхъ сепараторовъ опишемъ сепараторъ Эдисона (рис. 208), представляющій собой камеру E, въ которую по тремъ каналамъ D, F и G (размѣры которыхъ 72×1 дюймъ) поступаетъ воздухъ подъ давленіемъ 6 дюймовъ водянаго столба. Руда, измельченная до такой степени, что проходитъ черезъ сѣтку съ отверстіями 0,5 мм. діаметромъ, и состоящая

изъ магнитнаго желѣзняка, апатита и сѣрнокислаго кальція, поступаетъ изъ засыпной воронки *A* въ трубу *B*.

Падая изъ этой трубы мимо отверстій каналовъ *D*, *F* и *G*, она передъ каждымъ изъ нихъ задерживается полками *C*, вслѣдствіе чего, въ моментъ встрѣчи со струей воздуха, обладаетъ сравнительно небольшой скоростью, причемъ воздухъ уноситъ изъ нея частицы апатита и сѣрнокислаго кальція, увлекая за собой лишь очень небольшое количество самыхъ мелкихъ частицъ магнитнаго желѣзняка, масса котораго падаетъ прямо внизъ, въ то время какъ упомянутые минералы собираются на днѣ камеры *E*.

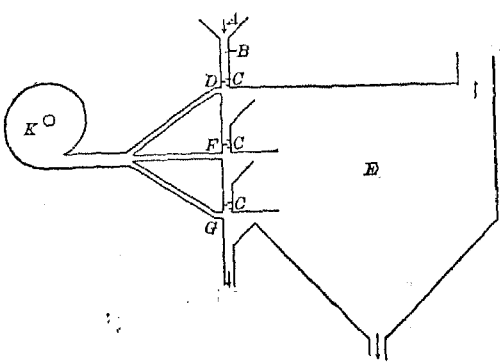


Рис. 208.

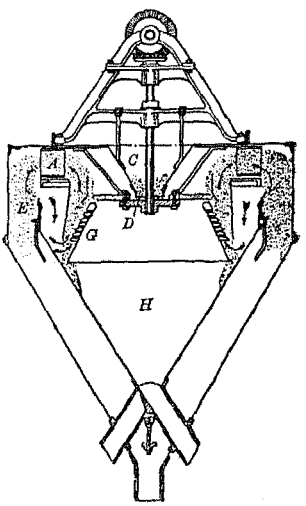


Рис. 209.

Поступающая въ сепараторъ руда содержитъ 60% *Fe*, выходящая же изъ него богатая руда—64% *Fe*.

Сепараторъ Мемфорда и Муди (*Mumford and Moodie* (рис. 209) состоитъ изъ горизонтальнаго диска *D*, вращающагося съ большой скоростью, на который изъ засыпного конуса *O* непрерывной струей поступаетъ руда. Подъ вліяніемъ центробѣжной силы она устремляется съ диска, причемъ задерживается стѣнками, окружающими дискъ и образующимъ какъ бы усѣченный конусъ. Въ пространствѣ между дискомъ и стѣнками конуса подъ вліяніемъ движенія лопастей *A*, вращающихся вмѣстѣ съ дискомъ, образуется токъ воздуха, который и уноситъ изъ руды легкія ея части въ кольцеобразное пространство *E*, въ то время какъ болѣе тяжелыя частицы руды падаютъ въ конусъ *H*.

Описанный аппаратъ дѣлается трехъ размѣровъ отъ $3^1/_2$ до 6 футовъ діаметромъ и можетъ въ зависимости отъ этого перерабатывать отъ 1 до 4 тоннъ руды въ часъ.

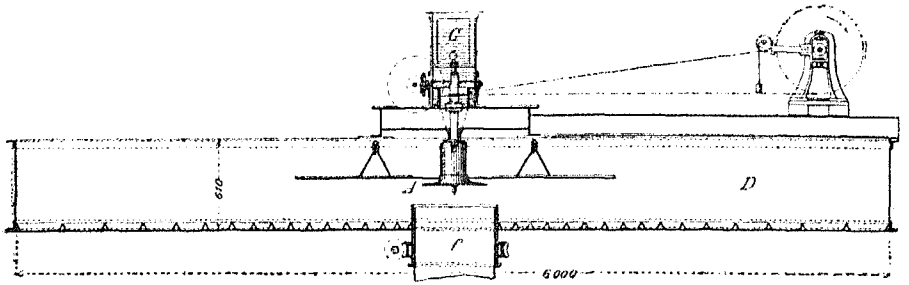


Рис. 210.

Онъ довольно распространенъ въ Англіи и Америкѣ.

Сепараторъ Пане-Геннеберга (рис. 210 — 212) состоитъ изъ неподвижнаго диска D (6 м. діаметромъ), раздѣленнаго перегородками на рядъ концентрическихъ отдѣленій, надъ которымъ со скоростью 3000 оборотовъ въ минуту вращается

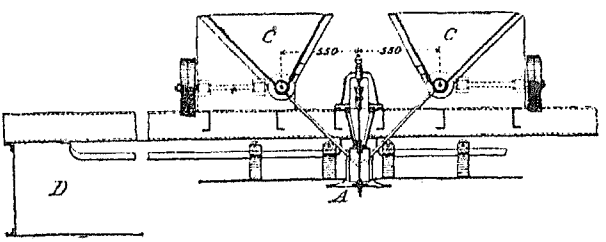


Рис. 211.

дискъ A въ 450 мм. діаметромъ. На дискъ этотъ поступаетъ изъ засыпныхъ воронокъ C руда (рис. 211).

Непосредственно подъ дискомъ A устроена труба f, въ которую вентиляторомъ всасывается воздухъ. Частицы руды, стремящіяся подъ вліяніемъ центробѣжной силы удалиться съ диска, встрѣчаются съ этой струей воздуха (надъ дискомъ A находится неподвижный дискъ) и попадаютъ въ зависимости отъ своего удѣльнаго вѣса и діаметра въ одно изъ концентрическихъ отдѣленій диска D, изъ которыхъ и собираются двигающимися по нимъ скребками (см. рис. 212).

Такъ какъ продукты, собирающіеся въ каждомъ изъ кольцеобразныхъ отдѣленій диска *D*, состоятъ изъ болѣе крупныхъ частицъ пустой породы и менѣе крупныхъ—руды, то ихъ необходимо просѣивать черезъ сита.

Производительность аппарата въ среднемъ 1000 кгр. руды въ часъ.

Расходъ силы—3 *HP*.

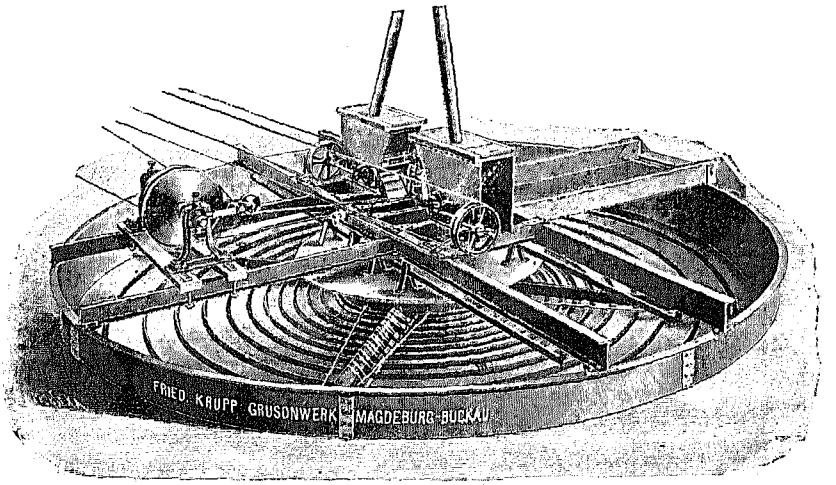


Рис. 212.

Что касается ситъ для просѣиванія получающихся на аппаратѣ продуктовъ, то для разсчета ихъ можно принять, что 1 кв. м. сита можно просѣять въ часъ 100 кгр. матеріала.

Пневматическое отсадочное рѣшето Крона, изображенное на рис. 213—215, состоитъ изъ чугуннаго ящика, въ верхней части котораго качается на оси *J* щитъ *B*, нагнетающій воздухъ и заставляющій его проходить черезъ рѣшетку (сито) *f*, на которое поступаетъ изъ воронки *H* руда.

Рѣшетка (сито) *f* состоитъ изъ П-образныхъ брусьевъ (рис. 215), сдѣланныхъ изъ металлической сѣтки (рис. 214: видъ рѣшетки сверху) и располагаемыхъ на разстояніи $^3/_{16}$, $^1/_4$ или $^1/_2$ дюйма, въ зависимости отъ крупности матеріала, другъ отъ друга.

Количество руды, поступающей на сито, регулируется заслонкой *g*. Пустая порода удаляется съ рѣшета черезъ порогъ *A*,

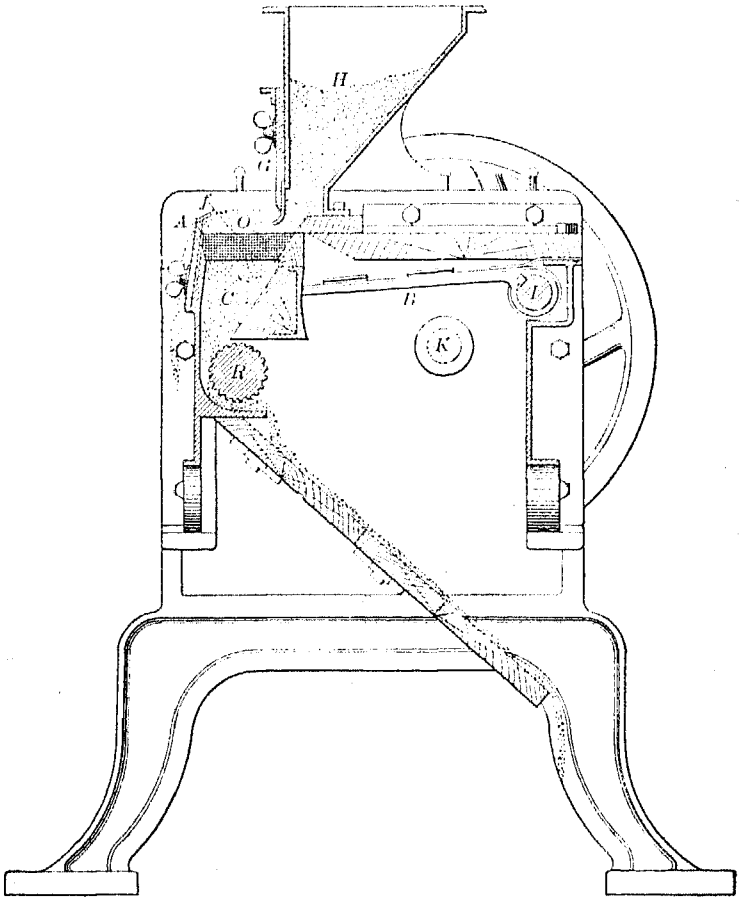


Рис. 213.

руда же падаетъ внизъ въ пространство *C*, откуда удаленіе ея регулируется валькомъ *R*.

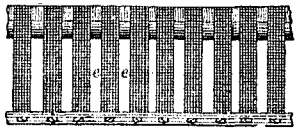


Рис. 214.



Рис. 215.

Поршень *B* приводится въ движеніе отъ вала *K*, на одномъ концѣ котораго насаженъ приводный шкивъ, на другомъ же

храпчатое колесо съ 6 зубцами. При вращеніи вала *K* вращается и это храпчатое колесо, собачка же его соединена съ валомъ *I*, вслѣдствіе чего послѣдній получаетъ быстрое качательное движеніе. Число ударовъ поршня 420—500 въ минуту, расходъ же механической силы на весь аппаратъ—$^1/_8$ *HP*.

Обыкновенные размѣры аппарата слѣдующіе:

Длина ящика	1,52 м.
Ширина „	0,91 „
Высота „	0,94 „

Производительность прибора—около $^1/_2$ тонны въ часъ.

Что касается качества работы отсадочнаго рѣшета Крона, то о немъ можно судить по слѣдующимъ даннымъ, приводимымъ Ричардсомъ.

На рудникѣ Desoto въ Невадѣ на аппаратѣ Крона было для опыта обработано 66800 фунтовъ серебряной руды съ содержаніемъ серебра въ 72,24 доллара на тонну.

Изъ аппарата Крона было получено:

	Фунты.	Съ содержаніемъ Ag въ долларахъ.
Руды перваго сорта	1013	722,71
» второго »	1092	1187,57
» третьяго »	515	1204,54
Пыли	11988	138,17

Такимъ образомъ, если не считать пыли, изъ содержавшагося въ рудѣ Ag было извлечено всего 54,70%.

На другомъ рудникѣ было обработано на рѣшетѣ Крона 3260 фунтовъ серебряной руды съ содержаніемъ серебра въ 4,84 долл. на тонну.

	Количество. Фунты.	Содержаніе Ag въ тоннѣ въ долларахъ.
Руды 1-го сорта	55	32,33
» 2-го »	49	86,87
» 3-го »	48	135,10

Описанный аппаратъ дѣлается трехъ размѣровъ отъ $3^1/_2$ до 6 футовъ діаметромъ и можетъ въ зависимости отъ этого перерабатывать отъ 1 до 4 тоннъ руды въ часъ.

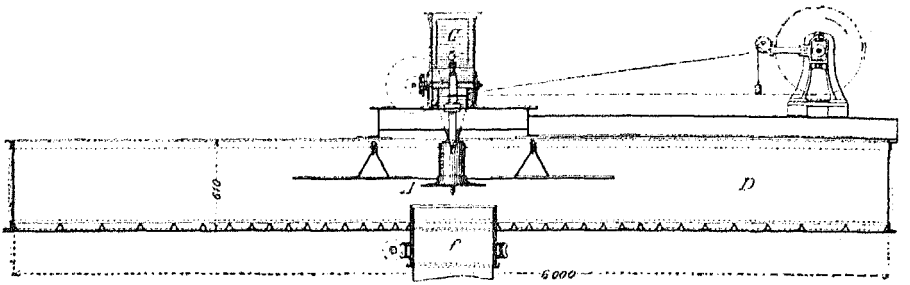


Рис. 210.

Онъ довольно распространенъ въ Англіи и Америкѣ.

Сепараторъ Пане-Геннеберга (рис. 210 — 212) состоитъ изъ неподвижнаго диска D (6 м. діаметромъ), раздѣленнаго перегородками на рядъ концентрическихъ отдѣленій, надъ которымъ со скоростью 3000 оборотовъ въ минуту вращается

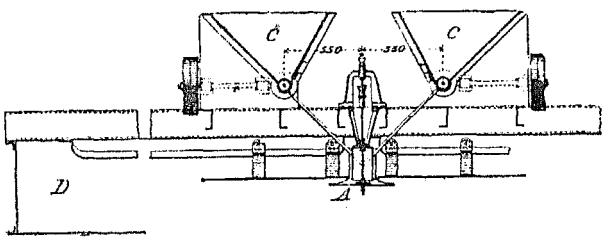


Рис. 211.

дискъ A въ 450 мм. діаметромъ. На дискъ этотъ поступаетъ изъ засыпныхъ воронокъ C руда (рис. 211).

Непосредственно подъ дискомъ A устроена труба f, въ которую вентиляторомъ всасывается воздухъ. Частицы руды, стремящіяся подъ вліяніемъ центробѣжной силы удалиться съ диска, встрѣчаются съ этой струей воздуха (надъ дискомъ A находится неподвижный дискъ) и попадаютъ въ зависимости отъ своего удѣльнаго вѣса и діаметра въ одно изъ концентрическихъ отдѣленій диска D, изъ которыхъ и собираются двигающимися по нимъ скребками (см. рис. 212).

Такъ какъ продукты, собирающіеся въ каждомъ изъ кольцеобразныхъ отдѣленій диска *D*, состоятъ изъ болѣе крупныхъ частицъ пустой породы и менѣе крупныхъ—руды, то ихъ необходимо просѣивать черезъ сита.

Производительность аппарата въ среднемъ 1000 кгр. руды въ часъ.

Расходъ силы—3 *HP*.

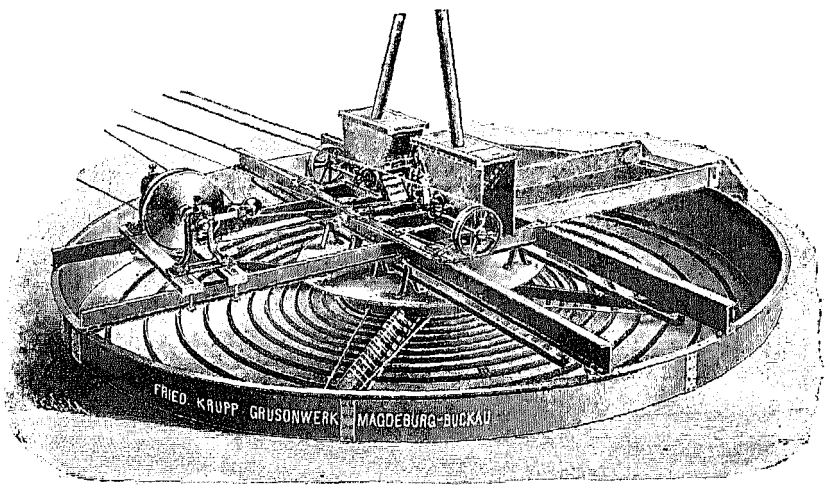


Рис. 212.

Что касается ситъ для просѣиванія получающихся на аппаратѣ продуктовъ, то для разсчета ихъ можно принять, что 1 кв. м. сита можно просѣять въ часъ 100 кгр. матеріала.

Пневматическое отсадочное рѣшето Крона, изображенное на рис. 213—215, состоитъ изъ чугуннаго ящика, въ верхней части котораго качается на оси *J* щитъ *B*, нагнетающій воздухъ и заставляющій его проходить черезъ рѣшетку (сито) *f*, на которое поступаетъ изъ воронки *H* руда.

Рѣшетка (сито) *f* состоитъ изъ П-образныхъ брусьевъ (рис. 215), сдѣланныхъ изъ металлической сѣтки (рис. 214: видъ рѣшетки сверху) и располагаемыхъ на разстояніи $^3/_{16}$, $^1/_1$ или $^1/_2$ дюйма, въ зависимости отъ крупности матеріала, другъ отъ друга.

Количество руды, поступающей на сито, регулируется заслонкой *g*. Пустая порода удаляется съ рѣшета черезъ порогъ *A*,

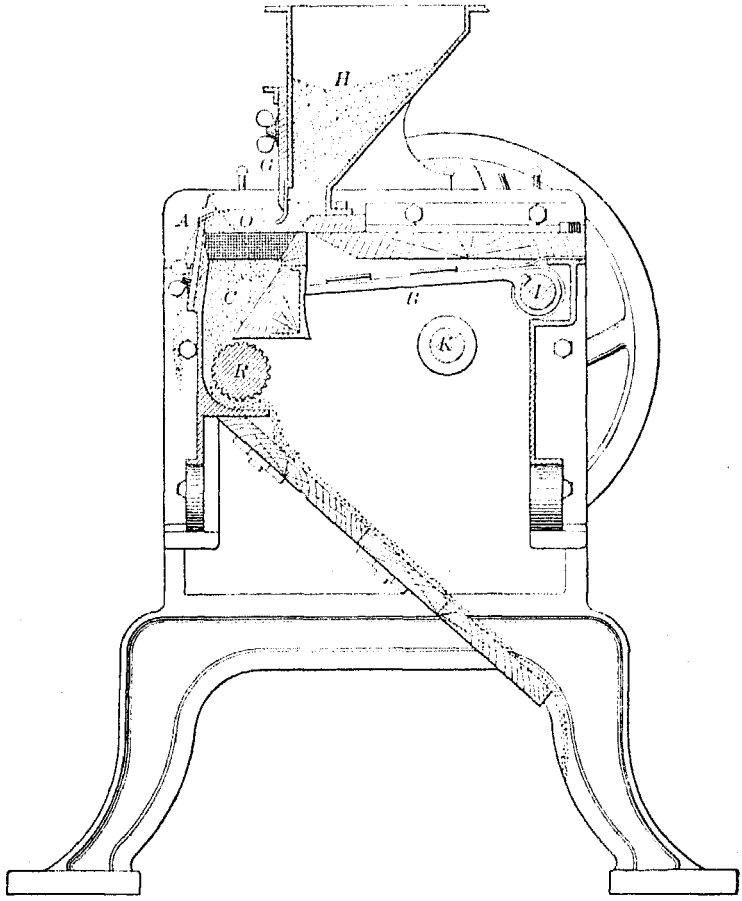


Рис. 213.

руда же падаетъ внизъ въ пространство C, откуда удаленіе ея регулируется валькомъ R.

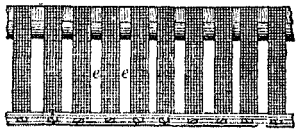


Рис. 214.



Рис. 215.

Поршень B приводится въ движеніе отъ вала K, на одномъ концѣ котораго насаженъ приводный шкивъ, на другомъ же

храпчатое колесо съ 6 зубцами. При вращеніи вала *K* вращается и это храпчатое колесо, собачка же его соединена съ валомъ *I*, вслѣдствіе чего послѣдній получаетъ быстрое качательное движеніе. Число ударовъ поршня 420—500 въ минуту, расходъ же механической силы на весь аппаратъ—$^1/_8$ *HP*.

Обыкновенные размѣры аппарата слѣдующіе:

Длина ящика	1,52 м.
Ширина „	0,91 „
Высота „	0,94 „

Производительность прибора—около $^1/_2$ тонны въ часъ.

Что касается качества работы отсадочнаго рѣшета Крона, то о немъ можно судить по слѣдующимъ даннымъ, приводимымъ Ричардсомъ.

На рудникѣ Desoto въ Невадѣ на аппаратѣ Крона было для опыта обработано 66800 фунтовъ серебряной руды съ содержаніемъ серебра въ 72,24 доллара на тонну.

Изъ аппарата Крона было получено:

	Фунты.	Съ содержаніемъ Ag въ долларахъ.
Руды перваго сорта	1013	722,71
» второго »	1092	1187,57
» третьяго »	515	1204,54
Пыли	11988	138,17

Такимъ образомъ, если не считать пыли, изъ содержавшагося въ рудѣ Ag было извлечено всего 54,70%.

На другомъ рудникѣ было обработано на рѣшетѣ Крона 3260 фунтовъ серебряной руды съ содержаніемъ серебра въ 4,84 долл. на тонну.

	Количество. Фунты.	Содержаніе Ag въ тоннѣ въ долларахъ.
Руды 1-го сорта	55	32,33
» 2-го »	49	86,87
» 3-го »	48	135,10

Изъ первоначальнаго содержанія серебра въ рудѣ было извлечено, слѣдовательно, 79%.

X.

Магнитное обогащеніе.

Гораздо болѣе обширное примѣненіе, чѣмъ воздушное обогащеніе, имѣетъ магнитное обогащеніе, основанное на раздѣленіи смѣси рудныхъ зеренъ по степени ихъ магнитной проницаемости.

Кромѣ случаевъ примѣненія магнитовъ для отдѣленія зеренъ магнитнаго желѣзняка отъ зеренъ остальныхъ минераловъ магнитное обогащеніе примѣняется во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ требуется раздѣлять смѣсь двухъ минераловъ съ настолько малоотличающимися другъ отъ друга удѣльными вѣсами, что раздѣленіе это вышеизложенными способами является практически невыполнимымъ.

Въ настоящее время такими, недоступными для обработки обыкновенными способами, рудами, которыя можно вполнѣ раздѣлить лишь при помощи магнитнаго обогащенія, являются слѣдующія группы минераловъ:

1) Франклинитъ, гранатъ, известковый шпатъ, красныя цинковыя руды, виллемитъ.

2) Родонитъ, гранатъ, цинковая обманка, свинцовый блескъ, кварцъ.

3) Титанистый желѣзнякъ, титанитъ, гранатъ, метациннаборитъ.

4) Шпатоватый желѣзнякъ, цинковыя обманки, фальэрцъ, кварцъ.

5) Мѣдный колчеданъ, сѣрный колчеданъ, цинковая обманка, свинцовый блескъ.

6) Вольфрамитъ, оловянный камень, кварцъ.

7) Цинковая обманка, тяжелый шпатъ.

8) Мѣдная лазурь, малахитъ, кварцъ.

Само собой разумѣется, что спискомъ этимъ не исчерпываются всѣ возможные случаи магнитнаго обогащенія, и что успѣхи техники его постоянно расширяютъ.

Принципъ магнитнаго обогащенія состоитъ въ слѣдующемъ:

въ магнитное поле*) по извѣстному направленію и съ извѣстной скоростью вводится подлежащая обогащенію смѣсь рудныхъ и безрудныхъ зеренъ. Всѣ зерна этой смѣси до момента своего вступленія въ магнитное поле находились подъ дѣйствіемъ двухъ силъ: силы тяжести и силы, приводившей ихъ въ движеніе, которыми и обусловливалось направленіе и скорость ихъ движенія. Съ момента вступленія въ магнитное поле къ этимъ двумъ силамъ присоединяется третья сила—напряженіе (сила) магнитнаго поля. Вслѣдствіе этого первоначальное направленіе и скорость движенія зеренъ должны измѣниться, причемъ это измѣненіе будетъ зависѣть отъ магнитной проницаемости отдѣльныхъ зеренъ. Группа зеренъ съ приблизительно одинаковой магнитной проницаемостью направится по одному направленію, другая группа съ другой проницаемостью пойдетъ по другому пути и т. д.

Собравъ эти различные потоки зеренъ отдѣльно, мы, очевидно, получимъ столько же группъ зеренъ одинаковаго минералогиче-

*) Магнитнымъ полемъ называется пространство, на которомъ обнаруживаются магнитныя силы. Какъ извѣстно, силы эти представляютъ собой извѣстныя измѣненія, деформаціи эфира. Напряженіемъ магнитнаго поля называется сила, испытываемая въ какой-нибудь точкѣ магнитнаго поля единицею магнитизма. Поверхность, проведенная черезъ точки поля, въ которыхъ магнитныя силы имѣютъ одинаковую величину, называется поверхностью уровня, перпендикулярныя же къ ней линіи, выражающія собой по величинѣ магнитныя силы, называются магнитными силовыми линіями.

Напряженіе магнитнаго поля измѣряется на практикѣ числомъ силовыхъ линій, пронизывающихъ единицу поверхности уровня или, что то же, поверхности перпендикулярной къ этимъ линіямъ. Если, напримѣръ, число магнитныхъ силовыхъ линій на 1 кв. см. равно H, то и напряженіе магнитнаго поля принято считать равнымъ H.

Само собой разумѣется, что различныя тѣла не одинаково относятся къ силовымъ линіямъ. Одни изъ нихъ представляютъ собой среду, черезъ которую магнитныя силовыя линіи проходятъ легко, другія же представляютъ для прохожденія черезъ нихъ означенныхъ линій извѣстныя затрудненія. Способность пропускать черезъ себя магнитныя силовыя линіи называется магнитной проницаемостью тѣла. Если число магнитныхъ линій на кв. см. магнитнаго поля равно H, число же силовыхъ линій, проходящихъ черезъ кв. см. поверхности какого-нибудь другого тѣла, находящагося въ томъ же магнитномъ полѣ,—B, то магнитная проницаемость $\mu = H/B$.

Всѣ тѣла въ природѣ болѣе или менѣе проницаемы для магнитныхъ линій, только проницаемость нѣкоторыхъ изъ нихъ больше проницаемости воздуха, проницаемость же другихъ—меньше проницаемости воздуха.

скаго состава, а слѣдовательно и одинаковаго удѣльнаго вѣса, чѣмъ и будетъ исчерпана задача обогащенія.

Такъ какъ дѣйствіе магнитнаго поля на находящуюся въ немъ частицу тѣмъ сильнѣе, чѣмъ сильнѣе полюсы, его образующіе, а усиленіе этого дѣйствія въ цѣляхъ магнитнаго обогащенія всегда желательно, то въ настоящее время примѣненіе естественныхъ магнитовъ для цѣлей магнитнаго обогащенія совершенно исключено. Примѣняются исключительно электромагниты съ цѣлью полученія магнитныхъ полей большей напряженности.

Что касается напряженія магнитнаго поля, то оно кромѣ силы образующихъ его полюсовъ зависитъ и отъ разстоянія между полюсами. Чѣмъ меньше это разстояніе, тѣмъ сильнѣе можетъ быть магнитное поле.

Если въ магнитное поле помѣстить тѣло съ большей магнитной проницаемостью, чѣмъ воздухъ, то силовыя линіи, слѣдуя по пути наименьшаго сопротивленія, устремятся въ это тѣло, такъ сказать, сконцентрируются въ немъ: *B* будетъ больше *H*. Если-же магнитная проницаемость тѣла меньше проницаемости воздуха, то силовыя линіи будутъ стремиться какъ бы обойти это тѣло, число же линій, прошедшихъ черезъ тѣло *B*, будетъ меньше *H*. Если мы замѣтимъ, что магнитныя силовыя линіи, представляющія собой по своему существу направленія деформацій эфира, стремятся укорачиваться, т. е. что по направленію ихъ возникаютъ напряженія и что двѣ сосѣднія силовыя линіи стремятся оттолкнуться другъ отъ друга, причемъ каждая магнитная сила испытываетъ боковое давленіе, то механическое дѣйствіе магнитнаго поля при процессахъ обогащенія дѣлается вполнѣ понятнымъ.

Каждое подвижное тѣло, помѣщенное въ магнитное поле, въ зависимости отъ большей или меньшей своей магнитной проницаемости, становится магнитомъ и стремится передвигаться по направленію магнитныхъ линій, причемъ, конечно, слѣдуетъ болѣе сильному притяженію болѣе близко расположеннаго неподвижнаго полюса, которое по закону Ньютона прямо пропорціонально массѣ и обратно пропорціонально квадрату разстоянія.

Магнитная проницаемость свойственна рѣшительно всѣмъ тѣламъ природы и поэтому общепринятое дѣленіе тѣлъ на пара— и діамагнитныя тѣла не можетъ имѣть одного постояннаго значенія. Собственно говоря, можно говорить лишь о томъ, больше или меньше проницаемость какого-нибудь тѣла, находящагося въ извѣстной средѣ проницаемости этой послѣдней.

По отношенію къ воздуху большинство тѣлъ парамагнитны и магнитная проницаемость наименѣе проницаемаго тѣла—висмута—лишь очень немного менѣе проницаемости воздуха (μ висмута $= 0{,}99982$), въ то время какъ въ растворахъ поваренной соли всѣ извѣстныя намъ тѣла являются парамагнитными.

Обстоятельство это имѣетъ крупное значеніе для осуществленія на практикѣ магнитнаго обогащенія. Если магнитная проницаемость раздѣляемыхъ минераловъ велика, то раздѣленіе ихъ можетъ происходить въ менѣе сильномъ магнитномъ полѣ, разстояніе между полюсами можетъ быть болѣе значительно и раздѣляемая руда можетъ приводиться на большемъ отъ полюсовъ разстояніи. Чѣмъ слабѣе проницаемость минераловъ, тѣмъ сильнѣе должно быть магнитное поле, необходимое для ихъ раздѣленія, тѣмъ ближе должны быть другъ къ другу полюсы, тѣмъ въ меньшемъ отъ нихъ разстояніи должна проходить руда. Теоретически минимальное разстояніе между полюсами можетъ равняться двойному діаметру раздѣляемыхъ зеренъ (одни зерна пристаютъ къ поверхности полюса, другія проходятъ мимо), но на практикѣ подобное устройство, конечно, неосуществимо, какъ мы и увидимъ изъ нижеслѣдующаго описанія различныхъ существующихъ системъ магнитныхъ сепараторовъ.

Слѣдуетъ замѣтить, что для цѣлей магнитнаго обогащенія всегда слѣдуетъ стремиться къ полученію возможно интенсивнаго магнитнаго поля. Для случаевъ обогащенія слабомагнитныхъ тѣлъ обстоятельство это понятно само собой, что же касается случаевъ обогащенія тѣлъ, обладающихъ сильно магнитными свойствами, напримѣръ, магнитнаго желѣзняка, то и здѣсь оно имѣетъ крупное значеніе, такъ какъ при сильномъ магнитномъ полѣ возможно въ небольшихъ сепараторахъ обработать большія количества руды.

Однимъ изъ главныхъ обстоятельствъ, обусловливающихъ успѣхъ магнитнаго обогащенія, является скорость частицъ рудной смѣси, съ которой они попадаютъ въ магнитное поле.

Скорость эта, очевидно, должна быть тѣмъ меньше, чѣмъ меньше магнитная проницаемость раздѣляемыхъ рудныхъ зеренъ, и наоборотъ. Обстоятельство это весьма ярко иллюстрируется слѣдующими опытами Ланггута, произведенными имъ въ сепараторѣ типа Мехернихъ (см. ниже).

Между полюсами была пропущена лента толщиною въ 5 мм., по которой въ магнитное поле подавалась смѣсь рудныхъ зеренъ въ $^3/_4$ мм. діаметромъ, состоявшая изъ магнитнаго желѣзняка, родонита и цинковой обманки.

Расходъ электрической энергіи равнялся 1000 амперволтамъ,

такъ что между полюсами образовывалось весьма интенсивное магнитное поле.

Скорость движенія ленты, а слѣдовательно и скорость подачи въ магнитное поле рудныхъ частицъ измѣнялась, причемъ получались слѣдующіе результаты:

При скорости движенія ленты въ					100	м.	въ	мин.	извлекался полностью магнитный желѣзнякъ.
»	»	»	»	»	70	»	»	»	извлекалась часть родонита. цинковая обманка не извлекалась вовсе.
»	»	»	»	»	50	»	»	»	весь родонитъ извлекался. цинковая обманка по прежнему не извлекалась вовсе.
»	»	»	»	»	40	»	»	»	часть цинковой обманки извлекалась.
»	»	»	»	»	30	»	»	»	цинковая обманка извлекалась полностью.

Изъ этой таблицы ясно усматривается, насколько важно согласовать при магнитномъ обогащеніи скорость движенія рудныхъ частицъ съ ихъ магнитной проницаемостью. Поэтому возможность регулировать скорость подачи руды въ сепараторъ является однимъ изъ главныхъ условій его успѣшнаго дѣйствія.

Вообще говоря, большая скорость движенія рудныхъ частицъ черезъ магнитное поле неблагопріятна для магнитнаго обогащенія, а потому, напримѣръ, пользованіе для цѣлей магнитнаго обогащенія скоростью свободнаго паденія рудныхъ зеренъ не представляется раціональнымъ: скорость этого паденія настолька велика, что чтобы нарушить движеніе, обусловленное ею, необходимо затратить черезчуръ большое количество магнитизма.

Магнитное обогащеніе можетъ быть сухимъ или мокрымъ. Въ первомъ случаѣ руда должна быть совершенно сухой, такъ какъ иначе частицы ея могутъ слипаться, что, конечно, вредно отзовется на результатахъ работы. Что касается мокраго обогащенія, то примѣненіе его до сихъ поръ остается лишь ограниченнымъ, такъ какъ, вообще говоря, треніе между водой и подвѣшенными въ ней рудными частицами слишкомъ значительно по отношенію

къ сравнительно слабому дѣйствію магнитизма. Поэтому мокрое магнитное обогащеніе примѣнимо, главнымъ образомъ, къ рудамъ сильно магнитнымъ, для рудъ же слабо магнитныхъ способъ этотъ можетъ быть примѣненъ для обработки тѣхъ частицъ, которыя при сухомъ обогащеніи терялись бы въ видѣ пыли. Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что рудныя частицы слѣдуютъ за движеніемъ воды въ зависимости отъ своего удѣльнаго вѣса, вслѣдствіе чего при мокромъ магнитномъ обогащеніи получаемъ извѣстное значеніе и удѣльный вѣсъ минераловъ, чего при сухомъ обогащеніи, практически говоря, не происходитъ.

Всѣ существующіе магнитные сепараторы можно раздѣлить на двѣ группы: сепараторы съ подвижными магнитами и сепараторы съ неподвижными магнитами.

I. Сепараторы съ подвижными магнитами.

Къ этой категоріи сепараторовъ принадлежали первые магнитные сепараторы, изъ которыхъ упомянемъ сепараторъ Wall'я,

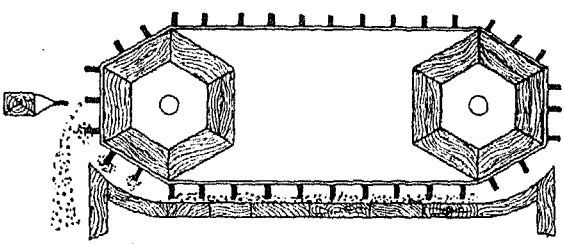


Рис. 216.

предложенный имъ въ 1847 г. для раздѣленія магнитнаго желѣзняка отъ мѣднаго колчедана.

Онъ состоитъ (рис. 216) изъ двухъ деревянныхъ барабановъ, на которыхъ было натянуто безконечное полотно съ прикрѣпленными къ нему подковообразными магнитами, полюсы которыхъ были заострены.

Поступившая въ обогащеніе руда доставлялась въ углубленіе лодъ сепараторомъ, и магниты, проходя при вращеніи ленты черезъ массу руды, выбирали изъ нея сильно магнитныя частицы, которыя пристава-ли къ ихъ острымъ концамъ. Удаленіе приставшей къ магнитамъ руды производилось при помощи особыхъ маг

нитовъ, укрѣпленныхъ на высотѣ оси барабана. Магниты ленты, проходя мимо этихъ магнитовъ, размагничивались, и приставшая къ нимъ руда падала внизъ.

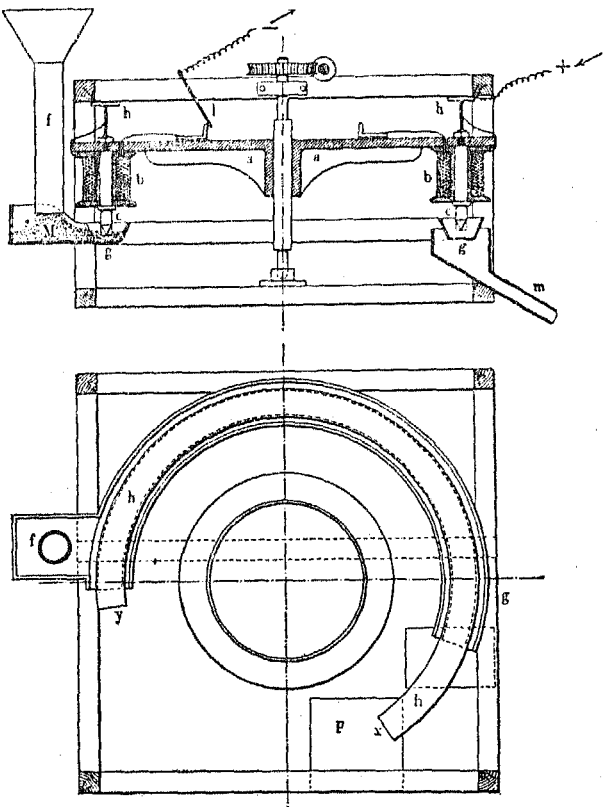


Рис. 217 и 218.

Сепараторъ этотъ интересенъ въ томъ отношеніи, что въ немъ уже использовано свойство заостренныхъ концовъ полюсовъ концентрировать магнитное поле. Слѣдуетъ кромѣ того замѣтить, что изобрѣтатель этого сепаратора указывалъ на возможность замѣны постоянныхъ магнитовъ электромагнитами.

Въ сепараторѣ Patzig'a (рис. 217 и 218) на вертикальной вращающейся оси вращается дискъ *a*, на нижней сторонѣ котораго укрѣплено около 20 электромагнитовъ *b*, нижнія части

сердечниковъ которыхъ заострены въ трехгранную пирамиду. Руда помѣщается въ желобѣ g, поступая въ него изъ засыпной воронки f.

Токъ поступаетъ въ аппаратъ по рельсу h и выходитъ черезъ контактъ l. У x происходитъ разобщеніе электромагнитовъ съ токомъ и приставшая къ ихъ сердечникамъ руда падаетъ въ пріемникъ p.

Аппаратъ этотъ, по словамъ Веддинга, оказался очень удобнымъ для раздѣленія смѣси крупныхъ зеренъ.

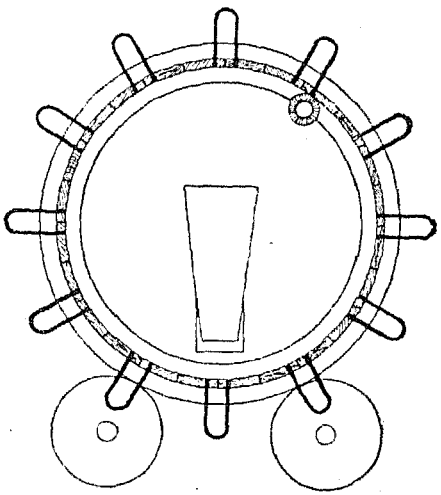


Рис. 219.

Въ то время, какъ въ только что описанномъ сепараторѣ движеніе магнитовъ происходитъ въ горизонтальномъ направленіи, существуетъ цѣлый рядъ приборовъ, въ которыхъ магниты описываютъ въ вертикальной плоскости окружность, подобно описанному выше сепаратору Wall'я, съ тою разницею, что вмѣсто безконечнаго полотна магниты укрѣпляются на барабанѣ, причемъ намагничиванію подвергается или внутренность барабана, или же его поверхность.

Сюда прежде всего относится сепараторъ Haßermann'a, построенный въ Пшибрамѣ для отдѣленія обожженнаго шпатоватаго желѣзняка отъ цинковой обманки (рис. 219).

Деревянный барабанъ $1^1/_2$ м. діаметромъ лежитъ на фрикціонныхъ роликахъ и дѣлаетъ отъ 6 до 8 оборотовъ въ минуту. На немъ укрѣплено 12 подковообразныхъ магнитовъ, полюсы которыхъ проходятъ черезъ стѣнки барабана. Руда подается во внутрь барабана, причемъ магнитныя ея части пристаютъ къ полюсамъ магнитовъ, съ которыхъ она удаляется особой щеткой, не магнитныя же части руды слѣдуютъ уклону образующей барабана, удаляясь такимъ образомъ изъ него. Посредствомъ особыхъ пру-

жинъ барабану сообщаются время отъ времени легкія сотрясенія, чтобы удалить съ полюсовъ увлеченныя магнитными частицами частицы пустой породы.

Что касается техническихъ результатовъ работы сепаратора Habermann'a, то они приведены въ слѣдующей таблицѣ:

	% Zn.	% Fe.
Поступившая въ обогащеніе руда .	14,4	33
1-й концентратъ	36,7	11,1
Отбросъ 1-й	12,1	35,0
Отбросъ подвергался вторичной обработкѣ, причемъ получались:		
2-й концентратъ	41,4	9,0
Отбросъ 2-й	7,0	39,1
1-й концентратъ также подвергался вторичной обработкѣ, причемъ получались:		
3-й концентратъ	42,7	6,0
Отбросъ 3-й	24,7	21,8

Сепараторъ, употреблявшійся въ Аллеварѣ (рис. 220 и 221), во многомъ похожъ на только что описанный, съ тою разницею, что вмѣсто барабана мы имѣемъ здѣсь валки изъ твердаго дерева, въ каждомъ изъ которыхъ вставлено 72 стальныхъ подковообразныхъ магнита. Магнитная часть руды, поступающая на валокъ (въ Аллеварѣ на описываемыхъ приборахъ обогащалась лишь мелкая, пылеобразная руда), пристаетъ къ полюсамъ магнитовъ и счищается съ нихъ щетками *D* (рис. 219).

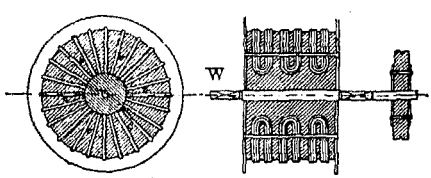


Рис. 220.

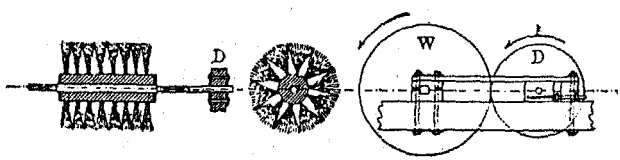


Рис. 221.

На четыре подобныхъ валка въ Аллеварѣ расходовалось около 8 *HP*, причемъ въ 10-часовую смѣну сепараторы успѣвали переработывать 25 тоннъ руды, изъ которой получалось 5 тоннъ богатаго концентрата.

Сепараторъ Бейтера (Beuther) (рис. 222—23) отличается отъ описанныхъ сепараторовъ лишь тѣмъ, что въ немъ руда не приходитъ въ непосредственное соприкосновеніе съ полюсами

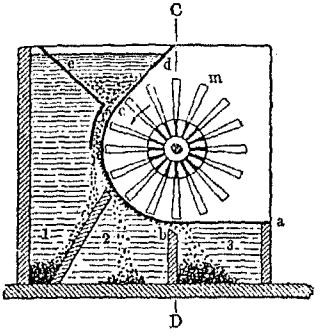


Рис. 222.

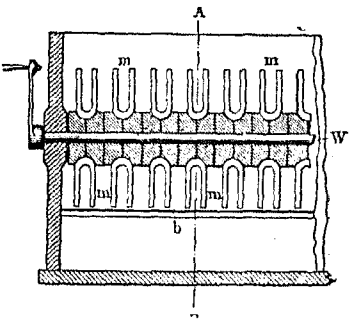


Рис. 223.

магнитовъ, отдѣлялись отъ нихъ латуннымъ или мѣднымъ кожухомъ a b c d. Другимъ характернымъ отличіемъ этого сепаратора является то, что онъ приспособленъ для мокраго обогащенія. Не магнитная часть руды къ кожуху не пристаетъ и падаетъ въ отдѣленіе *1*, магнитная же часть, приставъ къ кожуху, скользитъ вслѣдъ за движеніемъ магнитовъ, вращающихся вмѣстѣ съ валомъ *W* подъ вліяніемъ силы тяжести по его поверхности, пока наконецъ послѣдняя сила не оторветъ ихъ отъ него. Наиболѣе магнитныя части попадаютъ въ отдѣленіе *3*, менѣе же магнитныя (промежуточный продуктъ) въ отдѣленіе *2*.

Въ непосредственной преемственной связи съ описаннымъ сепараторомъ стоитъ сепараторъ Селлы (Sella), который является, повидимому, первымъ сепараторомъ, въ которомъ на практикѣ вмѣсто постоянныхъ магнитовъ были примѣнены электромагниты.

Въ виду такого его историческаго значенія, а также въ виду безспорно остроумной конструкціи его, опишемъ его нѣсколько болѣе подробно.

Сепараторъ этотъ былъ построенъ Селлой въ 1858 г. спеціально для обработки руды мѣсторожденія Траверселлы, представляющей собой плотный магнитный желѣзнякъ, въ которомъ частью въ друзахъ, частью же въ вкрапленномъ состояніи находится большое количество различныхъ минераловъ, главнѣйшіе изъ которыхъ суть: мышьяковистыя и сурьмянистыя руды, цинковая обманка,

сѣрный и мѣдный колчеданъ, молибденовый блескъ, шеелитъ, доломитъ, хлоритъ, гранатъ, амфиболъ и пироксенъ.

Добываемая на рудникѣ руда подвергалась ручной сортировкѣ и раздѣлялась на три сорта.

1) Чистый магнитный желѣзнякъ, не содержащій сѣрнистыхъ металловъ.

2) *Чистые сѣрнистые металлы съ пустой породой.*

3) Смѣсь магнитнаго желѣзняка, сѣрнистыхъ металловъ и пустой породы.

Первый сортъ поступалъ непосредственно въ плавку.

Второй сортъ раздѣлялся на два класса, отличавшіеся другъ отъ друга содержаніемъ пустой породы или мѣди.

Первый изъ нихъ съ содержаніемъ Cu большимъ 4% состоялъ изъ кусковъ сѣрнаго колчедана, содержащаго мѣдный колчеданъ, *и немного пустой породы. Этотъ классъ* руды разбивался на куски величиною въ 1 дюймъ, обжигался въ открытыхъ стойлахъ и плавился въ шахтныхъ печахъ на купферштейнъ.

Всѣ эти работы производились на обогатительной фабрикѣ ради уменьшенія расходовъ по доставкѣ на мѣдиплавильный заводъ.

Второй классъ содержалъ въ большинствѣ случаевъ 50—75% *известковаго шпата и доломита, а также немного кварца и хлорита. Мѣди въ немъ около* 2—3%.

Руда эта измельчалась въ валкахъ, раздѣлялась на нѣсколько классовъ по величинѣ зерна (въ барабанахъ) и обогащалась *на отсадочныхъ рѣшетахъ*, штосгердахъ и плангердахъ. Получающійся шлихъ съ $7^1/_2$ — 8% Cu обжигался и сплавлялся на штейнъ.

Руда третьей категоріи раздѣлялась на два сорта:

a) Съ содержаніемъ около 50% пустой породы, 25% магнитнаго желѣзняка и 25% сѣрнистыхъ металловъ съ 2—4% Cu.

b) Состоящій почти исключительно изъ магнитнаго желѣзняка съ мелко вкрапленными сѣрнистыми металлами съ содержаніемъ мѣди въ $2^1/_2$—4%.

Оба эти сорта и подвергались магнитному обогащенію. Разница въ ихъ обработкѣ состояла въ томъ, что первый изъ нихъ подвергался передъ дальнѣйшимъ обогащеніи промывкѣ съ цѣлью удаленія пустой породы. Вся руда подвергалась измельченію,

послѣ чего вся руда третьей категоріи представляла собой смѣсь магнитнаго желѣзняка, сѣрнаго и мѣднаго кол-

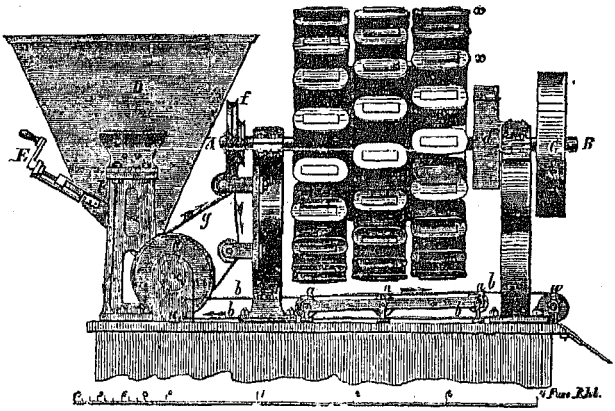


Рис. 224.

чедана и поступала на магнитный сепараторъ Селлы, который (рис. 224—226) состоялъ изъ деревяннаго широкаго колеса, укрѣпленнаго на горизонтальномъ валу AB; діаметръ колеса—19″. На поверхности его расположены 3 ряда электромагнитовъ по 18 въ каждомъ. Каждый электромагнитъ состоитъ изъ сердечника изъ

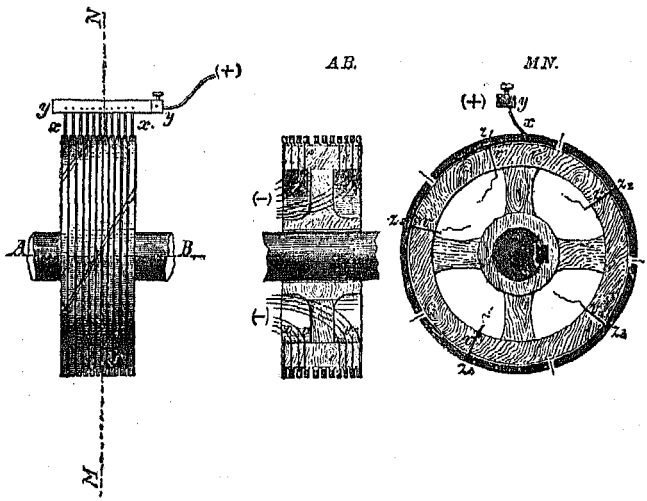


Рис. 225.

мягкаго желѣза (величиною $1'' \times 5'' \times 6''$), обмотаннаго изолированною мѣдною проволокою. Обмотка электромагнитовъ заключена сверху и снизу между двумя латунными пластинками *xx* (см. рис. 224), надъ которыми выдаются концы желѣзныхъ сердечниковъ (на $^3/_8''$). Подъ описаннымъ колесомъ движется безконечная лента, двигающаяся на валкахъ a_1 a_2 діаметромъ $3''$, длиною — $14''$. Валки *aaa* предохраняютъ ленту отъ провисанія.

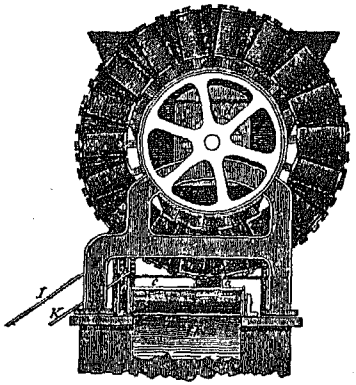


Рис. 226.

Движеніе ленты, происходящее въ направленіи, указанномъ на рисункѣ 224 стрѣлкою, передается отъ вала *AB* шкивомъ *f* посредствомъ безконечнаго ремня *g* и шкива *C*. На оси послѣдняго имѣется зубчатое колесо *c*, сцѣпляющееся съ зубчатымъ колесомъ, сидящемъ на валкѣ *a*. Засыпка руды производится черезъ воронку *D*.

Въ нижней части ея, приходящейся надъ безконечною лентою, имѣется отверстіе въ $4''$ длиною, ширина котораго можетъ регулироваться посредствомъ рукоятки *E* и штока *F*.

Въ ящикѣ *d* находится приспособленіе для замыканія и размыканія электрическаго тока.

Шкивъ *g* служитъ для приведенія въ движеніе всей машины.

Работа сепаратора происходила слѣдующимъ образомъ.

Колесо съ электромагнитами отъ шкива *g* приводилось въ движеніе въ направленіи движенія часовой стрѣлки (рис. 226), а одновременно двигалась и безконечная лента въ направленіи, показанномъ на рис. стрѣлкою. Вращая рукоятку *E*, открываютъ засыпное отверстіе воронки *D* и руда начинаетъ поступать на безконечную ленту полосою шириною въ $4''$ и толщиною, регулируемой по желанію.

Токъ въ ящикѣ *d* регулировался такимъ образомъ, что магнитизмъ возбуждался только въ тѣхъ электромагнитахъ, которые приходились надъ безконечною лентою, немного не соприкасаясь съ находящейся на послѣдней рудою. 11 электромагнитовъ

единовременно возбуждаются такъ, что каждый сердечникъ, пройдя надъ рудою, остается магнитнымъ до тѣхъ поръ, пока не пройдетъ надъ рудой четвертый за нимъ сердечникъ.

Такимъ образомъ, на рис. 226 намагниченными являются сердечники 1, 2, 3 и 4.

Пристающая къ сердечнику руда—магнитный желѣзнякъ—удерживается на немъ до момента прерыванія тока, послѣ чего падаетъ на наклонную плоскость J. Случайно увлеченныя не магнитныя частицы руды отваливаются вслѣдствіе центробѣжной силы сердечника во время пути его изъ положенія 1 въ положеніе 4-е и попадаютъ на наклонную плоскость *K*.

Не магнитныя части руды—сѣрнистые металлы—остаются на безконечной лентѣ и при переходѣ ея черезъ валикъ a_2 скатываются по наклонной плоскости *H*.

Такъ какъ безконечная лента движется медленно и, благодаря устройству электромагнитнаго колеса, руда подвергается нѣсколькократному выбирательному дѣйствію магнитовъ, то работа сепаратора являлась очень совершенной: весь магнитный желѣзнякъ извлекался изъ руды вполнѣ.

Наиболѣе существенной и интересной частью сепаратора являлось устройство для размыканія и смыканія тока, помѣщенное, какъ сказано выше, въ ящикѣ *d* и детально изображенное на рис. 225. Какъ мы видѣли выше, требованія, которыя предъявлялись къ этому устройству, сводились къ тому:

1) чтобы единовременно намагничивались 11 сердечниковъ и

2) чтобы каждый изъ нихъ оставался намагниченнымъ въ теченіе приблизительно $^1/_5$ времени $\left(\frac{18}{4}\right)$ полнаго оборота колеса.

Селла рѣшилъ эту задачу слѣдующимъ образомъ.

На валъ *AB* сепаратора онъ насадилъ деревянный барабанъ діаметромъ въ 9″, на которомъ одѣты 11 мѣдныхъ колецъ, толщиною по 2 линіи, каждое изъ которыхъ раздѣлено на 5 сегментовъ $z_1\ z_2\ z_3\ z_4\ z_5$. Какъ кольца, такъ и сегменты совершенно изолированы другъ отъ друга. Каждый сегментъ каждаго кольца соединенъ посредствомъ мѣдной проволоки *v v* съ однимъ концомъ обмотки электромагнитовъ. Соединеніе это очень легко сдѣлать, такъ какъ описываемый барабанъ вращается вмѣстѣ съ электромагнитнымъ колесомъ.

Надъ барабаномъ, параллельно оси AB, находится мѣдная пластинка $y\ y$, къ которой прикрѣплены 11 мѣдныхъ же пружинъ $x\ x$, прижимающихся къ каждому изъ упомянутыхъ выше 11 мѣдныхъ колецъ.

Пластинка $y\ y$ находилась въ соединеніи съ положительнымъ полюсомъ батареи, которая въ данномъ случаѣ состояла изъ 6 большихъ бунзеновскихъ элементовъ.

При такомъ устройствѣ токъ, очевидно, будетъ проходить каждый данный моментъ черезъ 11 электромагнитовъ, возбужденіе которыхъ будетъ длиться $^1/_5$ времени оборота колеса.

Благодаря же косому расположенію по отношенію другъ къ другу сегментовъ (какъ это видно на рис. 225), возбужденіе электромагнитовъ будетъ происходить именно въ томъ порядкѣ, какой необходимъ для работы сепаратора.

Изъ обмотокъ электромагнитовъ токъ по мѣднымъ проволокамъ поступаетъ въ мѣдный дискъ, находящійся на томъ же валу AB. Къ этому диску прижимается пружина, соединенная съ отрицательнымъ полюсомъ батареи.

Практическіе результаты работы сепаратора были слѣдующіе:

Расходъ силы не превосходилъ $^1/_4$ *HP* (при 10 оборотахъ главнаго вала AB).

Въ 1 часъ сепараторъ перерабатывалъ 3 центнера руды, т. е. въ сутки 72 центнера, причемъ получавшіеся продукты распредѣлялись слѣдующимъ образомъ:

a) магнитнаго желѣзняка получалось	4248 ф.	или	59,0 %
b) сѣрнистыхъ металловъ „ „	1922 „	„	26,7 %
c) смѣси . . . . . „ „	1030 „	„	14,3 %
	7200 „	„	10,0 %

Изъ сорта *c*, который вторично пропускался подъ сепараторомъ, извлекалось еще 2 центнера сѣрнистыхъ металловъ, такъ что въ круглыхъ цифрахъ въ сутки сепараторъ давалъ 42 центнера магнитнаго желѣзняка и 21 центнеръ сѣрнистыхъ металловъ съ содержаніемъ мѣди въ 6—8%.

При 300 рабочихъ дняхъ въ году сепараторъ давалъ 12600 центнеровъ м. желѣзной и 6300 ц. мѣдной руды.

На 100 центнеровъ переработанной руды стоимость магнитнаго обогащенія ложилась слѣдующимъ образомъ:

Сортировка руды	2	тал.	20	зильб.	гр.	—	пф.
Доставка къ дробилкамъ . .	„	„	6	„	„	—	„
Дробленіе	1	„	25	„	„	2	„
Амортизація	„	„	10	„	„	—	„
Рабочимъ и подруч. . . .	„	„	7	„	„	9	„
Заряженіе баттареи. . . .	3	„	19	„	„	7	„
Освѣщеніе	„	„	10	„	„	6	„
Ремонтъ.	„	„	1	„	„	—	„
	11	тал.	10	зильб.	гр.	—	пф.

Если принять въ разсчетъ стоимость получившагося магнитнаго желѣзняка, то, переводя на русскія мѣры, видно, что пудъ обогащенной 8% мѣдной руды по обогащеніи стоитъ около 3 коп.

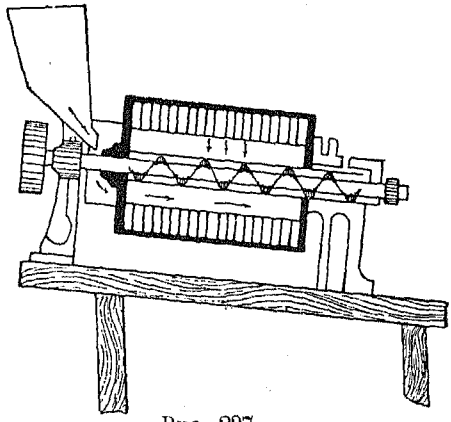


Рис. 227.

Описанный сепараторъ Селли вызвалъ цѣлый рядъ подражаній, но всѣ они подобно описанному отличались тѣмъ недостаткомъ, что магнитное поле ихъ было крайне невелико, ограничивалсь лишь оконечностями полюсовъ магнитовъ, что обусловливало мало совершенное отдѣленіе (магнитныхъ частицъ руды отъ немагнитныхъ, а также и малую производительность приборовъ).

Существенно улучшеннымъ въ этомъ отношеніи явился сепараторъ Сименса-Гальске (рис. 227).

Онъ представляетъ собой наклонно расположенный барабанъ, составленный изъ желѣзныхъ колецъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга латунными прокладками *) и соединенныхъ между собою желѣзными полосами на внѣшней поверхности барабана. При

*) Прокладки эти устроены такимъ образомъ, что между желѣзными кольцами помѣщаются кромѣ того и обмотки, служащія для возбужденія электромагнитовъ.

этомъ, конечно, каждая пара желѣзныхъ колецъ образуетъ собой магнитъ, точно такъ же, какъ и вся внутренняя поверхность барабана (за исключеніемъ, конечно, латунныхъ прокладокъ). Слѣдуетъ замѣтить, что обмотки

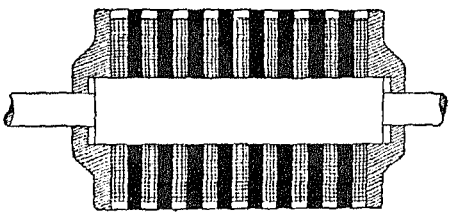


Рис. 228.

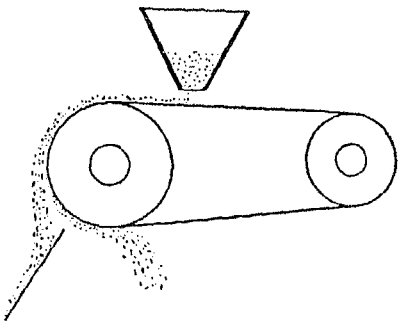


Рис. 229.

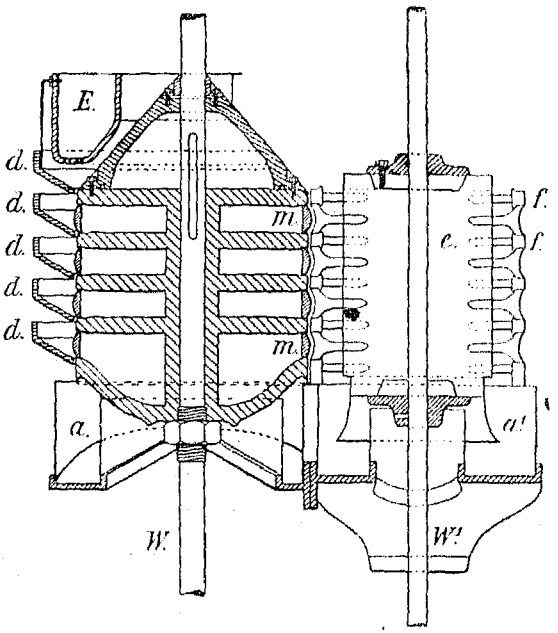


Рис. 230.

располагаются такимъ образомъ, что кольца у выходного конца барабана намагничиваются сильнѣе, чѣмъ кольца у выходного отверстія, чѣмъ достигается большая чистота работы.

Какъ видно изъ этого описанія, сепараторъ Сименса и Гальске по идеѣ вполнѣ тождественъ съ сепараторомъ Habermann'a, между

тѣмъ какъ сепараторъ Финнея (рис. 228—229) напоминаетъ собой сепараторъ въ Аллеварѣ.

Здѣсь рабочей поверхностью является наружная поверхность цилиндра, составленнаго изъ желѣзныхъ дисковъ съ латунными прокладками и обмоткой между ними.

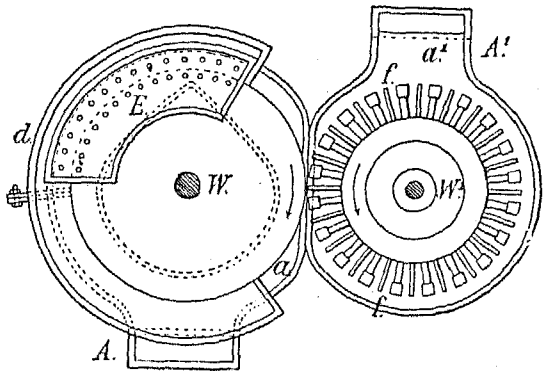


Рис. 231.

Дѣйствіе прибора понятно изъ рис. 229.

Въ преемственной связи съ только что описанными сепараторами находится получившій за послѣднее время значительное распространеніе *) сепараторъ Грендаля (рис. 290 и 231).

На вертикальной оси W одѣты 5 дисковъ изъ самой мягкой мартеновской стали на разстояніи 60 мм. другъ отъ друга. Въ этихъ промежуткахъ помѣщается обмотка для возбужденія электромагнитовъ (непоказанная на рисункѣ) такимъ образомъ, что число витковъ увеличивается сверху внизъ, вслѣдствіе чего нижніе диски намагничиваются сильнѣе верхнихъ, причемъ кромѣ того первый, третій и пятый дискъ дѣлаются сѣверными полюсами, второй же и четвертый—южными.

Латунныя кольца m предохраняютъ обмотку отъ воды (сепараторъ Грендаля предназначенъ для мокраго обогащенія).

Рудная муть подается изъ воронки E приблизительно на $^1/_4$ периферіи сепаратора и по желобамъ d проводится мимо всѣхъ намагниченныхъ дисковъ его. Муть, содержащая немагнитныя части руды, собирается въ желобѣ a и смывается при содѣйствіи добавочной струи воды въ горловину A.

*) Былъ между прочимъ примѣненъ на Питкарантскомъ рудникѣ.

Черезъ обмотку сепаратора пропускаютъ токъ въ 31 амп. и 6 вольтъ. При этомъ къ верхнему диску, который намагничивается слабѣе другихъ, пристаютъ лишь наиболѣе магнитныя частицы руды, т. е. наиболѣе богатый шлихъ, ко второму диску пристаетъ менѣе богатый шлихъ и т. д. Регулируя силу тока, можно достигнуть того, что шлихъ, не заслуживающій дальнѣйшей обработки, будетъ уходить вмѣстѣ съ пустой породой.

Удаленіе приставшаго къ дискамъ шлиха производится съ помощью вала e (на оси W^1), на которомъ насажено пять рядовъ желѣзныхъ острій f, между концами которыхъ и дисками сепаратора остается пространство въ 4—5 мм. Дѣйствіе этихъ острій слѣдующее. Попадая въ магнитное поле диска, они, благодаря своей формѣ, намагничиваются сильнѣе его, вслѣдствіе чего шлихъ, приставшій къ диску, переходитъ на нихъ. При вращеніи вала e острія выходятъ изъ магнитнаго поля, размагничиваются и приставшій къ нимъ шлихъ падаетъ въ желобъ a_1, откуда и смывается въ горловину A^1.

Сепараторъ дѣлаетъ около 25 оборотовъ въ минуту, валъ же e—225 и употребляется главнымъ образомъ для обработки мелкихъ сортовъ съ величиною зеренъ въ 0,5 мм.

Изъ тонны сырой руды съ 30% *Fe* получается 0,476 *t* богатаго шлиха съ 61% *Fe*. По Трентову стоимость обогащенія на 1 тонну богатаго шлиха равнялась 5,18 маркамъ.

Производительность сепараторовъ Грендаля въ зависимости отъ ихъ величины и качества руды колеблется отъ 25 до 60 тоннъ сырой руды въ сутки при токѣ въ 8 амп. и 35 вольтъ.

Стоимость сепаратора Грендаля около 1600 кронъ.

О дѣйствіи сепаратора Грендаля д-ръ Вейскопфъ приводитъ данныя, помѣщенныя на стр. 293.

Сепараторъ Вимана (рис. 232 и 233) состоитъ изъ желѣзнаго сердечника съ обмоткой, къ обоимъ концамъ котораго прикрѣплены желѣзные диски, между которыми, какъ бы образуя поверхность барабана, помѣщены желѣзныя полосы, соединяющіяся поперемѣнно съ однимъ изъ дисковъ, какъ это видно на рисункѣ 232.

Сепараторъ этотъ чаще всего употребляется для сухого обогащенія, но можетъ быть примѣненъ и для мокраго. Въ этомъ случаѣ онъ устанавливается, какъ изображено на рис. 233.

Величина зеренъ мм.	Продуктъ.	% по вѣсу.	*Fe* %.	*Ph* %.	*S* %.	производ. въ день.	Потребн. сила *HP*.	Амперы.	Вольты.
—	сырая руда	100	35	—	—	—	—	18—10	35
—	концент. .	73,7	61	—	—				
—	отвалъ. . .	36,3	—	—	—				
—	сырая руда	100	36,8	0,014	0,11	30—40	30—35	1,7	—
—	концент. .	45,5	61,58	0,006	0,45				
—	отвалъ. . .	54,5	12	—	—				
77%—0,15 мм.	сырая руда	100	38	—	—	—	30	8,5	—
—	концент. .	45,9	58	—	—				
—	отвалъ. . .	54,1	13,6	—	—				
—	сырая руда	100	15—20	—	—	25—30	55	5—7	30
5	концент. .	21	57	—	—				
—	отвалъ. . .	79	—	—	—				
—	сырая руда	100	45,3	0,0083	0,198	30,8	40	—	—
1,5	концент. .	48,6	64	0,0023	0,082				
—	отвалъ. . .	50	7	0,0024	0,296				

Существенный недостатокъ описанныхъ цилиндрическихъ (или барабанныхъ) сепараторовъ состоитъ въ томъ, что собственно

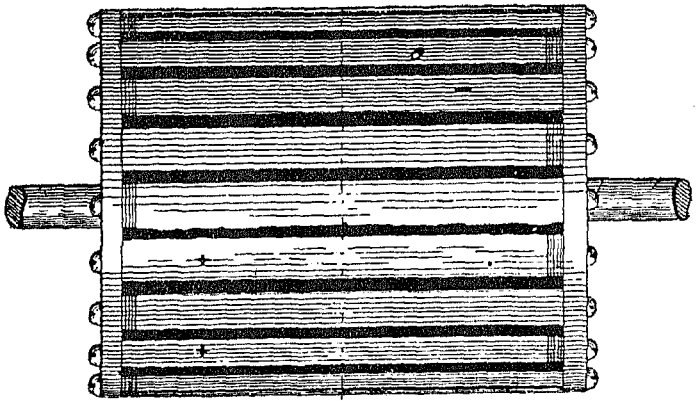


Рис. 232.

рабочей поверхностью является всего $^1/_4$ до $^1/_2$ всей поверхности барабана, который между тѣмъ намагничивается цѣликомъ.

Этотъ недостатокъ въ значительной степени устраненъ Венстремомъ.

Сепараторъ Wenström'a (рис. 234) состоитъ изъ горизонтальнаго цилиндрическаго вращающагося вокругъ неподвижной оси бара-

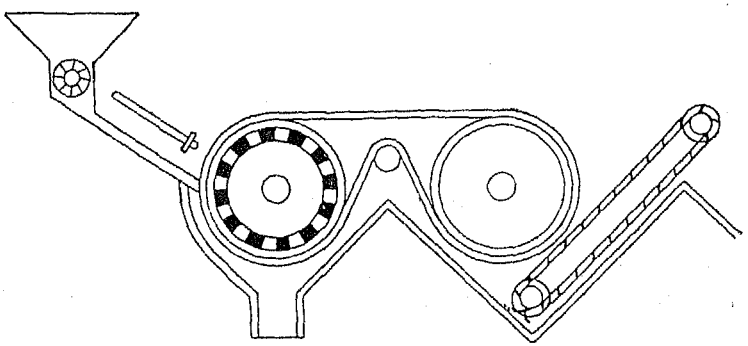


Рис. 233.

бана, образованнаго изъ расположенныхъ попеременно полосъ (изъ мягкаго желѣза) и деревянныхъ брусковъ. У желѣзныхъ брусковъ имѣются внутри выступы (въ данномъ случаѣ три), со-

прикасающіеся съ соотвѣтственными выступами F электромагнита M, укрѣпленнаго эксцентрично на оси барабана. Съ одной стороны электромагнита выступы F обточены такимъ образомъ, что при вращеніи барабана соприкасаются съ выступами на желѣз-

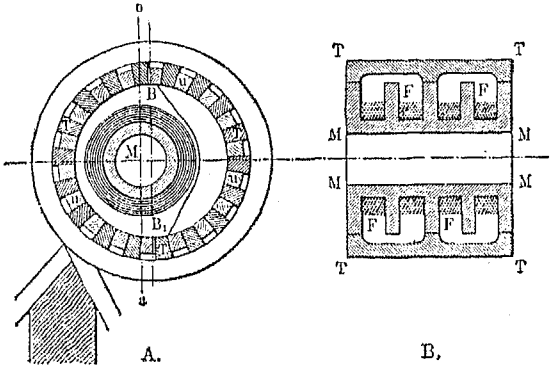


Рис. 234.

ныхъ брускахъ послѣдняго. Съ другой же стороны они обрѣзаны и не соприкасаются съ барабаномъ.

Дѣйствіе сепаратора очень просто. Барабанъ приводится въ движеніе, сверху на него падаетъ руда, магнитныя части которой пристаютъ къ намагниченнымъ отъ соприкосновенія съ электромагнитомъ желѣзнымъ брускамъ, немагнитныя же падаютъ внизъ. При вращеніи барабана (по направленію стрѣлки) бруски, къ которымъ приставала руда, перестаютъ соприкасаться съ выступами электромагнита и размагничиваются: приставшая къ нимъ руда отпадаетъ.

Приборъ Венстрема весьма распространенъ въ Швеціи, гдѣ считается особенно пригоднымъ для обработки крупнаго подрудка, причемъ строится преимущественно двухъ размѣровъ.

Въ первомъ изъ нихъ діаметръ барабана 27″ при длинѣ въ 24″, причемъ количество руды, обрабатываемой въ часъ, достигаетъ 5 тоннъ, при величинѣ кусковъ въ 4 дюйма діаметромъ. Расходъ электричества: 15 амп. и 110 вольтъ.

Діаметръ барабана меньшаго типа—20″, длина—15″, количество обрабатываемой въ часъ руды—3 тонны при величинѣ кусковъ руды въ $1^1/_2$″.

Общій расходъ механической силы на сепараторъ Венстрема большаго типа составляетъ: $^1/_2$ *HP* для вращенія барабана и

$1^1/_2$ *HP*—на полученіе тока. Что касается сепараторовъ меньшаго типа, то въ шведской литературѣ имѣются указанія, что на обмотку ихъ электромагнита идетъ 15 фунтовъ проволоки и что наиболѣе употребительный токъ—10 амп. при 35 вольтахъ.

На рудникахъ Даннеморы сепараторъ большаго размѣра даетъ продуктъ съ 59% *Fe*, меньшаго же размѣра—съ 45% *Fe*. Стоимость магнитнаго обогащенія составляетъ 9,8 центовъ (19,6 коп.) на тонну обогащенной руды.

Въ Америкѣ на Верхнемъ озерѣ (рудникъ Michigamme) опытнымъ путемъ найдено выгоднымъ классифицировать руду передъ поступленіемъ ея въ сепараторъ, причемъ классу менѣе $^1/_4''$ оказывается болѣе раціонально не давать падать на поверхность барабана, а подводить его на лентѣ на такое разстояніе къ послѣднему, чтобы магнитныя частицы могли быть притянуты имъ. Обстоятельство это объясняется тѣмъ, что при болѣе мелкой рудѣ невозможно заставить руду поступать на барабанъ достаточно тонкимъ и равномѣрнымъ слоемъ. Чѣмъ сильнѣе токъ, тѣмъ больше можетъ быть разстояніе, на которое должна быть подведена къ барабану руда. Вотъ нѣсколько результатовъ работы сепаратора Венстрема.

	Сырая руда.		Концентраты.		Отбросы.	
	Fe %.	*Ph* %.	*Fe* %.	*Ph* %.	*Fe* %.	*Ph* %.
I.	53,73	0,023	61,53	0,006	3,55	—
II.	40,99	—	59,80	—	1,62	—
III.	41,6	—	64,0	—	15,10	—
IV.	59,1	1,249	61,8	0,847	14,3	4,825

Недостаткомъ аппаратовъ Венстрема слѣдуетъ считать, что магнитное поле ихъ не является однороднымъ.

Для устраненія этого недостатка Кёртни (Courtney) предложилъ конструкцію сепаратора, изображенную на рис. 235.

Приборъ этотъ для мокраго обогащенія отличается отъ описанныхъ выше сепараторовъ Вимана и Финнея лишь спеціаль-

ной формой желѣзныхъ полосъ съ цѣлью полученія болѣе равномѣрнаго магнитнаго поля.

Въ настоящее время описанная конструкція прибора Кёртни усовершенствована слѣдующимъ образомъ (рис. 232).

Магнитъ вращается на вертикальной оси. Желѣзныя полосы, расположенныя подъ нѣкоторымъ угломъ къ образующей конуса,

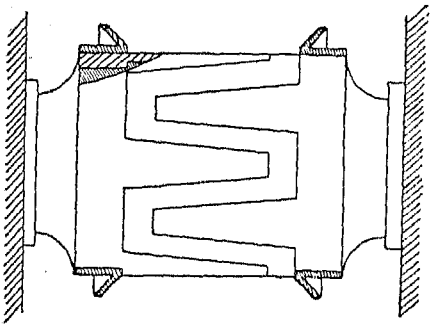


Рис. 235.

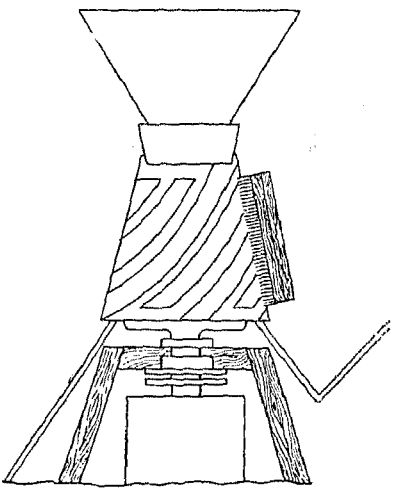


Рис. 236.

оканчиваются серпообразными лезвіями, образуя вокругъ магнита очень интенсивное магнитное поле. Руда въ видѣ мути подается на $^1/_3$ поверхности конусообразнаго магнита изъ воронки. Немагнитныя ея частицы смываются внизъ, магнитныя же пристаютъ къ остріямъ, съ которыхъ удаляются щетками. Приборъ этотъ работаетъ въ Австраліи, въ округѣ Broken Hill, и служитъ для обогащенія слабомагнитныхъ рудъ.

Какъ ни остроумно устройство описаннаго сепаратора, магнитное поле его не можетъ быть названо совершенно однороднымъ и въ этомъ отношеніи гораздо большихъ результатовъ достигъ Бёхананъ (Buchanan), примѣнившій для полученія магнитнаго поля расположенные рядомъ другъ съ другомъ желѣзные валки (рис. 237 и 238).

Валки медленно вращаются въ противоположныя стороны, причемъ каждый изъ нихъ образуетъ полюсъ. Обогащаемая руда

изъ засыпной воронки поступаетъ въ пространство между валками, причемъ магнитныя ея части пристаютъ къ валкамъ и затѣмъ вращеніемъ послѣднихъ выводятся изъ магнитнаго поля.

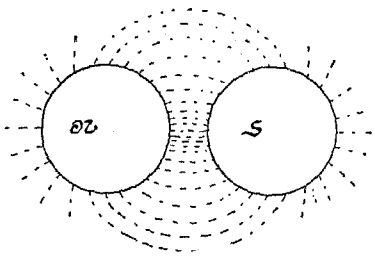


Рис. 237.

Конструктивное устройство сепаратора Бёханана изображено на рис. 238.

Здѣсь *A A*—два желѣзныхъ валка, вращающихся въ подшипникахъ, лежащихъ на концахъ двухъ подковообразныхъ электромагнитовъ *B*, обмотки которыхъ таковы, что одинъ валокъ лежитъ на двухъ сѣверныхъ, другой же—на двухъ южныхъ полюсахъ. Валки сдѣланы полыми. Раз-

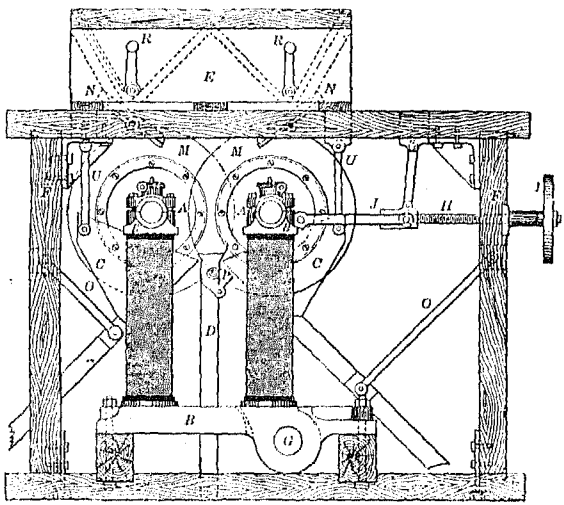


Рис. 238.

стояніе между ними можетъ быть регулируемо. Руда засыпается на верхнюю часть каждаго валка и при вращеніи валковъ падаетъ въ пространство между ними. Немагнитныя ея части проваливаются внизъ въ желобъ *D*, магнитныя же, приставшія къ валкамъ, удерживаются послѣдними до тѣхъ поръ, пока при вращеніи ихъ не выйдутъ изъ среды магнитнаго поля. Тогда они отваливаются отъ барабана и попадаютъ въ пріемники *C C*.

Скорость валковъ на окружности—150 ф. въ минуту. Руда, поступающая въ сепараторъ, можетъ быть въ кускахъ до 3″ діаметромъ.

При опытахъ, произведенныхъ съ описаннымъ сепараторомъ, было обработано 773 фунта руды съ 45,71% *Fe*, причемъ получено 535 фунтовъ концентратовъ съ 362,04% *Fe*. Отвалъ содержалъ 7,94% *Fe*. Производительность аппарата около 6 тоннъ въ часъ.

Весьма интересной представляется слѣдующая таблица, характеризующая работу сепаратора Бёханана по сравненію съ результатомъ обработки той же руды на отсадочныхъ рѣшетахъ:

	Сепараторъ Бёханана.			Сепараторъ Бёханана.		
	Сырая руда.	Концентраты.	Отвалъ.	Сырая руда.	Концентраты.	Отвалъ.
Fe %	37,968	64,554	13,207	31,28	62,56	4,66
SiO_2 %	29,30	3,350	50,20	35,50	6,825	58,05
Ph %	0,383	0,050	0,492	0,271	0,058	0,527
S %	0,522	1,253	0,924	0,784	1,320	0,945
	Отсадочныя рѣшета для крупныхъ сортовъ.			Отсадочныя рѣшета для мелкихъ сортовъ.		
Fe %	36,48	58,78	22,16	46,48	65,56	14,31
Ph %	—	0,129	—	—	0,047	—
S %	—	0,83	—	—	0,97	—

Сепараторы Бёханана, несмотря на весьма удачную систему полученія магнитнаго поля, не получили значительнаго распространенія лишь потому, что въ нихъ нельзя регулировать скорости подачи руды между валковъ, что, какъ было указано выше, составляетъ существенное условіе для успѣха магнитнаго обогащенія.

Сепараторы типа Мехернихъ, въ общемъ совершенно подобные сепараторамъ Бёханана, но въ которыхъ скорость подачи руды

можетъ быть легко регулируемой, представляютъ собой самое очевидное доказательство значенія указаннаго обстоятельства, такъ какъ являются въ настоящее время однимъ изъ самыхъ совершенныхъ типовъ приборовъ для обогащенія слабомагнитныхъ тѣлъ.

Внѣшнее отличіе сепараторовъ типа Мехерниха отъ сепараторовъ Беханана состоитъ въ томъ, что полюсы въ конструкціи

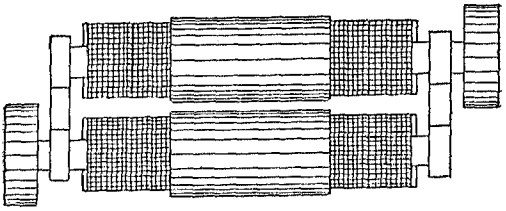


Рис. 239.

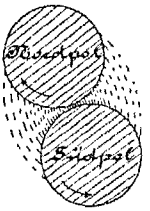


Рис. 240.

Мехерниха располагаются не рядомъ другъ съ другомъ, а другъ надъ другомъ и нѣсколько наискось по отношенію другъ къ другу, какъ это изображено на рис. 239 и 240.

Руда, вводимая въ пространство между валками, раздѣляется такимъ образомъ, что немагнитныя части ея уводятся изъ магнитнаго поля, скользя по нижнему полюсу, магнитныя же притягиваются верхнимъ полюсомъ, причемъ увлекаются его вращеніемъ на большую или меньшую дугу его периферіи въ зависимости отъ своей магнитной проницаемости, силы тяжести и центробѣжной силы (вслѣдствіе вращенія валка). Менѣе магнитное тѣло, конечно, отстаетъ скорѣе отъ поверхности валка, чѣмъ болѣе магнитное.

Въ результатѣ работы сепаратора съ верхняго полюса получится нѣсколько потоковъ зеренъ различной магнитной проницаемости, которыя слѣдуетъ только отдѣльно собрать, чтобы задача обогащенія была выполнена.

Однимъ изъ главныхъ условій правильнаго хода раздѣленія въ подобномъ сепараторѣ является условіе, чтобы магнитныя частицы не притягивались нижнимъ валкомъ.

Въ первоначальныхъ конструкціяхъ сепаратора это достигалось тѣмъ, что нижній валокъ покрывали немагнитной одеждой (какъ на рис. 241) или пропускали надъ нимъ безконечную ленту, но затѣмъ оказалось болѣе удобнымъ достигать этой цѣли спеціаль-

нымъ устройствомъ подачи руды между валковъ, какъ это изображено на рис. 242.

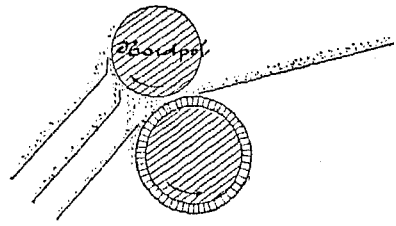


Рис. 241.

Руда подается къ самой поверхности верхняго валка посредствомъ щитка S, положеніе котораго какъ въ смыслѣ разстоянія отъ поверхности верхняго валка, такъ и уклона (т. е. скорости подачи руды) можно по желанію регулировать. Немагнитная часть руды переходитъ черезъ край щитка и падаетъ

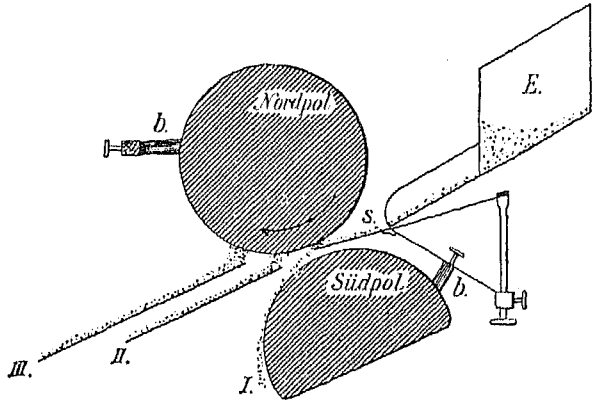


Рис. 242.

внизъ, въ то время, какъ магнитная, согласно выше сказанному, пристаетъ къ поверхности верхняго валка.

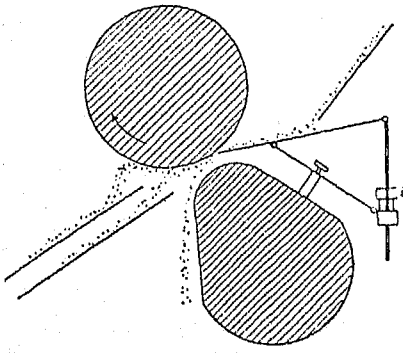


Рис. 243.

Такимъ образомъ, вращеніе нижняго валка сдѣлалось совершенно излишнимъ, и его стали дѣлать неподвижнымъ, придавая ему форму, изображенную на рис. 243.

Что касается обмотки полюсовъ аппаратовъ типа Мехерниха, то въ случаяхъ, когда необходимо получить возможно сильное магнитное поле, обмотка производится, какъ показано на

рис. 244, въ случаяхъ же, когда можно обойтись съ болѣе слабымъ магнитнымъ полемъ, употребляютъ обмотку, изображенную на рис. 245.

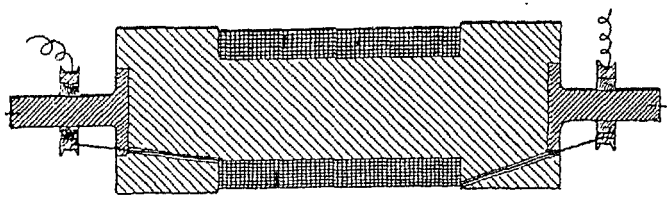


Рис. 244.

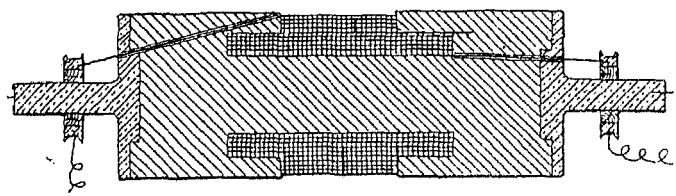


Рис. 245.

Разстояніе между валками различно въ зависимости отъ свойствъ обогащаемой руды, но во всякомъ случаѣ очень не велико. Такъ, для австрійскаго родонита оно равняется всего 2,5 мм. Разстояніе это регулируется прикрѣпляемыми на концы валковъ досками, которыя дѣйствуютъ на подобіе фракціонныхъ колесъ.

Поверхность валковъ дѣлается рифленой, чѣмъ достигаютъ еще болѣе сильной концентраціи поля. Весьма важнымъ обстоятельствомъ для успѣшнаго хода обогащенія является возможная чистота поверхности валковъ.

Для этой цѣли у верхняго валка устраивается особая щетка, удаляющая съ его поверхности приставшія къ ней сильно магнитныя частицы (напримѣръ, частицы желѣза отъ изнашиванія измельчающихъ механизмовъ).

Общее устройство сепаратора типа Мехерниха изображено на рис. 246.

Что касается расхода силы на описанныхъ сепараторахъ, а также ихъ размѣровъ, то въ этомъ отношеніи обладатели патента держатъ свои данныя въ строгомъ секретѣ, и въ литературѣ имѣются лишь крайне скудныя свѣдѣнія по этому вопросу.

Такъ, Ланггутъ сообщаетъ, что для раздѣленія цинковой обманки отъ необожженнаго шпатоватаго желѣзняка примѣняются

аппараты съ шириной полюсовъ въ 40 см. и расходующія 60 ваттовъ ($= {}^1/_{10} HP$) при рудѣ, измельченной до 2 мм.

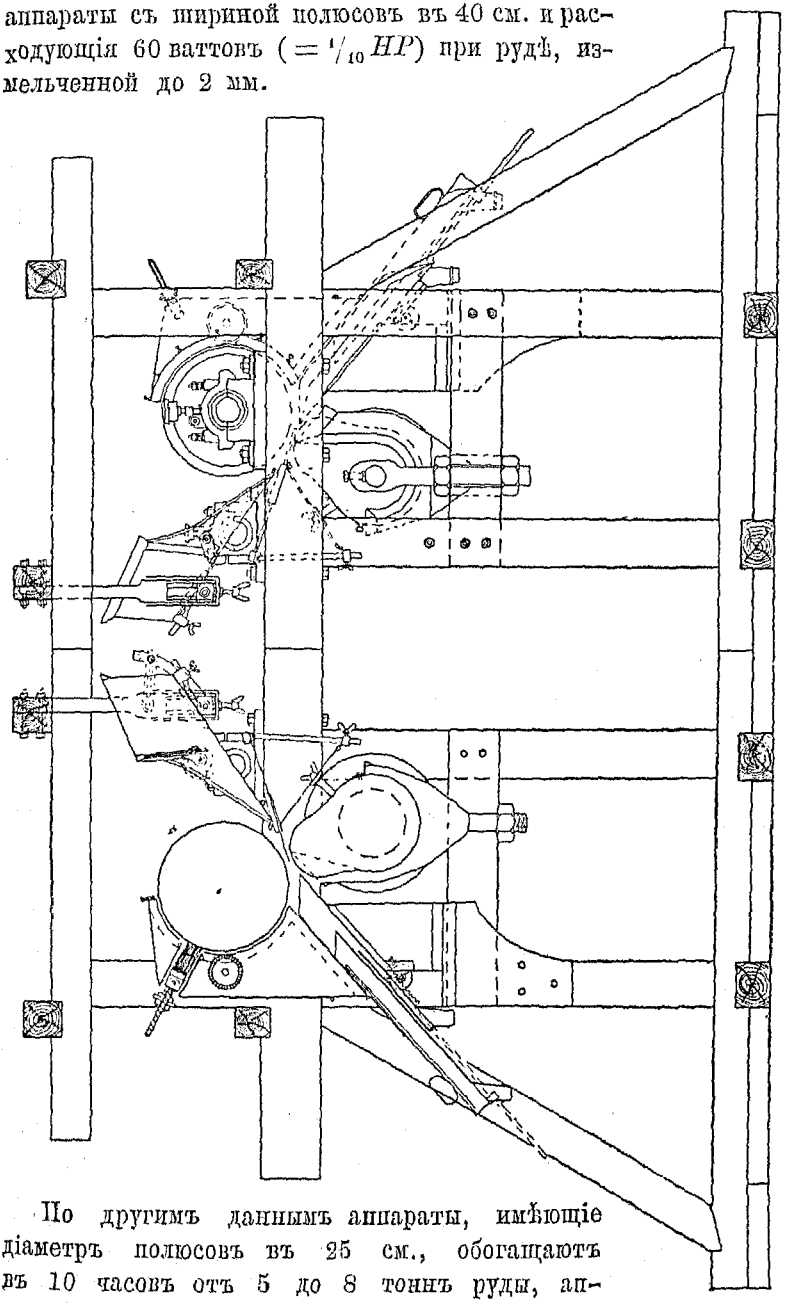


Рис. 246.

По другимъ даннымъ аппараты, имѣющіе діаметръ полюсовъ въ 25 см., обогащаютъ въ 10 часовъ отъ 5 до 8 тоннъ руды, ап-

параты съ діаметромъ полюсовъ въ 30 см. обогащаютъ въ то же время до 10 тоннъ. Расходъ энергіи при обогащеніи родонита указывается въ 60 ваттовъ, при обогащеніи же цинковой обманки—до 200 и болѣе ваттовъ *).

Что же касается техническихъ результатовъ работы сепараторовъ типа Мехернихъ, то о нихъ даютъ довольно ясное представленіе слѣдующія цифры:

1) Шпатоватый желѣзнякъ, цинковая обманка съ Верхняго Гарца:

		% Zn.	Степень извлеченія или потери въ %.
Величина зерна = ½ мм.	Сырая руда	34,3	—
	Цинковая обогащ. руда	47,0	98,7
	Желѣзная руда	2,0	1,3

2) Доломитъ, цинковая обманка изъ Верхней Силезіи:

Величина зеренъ = 3—2 мм.	a) Сырая руда	31,23	—
	Цинковая обогащ. руда	42,3	91,8
	Отвалъ № 1	2,16	3,5
	Отвалъ № 2	4,16	4,7
Величина зеренъ = 2—0 мм.	b) Сырая руда	23,42	—
	Цинковая обогащ. руда	47,7	93,5
	Отвалъ № 1	3,6	6,5
	Отвалъ № 2	1,8	

3) Марганцовый шпатъ, цинковая обманка изъ Колорадо:

		% Zn.	% Fe.	
Величина зеренъ = 2—¾ мм.	a) Сырая руда . . .	43,0	—	—
	Цинк. обогащ. руда.	54,1	2,744	98,36
	Отвалъ	2,94	—	3,37
	Промежуточн. прод. .	16,86	—	0,23
Величина зеренъ = ¾—0 мм.	b) Сырая руда . . .	39,9	—	—
	Цинк. обогащ. руда .	51,6	3,13	96,4
	Отвалъ	4,04	—	2,2
	Промежуточн. прод. .	23,7	—	3,4

*) При обогащеніи мелкихъ сортовъ цинковой обманки съ тяжелымъ шпатомъ и при токѣ въ 18 вольтъ и 20 амп. содержаніе цинка увеличилось съ 40,29% до 49,04%, содержаніе же барита уменьшилось съ 12,52% до 1,95%. При обработкѣ той же руды въ зернахъ величиною отъ 0,5 до 1,5 мм. и при токѣ въ 21 вольтъ и 41 амп. содержаніе Zn увеличилось съ 41 до 51%, содержаніе же барита уменьшилось съ 5,6% до 0,5%.

3) Оловянный камень и вольфрамитъ изъ Австраліи:

	% Sn.	% Wo.
Сырая руда	33,3	14,2
Оловянная обогащ. руда	61,5	слѣды
Вольфрамов. » »	слѣды	42,4

4) Сѣрный колчеданъ и цинковая обманка изъ Колорадо:

	% Zn.	% Fe.	Степень извлеченія или потеря Zn въ %.
Сырая руда	26,2	21,5	—
Цинковая обогащ. руда	40,0	13,9	92,6
Сѣрный колчеданъ (обогащ.)	5,0	32,6	7,1

4) Свинецъ содержащая цинковая обманка изъ Японіи:

	Pb.	Zn.	Степень извлеченія или потери въ % Pb.	Zn.
Сырая руда	8,5	31,9	—	—
Цинков. обогащ. руда № 1	2,0	42,2	—	67,19
» » » № 2	0,25	38,28	—	17,59
Свинцово-цинковая руда	29,5	18,9	95,08	—
Повторныя обработки свинцово-цинковой руды.				
Свинцовыя обогащ. руды. .	52,25	4,4	93,97 = 89,05	—
Цинков. обогащ. руды № 3.	5,0	27,06	—	35,14 = 5,35
» » » № 4.	2,85	38,72	—	51,28 = 7,80

5) Смѣшанная свинцово-цинковая руда изъ Брокенъ-Гилля.

Сырая руда	22,0	26,0	
Свинцовая обогащ. руда	47,5	4,6	свинца въ свинц. рудѣ 81,01%
Свинц. обогащ. руда № 1	11,75	42,0	цинка въ цинков. рудѣ 68,76%
Промежуточн. продуктъ изъ цинк. обманки и родонита	3,0	14,0	
Повторная обработка промежуточнаго продукта.			
Цинковая обогащ. руда № 2		43,75	Zn въ цинковой рудѣ 11,09%
Родонитъ		5,35	

6) Мѣдный колчеданъ, желѣзный шпатъ, кварцъ изъ Венгріи.

	Cu.	Fe.	Степень извлеченія или потери въ %
Сырая руда	1,75	29,207	Cu изъ мѣдной руды 71,67%
Мѣдный колчед., кварцъ	7,02	31,16	
Шпатъ	0,31	20,38	

Повторныя обработки мѣднаго колчедана, кварца

	Cu.
Кварцъ	1,9
Мѣдный колчеданъ № 1	29,54
» » № 2	15,6

Въ заключеніе сказаннаго о магнитныхъ сепараторахъ съ подвижными магнитами опишемъ сепараторъ Металлургическаго О-ва (о-во Humbold), изображенный на рис. 247—250 и представляющій собою какъ бы комбинацію подвижныхъ полюсовъ съ неподвижными.

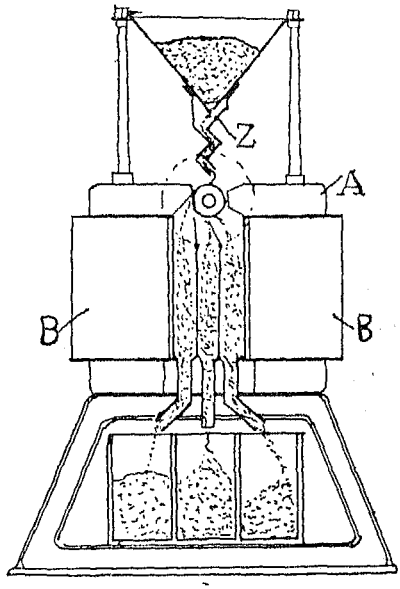


Рис. 247.

Здѣсь мы имѣемъ (рис. 243) два неподвижныхъ электромагнита, концы полюсовъ которыхъ имѣютъ форму, изображенную на рис. 248. Между этими полюсами вращается валокъ, представляющій собой подвижный полюсъ. Руда изъ засыпной воронки *Z* (рис. 247) поступаетъ на этотъ валокъ и вращеніемъ его вносится въ пространство между неподвижными магнитами, причемъ частицы руды пристаютъ къ поверхности валка въ большей или меньшей степени, въ зависимости отъ своей магнитной проницаемости и, сваливаясь съ него, могутъ быть собраны опредѣленными группами, какъ это видно на рисункѣ. Магнитизмъ въ неподвижныхъ электромагнитахъ возбуждается обмотками *B* и *B*, что же касается подвижнаго полюса, то

магнетизмъ въ немъ возбуждается вслѣдствіе индукціи. Валокъ этотъ состоитъ изъ ряда колецъ, попеременно проводящихъ и непроводящихъ магнитизмъ, вслѣдствіе чего на поверхности колецъ образуются мѣстныя сгущенія, такъ сказать, магнитныхъ силовыхъ линій, т.-е. усиленіе магнитнаго поля. Этой же самой цѣли можно достичь еще въ большей степени, сдѣлавъ на поверхности валковъ остроконечныя возвышенія и т. п.

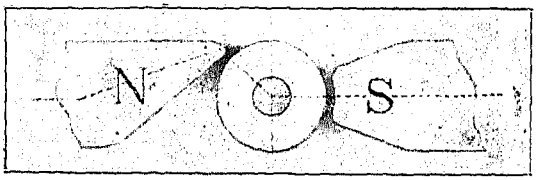


Рис. 248.

Приставшія къ поверхности валка частицы сваливаются съ него подъ вліяніемъ силы тяжести, а также, попадая въ „нейтральную зону“, образующуюся при вращеніи валка совершенно подобно тому, какъ это наблюдается въ динамо-машинахъ нейтральной зоны. По сообщеніямъ фирмы Humboldt, описанный сепараторъ, наружный видъ котораго изображенъ на рис. 250, можетъ быть съ успѣхомъ примѣненъ не только для сухого, но и для мокраго обогащенія.

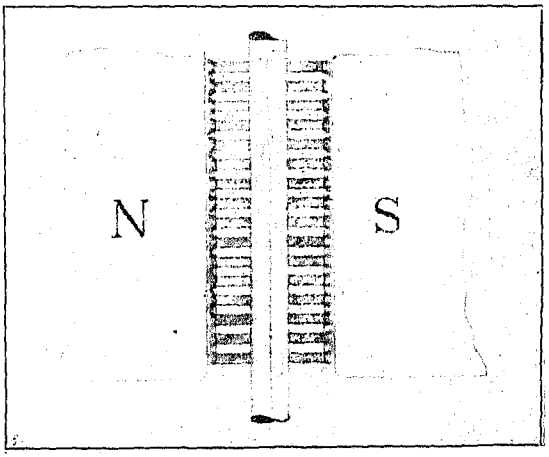


Рис. 249.

Какихъ-либо данныхъ о дѣйствіи только что описаннаго сепаратора не имѣется, но можно думать, что результаты эти мало отличаются отъ результатовъ работы сепараторовъ типа Wetherill'я, которые будутъ описаны нѣсколько ниже.

II. Сепараторы съ неподвижными магнитами.

Основнымъ различіемъ сепараторовъ этой категоріи отъ сепараторовъ съ подвижными магнитами является то обстоятельство,

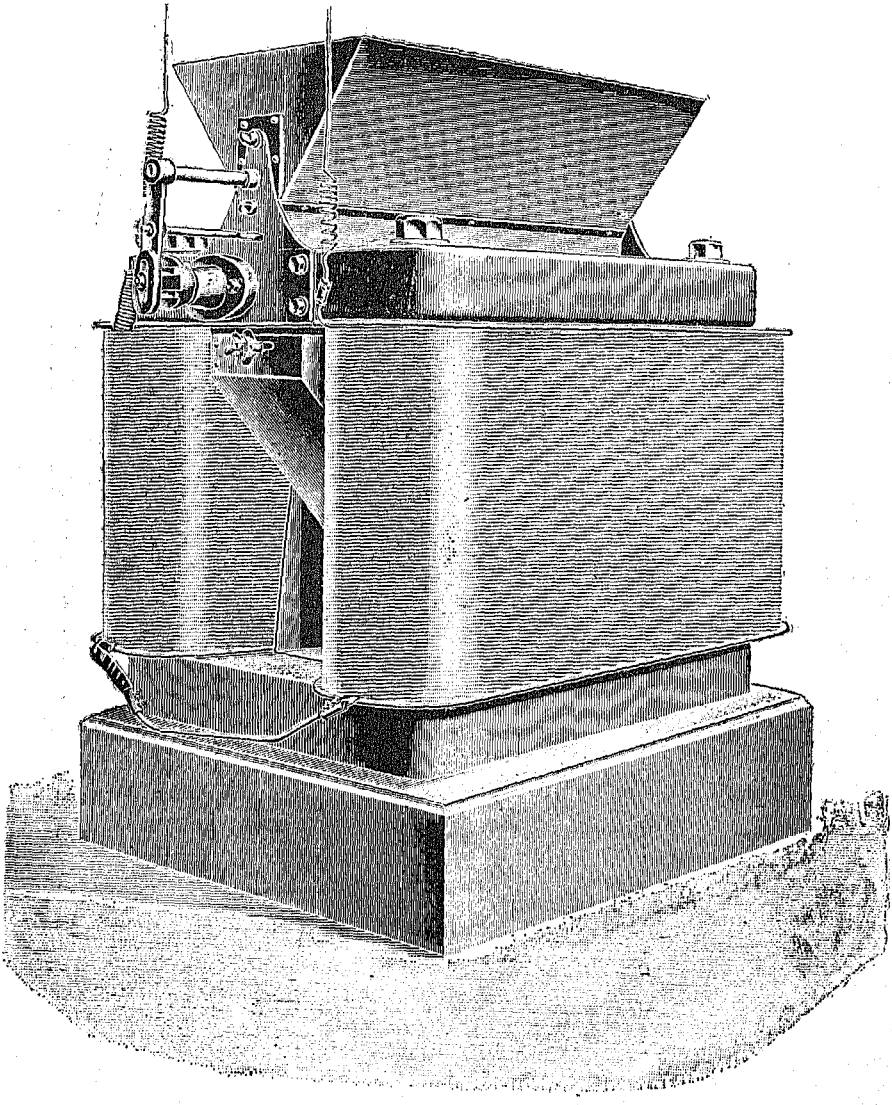


Рис. 250.

что въ то время, какъ при примѣненіи подвижныхъ магнитовъ удаленіе изъ магнитнаго поля привлеченныхъ полюсами магнитныхъ частицъ руды производится самимъ движеніемъ магнитовъ, въ сепараторахъ съ неподвижными магнитами для этой цѣли необходимы спеціальныя устройства.

Первымъ сепараторомъ, относящимся къ этой категоріи, былъ сепараторъ Росса, предложенный имъ въ 1872 г. Вокругъ не-

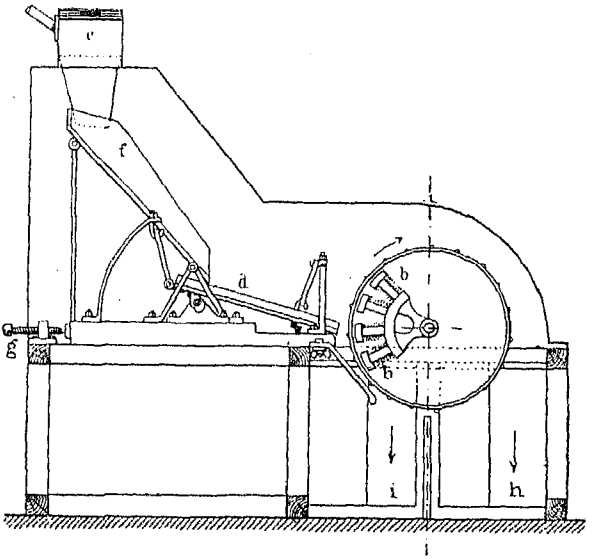


Рис. 251.

подвижныхъ магнитовъ вращался немагнитный металлическій цилиндръ, на который и поступала руда изъ засыпной воронки. Магнитныя частицы руды пристаютъ къ поверхности цилиндра, немагнитныя же падаютъ прямо внизъ. Совершенно подобенъ по своей идеѣ сепаратору Росса сепараторъ, построенный на рудникѣ Friedrichssegen вблизи Эмса (рис. 251) и служившій для отдѣленія обожженной руды, состоявшей изъ цинковой обманки и шпатоватаго желѣзняка.

Устройство его понятно изъ чертежа. Обожженный шпатоватый желѣзнякъ собирается въ отдѣленіи h, цинковая же обманка въ отдѣленіи i.

Въ сырой рудѣ, обогащавшейся на этомъ сепараторѣ, содержалось отъ 9 до 11% Zn и 20—22% Fe, въ концентратахъ же—

38—40% *Zn* (въ цинковой рудѣ) и 38—40% *Fe* и 10% *Mn* (въ желѣзной рудѣ), причемъ производительность сепаратора была около 2 тоннъ (сырой) руды въ часъ. Болѣе совершеннымъ является сепараторъ Болль-Нортона (Ball-Norton), изображенный на рис. 252. Онъ состоитъ изъ двухъ вращающихся барабановъ, въ каждомъ изъ которыхъ расположено по нѣсколько электромагнитовъ, обмотка

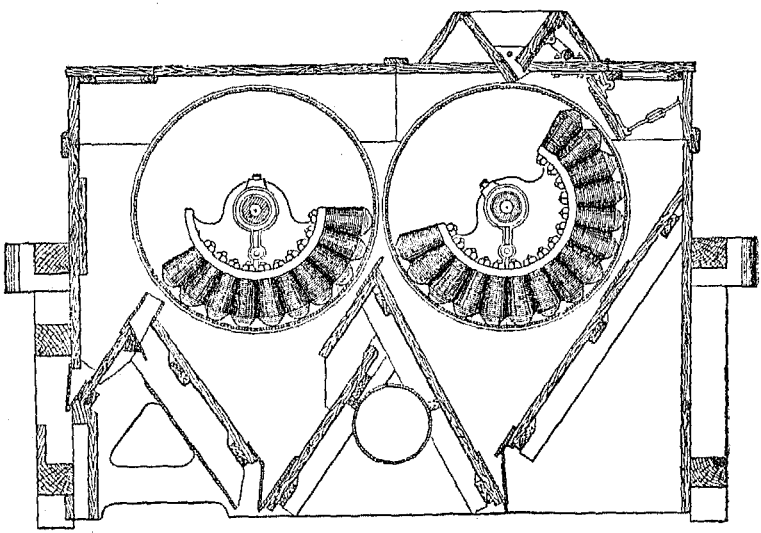


Рис. 252.

которыхъ сдѣлана такъ, что рядомъ другъ съ другомъ располагаются разноименные полюсы.

Магнитныя частицы руды, поступающей изъ засыпного устройства на первый барабанъ, пристаютъ къ его поверхности, немагнитныя же падаютъ внизъ. При дальнѣйшемъ вращеніи барабана частицы руды, приставшія къ его поверхности подъ вліяніемъ центробѣжной силы, отбрасываются ко второму барабану, на которомъ и происходитъ, такъ сказать, очистка концентратовъ перваго барабана. Для этой цѣли электромагниты его дѣлаются слабѣе, вслѣдствіе чего менѣе магнитныя частицы концентратовъ не могутъ удержаться на его поверхности и падаютъ внизъ, чистые же концентраты удаляются при дальнѣйшемъ вращеніи барабана подъ вліяніемъ центробѣжной силы.

Той же самой цѣли можно достичь, если сообщить второму барабану большую скорость вращенія. Упомянутое выше попеременное расположеніе полюсовъ электромагнитовъ имѣетъ цѣлью заставить приставшія къ поверхности барабана частицы вращаться и перемѣщаться по поверхности независимо отъ основного движенія. Въ сепараторъ вдувается въ направленіи, противоположномъ направленію движенію руды, струя воздуха, удаляющая пыль.

Производительность описаннаго сепаратора съ барабаномъ въ 2 фута діаметромъ и 2 фута длиною колеблется отъ 15 до 20 тоннъ сырой руды въ часъ, причемъ руда должна быть измельчена настолько, чтобы проходить черезъ сѣтку 16—20 отверстіями на кв. дюймъ (d=0,502 — 0,344 дюймовъ) при расходѣ 1—1,5 *HP* на возбужденіе магнитовъ каждаго барабана и 0,5—0,75 *HP* на вращеніе барабановъ.

На одной изъ американскихъ обогатительныхъ фабрикъ барабаны подобнаго сепаратора, сдѣланные изъ прессованной бумаги, имѣютъ діаметръ въ 30″ и длину въ 36″. Разстояніе между ними—1″. Первый барабанъ дѣлаетъ 40 оборотовъ въ минуту при токѣ въ 10,5 amp., второй же—50 оборотовъ при токѣ въ 13 amp. Руды, поступающія въ этотъ сепараторъ, измельчены до величины зеренъ въ 2,12 мм. Производительность его въ 10 часовъ—125 тоннъ сырой руды съ содержаніемъ 30% *Fe*, причемъ получается 45 тоннъ концентратовъ съ содержаніемъ *Fe* въ 65% и 80 тоннъ пустой породы съ 2,5—3% *Fe*.

Нѣсколько дальнѣйшихъ результатовъ работы сепараторовъ Болль-Нортона приведены въ таблицѣ на стр. 312.

Слѣдуетъ замѣтить, что въ сырой рудѣ I содержалось 1% *S*, въ концентратахъ же содержаніе сѣры было всего 0,21%. При обогащеніи же руды V содержаніе сѣры уменьшилось съ 0,30% до 0,04%.

Сепараторъ Бёхапапа отличается отъ только что описаннаго тѣмъ, что въ немъ вмѣсто двухъ барабановъ имѣется всего одинъ, какъ это видно на рис. 253.

Весьма интересенъ кольцевой сепараторъ О-ва Humbold, изображенный на рис. 254.

Здѣсь имѣется особой формы неподвижный электромагнитъ *M*, принадлежащій къ типу такъ называемыхъ Glockenmagnit'овъ,

	Сырая руда.		Концентраты.			Пустая порода.	
	Fe %.	Ph %.	Fe %.	Ph %.	SiO_2 %.	Fe %.	% отъ колич. сырой руды.
I	32,95	0,15	64,09	0,036	—	2,90	50,0
II	47,70	—	70,9	0,0089	1,48	—	38,0
III	58,70	2,25	71,1	0,037	—	—	20,0
IV	42,09	0,153	69,86	0,021	1,71	7,95	47,0
V	11,80	—	68,365	0,008	4,31	4,33	89,0

Слѣдующія данныя сообщены д-ромъ Вейскопфомъ.

Величина наиболѣе крупныхъ зеренъ руды. мм.	Продуктъ.	Вѣсъ въ %.	Fe %.	Ph %.	S %.	Произв. въ день. тонны.	Произв. въ недѣлю тонны.	*HP.*	Amp.	Volt.
8	сырая руда . .	100	45	0,003	2,0	10	800	260	8—10	100
	концентраты .	55	60	0,003	0,5					
	отвалъ	45	15	—	—					
2	сырая руда . .	100	58	1,0	—	—	2000 до 2500	230	7	100
	концентраты .	85,1	70	0,127	—					
	отвалъ	14,9	25,5	13,7	—					

кольцеобразная обмотка его *L* со всѣхъ сторонъ окружена желѣзомъ, причемъ въ нижней половинѣ электромагнита, какъ это видно на рисункѣ, имѣется съуженіе сѣченія магнита, такъ на-

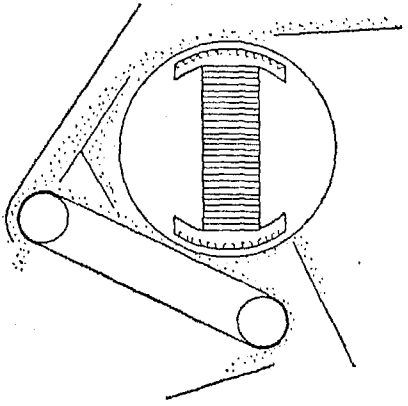


Рис. 253.

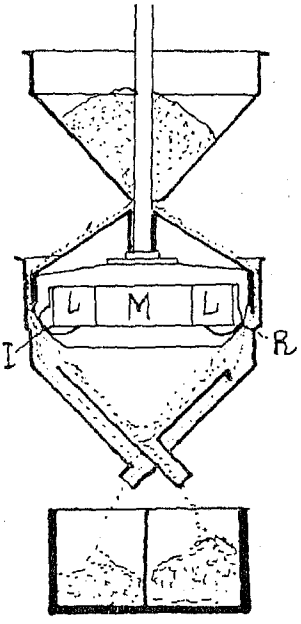


Рис. 254.

зываемый перешеекъ *I. R* (Isthmus). Въ этомъ мѣстѣ магнитный потокъ вслѣдствіе съуженія сѣченія тѣла магнита выходитъ изъ него и образуетъ кольцеобразное магнитное поле, которое и служитъ для обогащенія руды, поступающей изъ засыпной воронки, какъ это видно на рисункѣ.

По всемъ аппаратѣ нѣтъ ни одной движущейся части. Размѣры аппарата очень невелики, равнялись приблизительно размѣрамъ обыкновеннаго ведра. Что же касается результатовъ работы его, то о нихъ можно получить представленіе изъ таблицы на стр. 314.

Весьма совершенной въ смыслѣ собственно магнитнаго обогащенія является система обогащенія, предложенная Эдисономъ.

Въ виду того интереса, который возбудила въ свое время попытка Эдисона, а также въ виду того, что техническое совершенство, съ которымъ Эдисонъ рѣшилъ свою задачу, не заключается въ особой конструкціи какого-либо сепаратора, а скорѣе въ общей комбинаціи всего обогащенія, опишемъ здѣсь всю обогатительную фабрику Эдисона, построенную въ разсчетѣ на

Руда = обожженная цинковая обманка + сѣрный колчеданъ.

Величина зеренъ поступавшихъ въ обогащеніе. мм.	Сырая руда (обожженная). Колич. въ %	Сырая руда (обожженная). Сод. Zn %	Переработанное количество кам. въ част.	Концентраты. Колчеданистые. Колич. %	Концентраты. Колчеданистые. Сод. Zn %	Концентраты. Цинковые. Колич. %	Концентраты. Цинковые. Сод. Zn %	% извлеченія цинка %
4—1,4	30,29	34,25	1000	10,18	6,1	20,11	48,5	94,01
2,4—1,2	33,05	34,15	1050	13,23	6,5	19,82	52,6	92,37
1,2—0,6	14,18	35,25	1000	5,34	5,7	8,84	53,1	93,91
0,6—0,0	22,48	32,69	400	8,05	6,5	14,43	47,3	92,86

производительность въ 4000 тоннъ въ 20 часовъ, коснувшись попутно и не магнитныхъ ея приспособленій. Руда состояла изъ

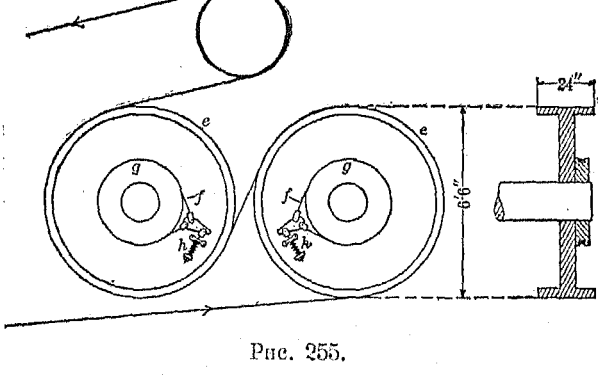


Рис. 255.

магнитнаго желѣзняка и полевого шпата съ небольшимъ количествомъ кварца и апатита (20% *Fe* и 0,7—0,8% *Ph*) и добывалась открытыми работами, причемъ отдѣльные куски ея имѣли по 5 тоннъ вѣса.

По доставкѣ на обогатительную фабрику, изъ распредѣлителя руда поступала на пару „гигантскихъ валковъ“ (giant rolls).

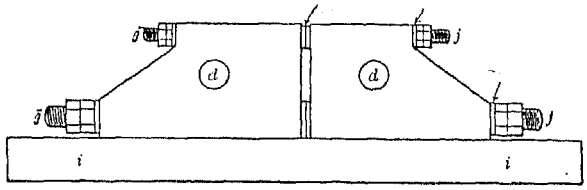


Рис. 256.

Валки эти изображены на рис. 255—256. Діаметръ ихъ 6 футовъ, длина тоже 6 футовъ. На поверхности ихъ имѣются коническія возвышенія *a* (рис. 257 и 258) 2″ діаметромъ и 2″ высотою. Кромѣ того на одномъ изъ валковъ имѣется рядъ возвышеній

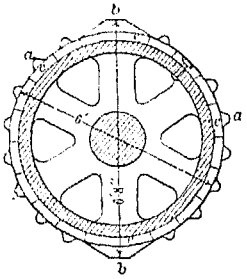


Рис. 257.

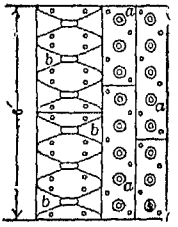


Рис. 258.

b (6″ высотою), имѣющихъ форму усѣченной пирамиды, съ плоскостью основанія въ 23,6″ и верхнею плоскостью въ 6×2″. Всѣ эти возвышенія отлиты вмѣстѣ съ плитами *c* (3″ толщиною), привинчиваемыми къ тѣлу валка.

Разстояніе между валками равняется—10″ между оконечностями возвышеній и 14″ между собственно валками.

Валки дѣлаютъ 150 оборотовъ въ минуту, такъ что скорость вращенія на ихъ окружности равняется 2857 футамъ въ минуту. Вѣсъ вращающихся частей—167000 фунтовъ.

Способъ приведенія валковъ во вращеніе изображенъ на рис. 251. На обоихъ концахъ осей обоихъ валковъ насажены шкивы *e*, которые могутъ свободно вращаться на этихъ осяхъ, когда преодолѣютъ треніе хомутовъ *f*, соединяющихъ ихъ съ шкивами *g*, неразрывно соединенными съ осями валковъ. Натяженіе хомутовъ *f* регулируется пружинами *h*, напряженіе которыхъ дѣлается равнымъ

2500 фунтовъ. Производительность описанныхъ валковъ при 150 оборотахъ въ минуту—300 тоннъ въ часъ. Для приведенія ихъ въ дѣйствіе безъ руды потребно 50 *HP*, для дробленія же руды—80 *HP*.

Измельченная подъ описанными валками руда проходитъ затѣмъ послѣдовательно рядъ валковъ, имѣющихъ слѣдующіе размѣры: 48×60″ (промежутокъ между валками 7″), двѣ пары по 36×36″ (промежутокъ $3^1/_2$ и $1^1/_2$″) и 24×20″ (промежутокъ $^1/_2$″). Затѣмъ руда проходитъ черезъ сито для удаленія случайно попавшихъ въ нее частицъ и поступаетъ въ сушилку, но выходѣ же изъ сушилки подвергается дальнѣйшему измельченію въ тройныхъ валкахъ, изображенныхъ на рис. 259—260. Валки эти имѣютъ діаметръ въ 36″, длину въ 30″ и дѣлаютъ 90 оборотовъ въ минуту. Ось *L* нижняго валка приводится въ движеніе коническимъ приводомъ, работающимъ въ маслѣ. Зубцы привода сдѣланы изъ дерева и не дали никакого изнашиванія по измельченіи 90.000 тоннъ руды въ то время, какъ металлическій приводъ въ теченіе

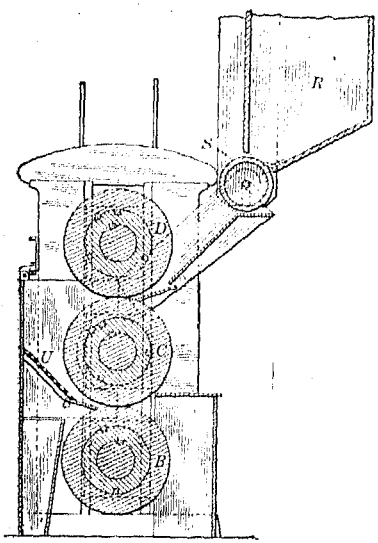


Рис. 259.

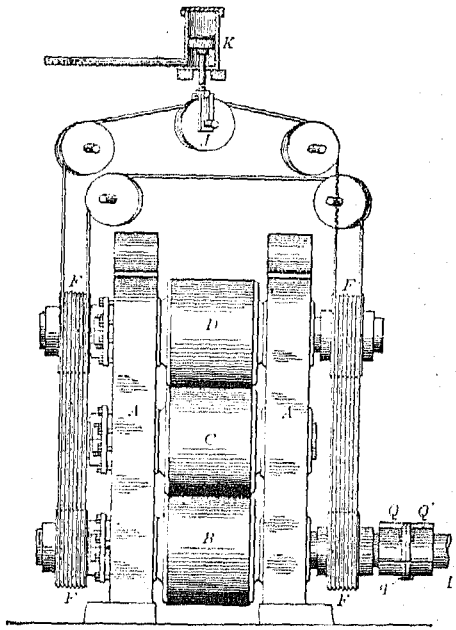


Рис. 260.

года износился на 18%. Самая передача движенія нижнему валку происходитъ черезъ посредство муфты Q, Q^1.

Два верхнихъ валка — холостые и приводятся во вращеніе треніемъ отъ нижняго валка, причемъ подшипники ихъ могутъ перемѣщаться въ вертикальномъ направленіи въ станинахъ A. На концахъ осей нижняго и верхняго валковъ укрѣплены холостые диски F, вокругъ каждаго изъ которыхъ семь разъ проходитъ безконечный стальной канатъ въ $^1/_2''$ толщиною, пропущенный черезъ шкивы надъ валками. Поршень K и блокъ J служатъ для натяженія каната. Устройство это имѣетъ цѣлью устранить треніе въ подшипникахъ отъ вѣса валковъ, достигающаго 20.000 фунтовъ. Описанные валки измельчаютъ руду въ кускахъ въ $^1/_2''$ до величины зеренъ, проходящихъ черезъ сито съ отверстіемъ въ 0,06×0,5 дюймовъ. Производительность ихъ 100 тоннъ въ часъ, причемъ слѣдуетъ замѣтить, что въ то же время они измельчаютъ до 200 тоннъ обратной руды, т. е. руды, прошедшей ихъ, но недостаточно измельченной.

Расходъ силы—260 HP, причемъ слѣдуетъ замѣтить, что по имѣющимся наблюденіямъ валки утилизируютъ 85% энергіи, имъ передаваемой, въ то время, какъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія обыкновенныхъ валковъ не превосходитъ 15%. По выходѣ изъ валковъ руда просѣивается. Не прошедшая черезъ сито ея часть поступаетъ, какъ сказано, обратно въ валки, прошедшая же поступаетъ въ магнитное раздѣленіе въ 20 эдиссоновскихъ сепараторахъ № 1, изображенныхъ на рис. 261.

Каждый сепараторъ состоитъ изъ трехъ простыхъ полосовыхъ электромагнитовъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ.

Длина каждаго магнита 12″, ширина—4″ 6″ и толщина 4″. Обмотка сердечниковъ изъ мѣдной проволоки № 4. У верхняго магнита обмотка меньше, чѣмъ у нижележащаго. Расходъ тока на каждые 3 магнита, соединенные вмѣстѣ, 15 амп. и 80 вольтъ. Сепараторъ обрабатываетъ въ часъ 16 тоннъ руды, прошедшей черезъ сѣтку указанныхъ размѣровъ (въ 1,52 мм. діаметромъ), т. е. 1 кв. ф. поверхности полюса обрабатываетъ въ часъ приблизительно двѣ тонны. Отвалъ верхняго магнита падаетъ мимо средняго магнита, отвалъ же послѣдняго—мимо нижняго, причемъ отвалъ этого магнита, въ количествѣ около 55% всей обработанной руды, содержитъ лишь 0,8% Fe. Концентраты

всѣхъ трехъ магнитовъ содержатъ 40% *Fe* и съ плоскостей *a* идутъ въ сушилку, изъ которой поступаютъ на тройные валки, подобные описаннымъ, для дальнѣйшаго измельченія, послѣ чего

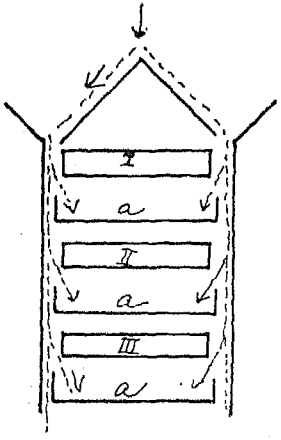


Рис 261.

получается руда, проходящая черезъ сито съ отверстіями 0,02—0,5 дюйм. Расходъ силы на это дробленіе 150 *HP.*

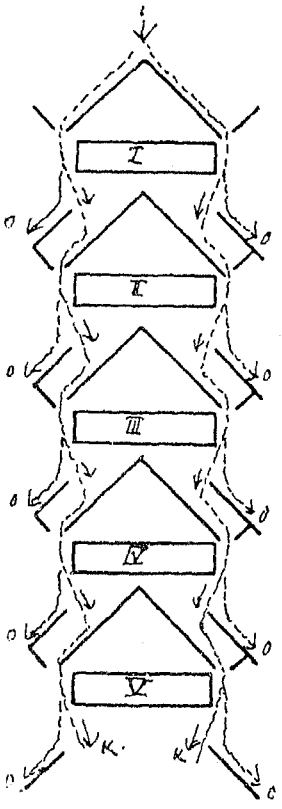


Рис. 262.

Измельченныя руды просѣиваются. Недостаточно измельченная идетъ обратно въ валки, измельченная же въ 12 сепараторовъ № 2 совершенно подобныхъ сепараторамъ № 1 съ тою разницею, что здѣсь каждый изъ сепараторовъ состоитъ изъ трехъ магнитовъ — длиною всего въ 8″, шириною въ 4′ 6″ и толщиною въ 3″. Обмотка изъ проволоки № 6. Токъ 10 амп. и 120 вольтъ. Производительность этихъ магнитовъ—$^1/_2$ тонны въ часъ на кв. футъ поверхности верхняго магнита. Концентраты сепаратора содержатъ 60% *Fe*. Изъ этихъ сепараторовъ концентраты поступаютъ въ пылевую камеру (см. рис. 208—209), гдѣ изъ нихъ удаляется пыль, причемъ содержаніе желѣза въ нихъ увеличивается до 64%, послѣ чего они идутъ въ сепараторы № 3, каждый изъ которыхъ состоитъ изъ 5 магнитовъ, какъ это видно на рис. 262. Отличіе

этихъ сепараторовъ отъ описанныхъ въ томъ, что здѣсь постепенной обработкѣ подвергаются не отбросы верхнихъ магнитовъ, а ихъ концентраты. Длина каждаго магнита 4″, ширина 4,6″, толщина—2″. Обмотка—изъ проволоки № 6. Токъ: 17 амп. при 100 вольтахъ. Производительность: 400 фунтовъ на кв. футъ поверхности полюсовъ. Отбросы верхняго магнита идутъ въ отвалъ, отбросы же остальныхъ — обратно въ измельченіе въ валкахъ. Концентраты содержали 67—68 % *Fe* и подвергались брикетированію.

На фабрикѣ задолжалось всего при добычѣ руды, ея обогащеніи и брикетированіи 311 человѣкъ въ 24 часа, раздѣленныхъ на двѣ смѣны по 10 часовъ, причемъ собственно при обогащеніи задолжалось 56 человѣкъ днемъ и столько же ночью. На электро магниты, освѣщеніе фабрики и на приведеніе въ дѣйствіе двухъ электрическихъ подъемныхъ кранов расходовалось 300 *HP*, на крупное дробленіе (до тройныхъ валковъ) 700 *HP* и на мелкое дробленіе и пр.—500 *HP*.

Изъ руды указаннаго выше состава получалась пустая порода съ 1,12% *Fe* и руда (брикеты) съ содержаніемъ: 67—68% *Fe*, 2—3% *Si* 0_2 0,4—0,8% Al_2 O_3, 0,05—0,10% *Mn*, слѣдами *Si* *Mg* 0, и 0,028—0,033% *Ph*. 100 тоннъ сырой руды давали около 24 тоннъ концентратовъ и 76 тоннъ пустой породы, шедшей въ отвалъ.

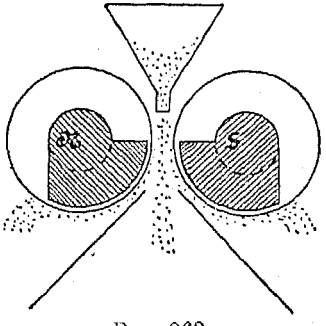


Рис. 263.

Магнитное поле въ описанныхъ до сихъ поръ сепараторахъ съ неподвижными магнитами получалось сравнительно малой интенсивности, вслѣдствіе чего они и служатъ для обогащенія рудъ исключительно сильно магнитныхъ.

Сепараторъ Моффа (Moffat) (рис. 263), сильно напоминающій описанный выше (стр. 297) сепараторъ Беханэна, отличается тѣмъ, что въ немъ возможно полученіе напряженнаго магнитнаго поля, хотя и этотъ сепараторъ подобно сепаратору Беханэна не получилъ примѣненія для обогащенія слабомагнитныхъ рудъ благодаря тому, что скорость поступленія въ него руды слишкомъ велика и не можетъ быть регулирована.

Предложенный въ 1896 г. John Price Wetherill'емъ сепараторъ для раздѣленія слабомагнитныхъ рудъ составилъ въ дѣлѣ магнитнаго обогащенія настоящую эпоху, сдѣлавъ возможной обработку такихъ рудъ, которая до тѣхъ поръ считалась или невозможной, или же производилась весьма несовершенно. Съ

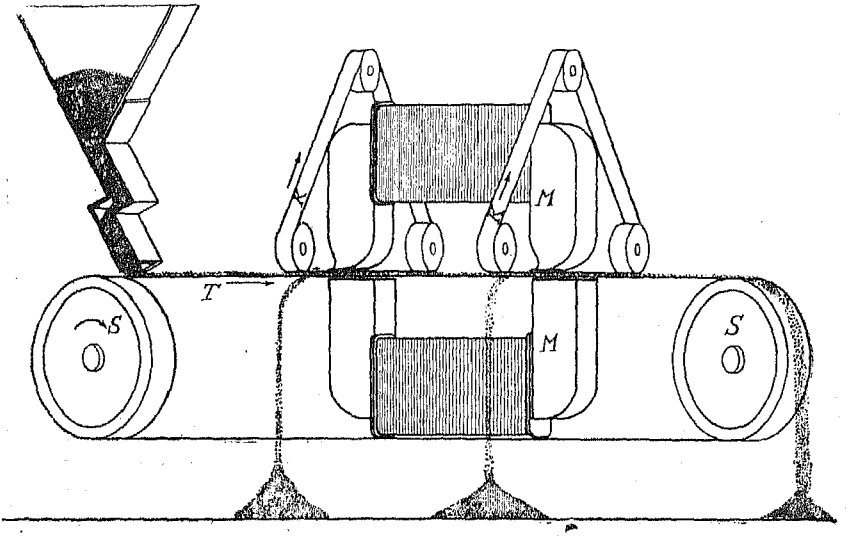


Рис. 264.

теченіемъ времени идея Wetherill'я подверглась тщательной разработкѣ, вслѣдствіе чего въ настоящее время мы имѣемъ 6 основныхъ типовъ сепараторовъ Wetherill'я, къ описанію которыхъ и перейдемъ, хотя наиболѣе употребительнымъ изъ нихъ слѣдуетъ считать типъ № 1 и типъ № 6. Патентъ Wetherill'я принадлежитъ О-ву Humboldt (у Кельна).

Типъ № 1, такъ называемый сепараторъ съ перекрестными лентами, изображенъ на рис. 264 *). Идея этого сепаратора состоитъ въ томъ, что руда поступаетъ въ магнитное поле на ентѣ *T*, причемъ здѣсь магнитныя ея частицы притягиваются

*) Слѣдуетъ замѣтить, что къ этому сепаратору очень близокъ по своей идеѣ сепараторъ Конплинга (рис. 265), въ которомъ только получалось болѣе слабое магнитное поле и который примѣнялся для обогащенія желѣзныхъ рудъ.

верхнимъ магнитомъ и задерживаются лентами K, которыя затѣмъ и уносятъ ихъ изъ магнитнаго поля (въ направленіи перпендикулярномъ къ направленію поступленія руды).

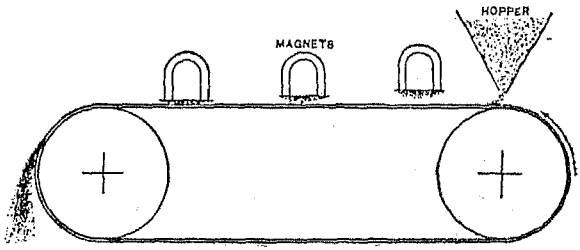


Рис. 265.

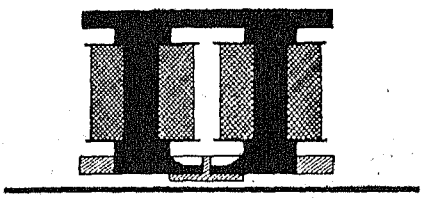


Рис. 266.

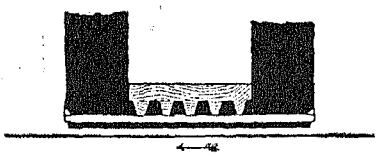


Рис. 267.

Недостатокъ изображенной конструкціи состоитъ въ томъ, что руда подвергается дѣйствію магнитнаго поля лишь слишкомъ небольшой промежутокъ времени и кромѣ того, что приставшая къ поперечной лентѣ руда при движеніи ея настолько быстро отпадаетъ отъ ленты, что не уносится прочь, а попадаетъ обратно въ то же магнитное поле.

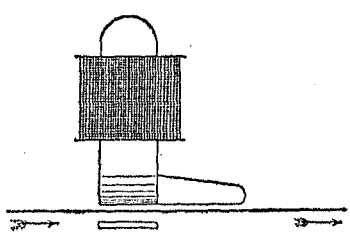


Рис. 268.

Недостатки эти устранены въ настоящее время тѣмъ, что въ аппаратѣ дѣлается не два электромагнита, а 4, причемъ каждый изъ нихъ получаетъ форму, изображенную на рис. 266 и 267. Очевидно, что, благодаря такому устройству, время пребыванія въ магнитномъ полѣ больше, чѣмъ въ описанномъ случаѣ, чему способствуетъ на рис. 266 форма полюсовъ, а на рис. 267—желѣз-

ные трехгранные бруски, служащіе для замыканія потока магнитныхъ силовыхъ линій.

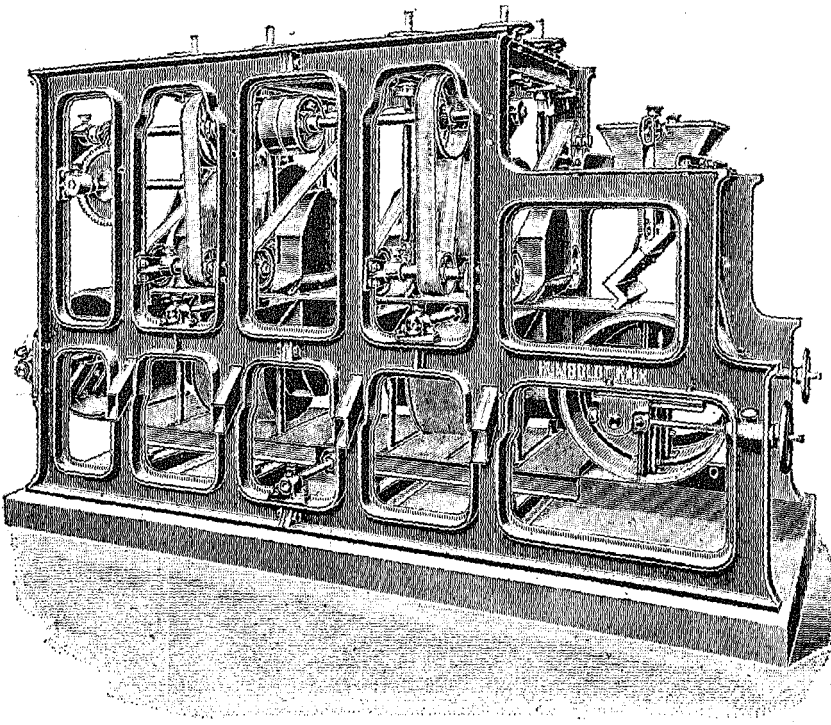


Рис. 269.

Что касается затрудненій въ смыслѣ удаленія изъ магнитнаго поля магнитныхъ частицъ руды, то они устраняются, если къ по-

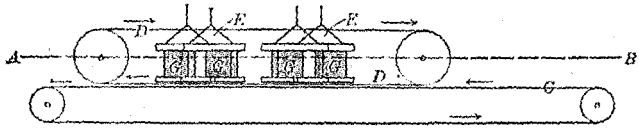


Рис. 270.



Рис. 271.

люсамъ магнитовъ придѣлать приливы, какъ это изображено на рис. 268.

На рис. 269 изображенъ наружный видъ подобнаго сепаратора, какъ онъ строится О-вомъ Humboldt.

Ричардсъ описываетъ сепараторъ Wetherill'я, относящійся также къ типу № 1, но нѣсколько отличный отъ него (рис. 270). Здѣсь *C*—резиновая безконечная лента 12 дюймовъ шириною и 15′4″ длиною, двигающаяся со скоростью 100 футовъ въ минуту. На разстояніи $^3/_8$″ надъ этой лентой въ томъ же направленіи, но со скоростью 125 футовъ въ минуту, движется вторая лента *D*, 16″ шириною. Внутри этой ленты подвѣшены два подковообраз-

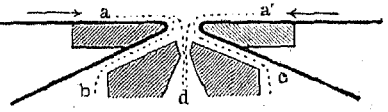


Рис. 272.

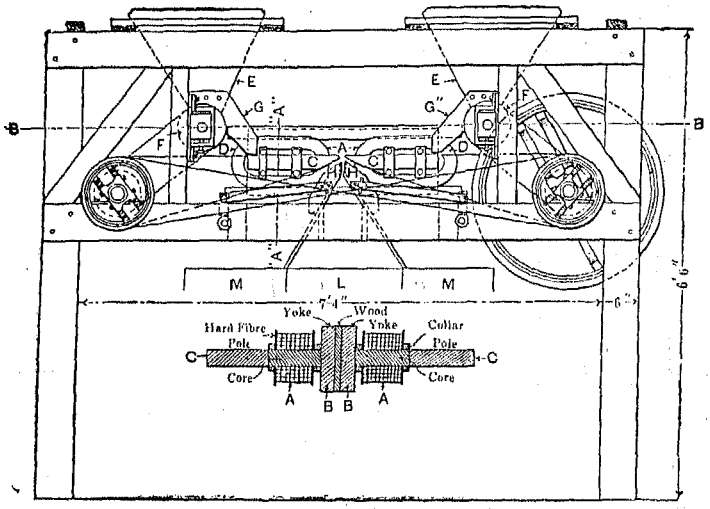


Рис. 273.

ныхъ электромагнита *E*, расположеніе которыхъ по отношенію другъ къ другу видно на рис. 271. Размѣры сердечниковъ *G* (изъ мягкаго желѣза): $8^3/_4'' \times 10^3/_4'' \times 2^1/_2''$. Полюса ихъ *F*—$7^5/_8''$ длиною, $10^3/_4''$ шириною и $3^1/_2$ толщиною.

Обмотка каждаго электромагнита состоитъ изъ 950 витковъ. Токъ: 6—8 вольтъ и 52 амперъ.

Сепараторъ обрабатываетъ руду, измельченную до 1,5 мм., въ количествѣ около 30 тоннъ въ 24 часа.

Типъ № 2 Wetherill'я состоитъ изъ двухъ электромагнитовъ съ заостренными полюсами (рис. 272), вокругъ которыхъ движутся ленты, на которыхъ приводится въ магнитное поле руда, которая въ зависимости отъ своей магнитной проницаемости и раздѣляется на 3 части *b*, *d* и *c* соотвѣтственно установленными перегородками.

Болѣе детально изображенъ описываемый сепараторъ на рис. 273 и 274.

Руда поступаетъ изъ засыпныхъ воронокъ *E* по скатамъ *G* на полотняныя ленты *D*, движущіяся вокругъ отполированныхъ кон-

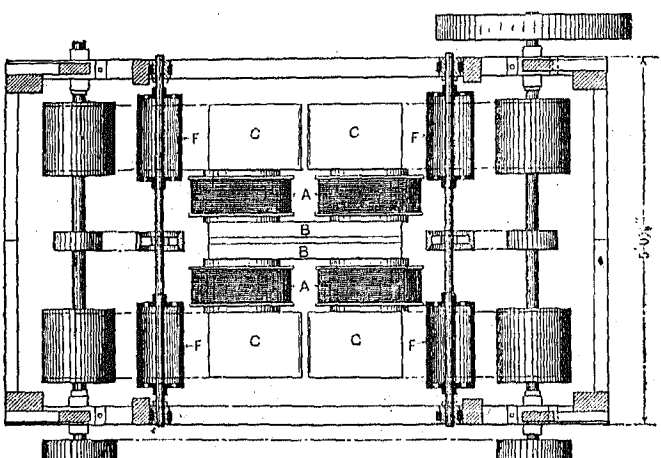


Рис. 274.

цовъ полюсовъ. Немагнитныя части руды падаютъ въ отдѣленіе *Z*, магнитныя же—въ отдѣленія *M*.

Регулированіе работы сепаратора производится соотвѣтственной установкой раздѣлительныхъ перегородокъ *H*, измѣненіемъ скорости движенія лентъ и разстоянія между полюсами и наконецъ измѣненіемъ силы тока.

Размѣры сердечниковъ въ дюймахъ: 8,6 × 10,75 × 2,5. Обмотки состоятъ изъ 950 витковъ. Размѣры полюсовъ, въ дюймахъ: 815,5 × 10,75 × 2,5, причемъ съ одной стороны они срѣзаны, образуя уголъ въ 27°, самое же остріе ихъ закруглено.

Промежутокъ между полюсами обыкновенно равняется 0,92 дюймамъ, вслѣдствіе чего напряженное магнитное поле занимаетъ площадь въ $10^{3}/_{4} \times 0{,}92$ дюйма.

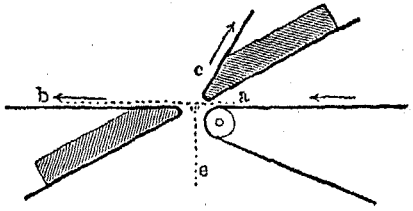


Рис. 275.

Заостреніе оконечностямъ полюсовъ придается съ тою цѣлью, чтобы сконцентрировать магнитныя линіи, и кромѣ того имѣетъ чисто практическое значеніе въ смыслѣ раздѣленія принесенныхъ въ магнитное поле рудныхъ частицъ, такъ какъ, какъ показалъ опытъ, если полюса не сдѣлать заостренными, то магнитныя частицы начинаютъ ими притягиваться слишкомъ рано и пріобрѣтаютъ такую скорость, что, попадая въ наиболѣе сильную часть магнитнаго поля, не могутъ уже въ достаточной степени подвергнуться его дѣйствію. Толщина слоя руды на лентѣ отъ $^{3}/_{8}$ до $^{5}/_{32}$″.

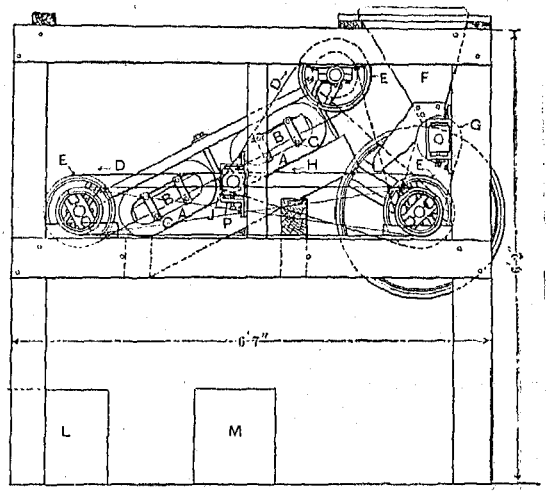


Рис. 276.

Производительность машины отъ $1^{1}/_{2}$ до 3 тоннъ сырой руды въ часъ, необходимый же токъ отъ 6 до 8 амп. при 52 вольтахъ, хотя иногда число амперовъ увеличивается до 22.

Типъ № 3, схематически изображенный на рис. 275, отличается отъ типа № 2 тѣмъ, что электромагниты располагаются подъ угломъ около 27^{0} къ горизонту, а руда же подводится въ магнитное поле по особой лентѣ *a*, причемъ немагнитныя части ея падаютъ внизъ по направленію *e*, магнитныя же попадаютъ на ленту *b*, которой и уносятся изъ магнитнаго поля. Лента *c* слу-

жить для облегченія перехода руды съ ленты *a* на ленту *b*, такъ какъ привлеченныя верхнимъ магнитомъ частицы при движеніи ленты *c* слегка поднимаются кверху и могутъ затѣмъ силой тяжести попадать на ленту *b*.

Подобный сепараторъ изображенъ на рис. 276 и 277, наружный же видъ его на рис. 278.

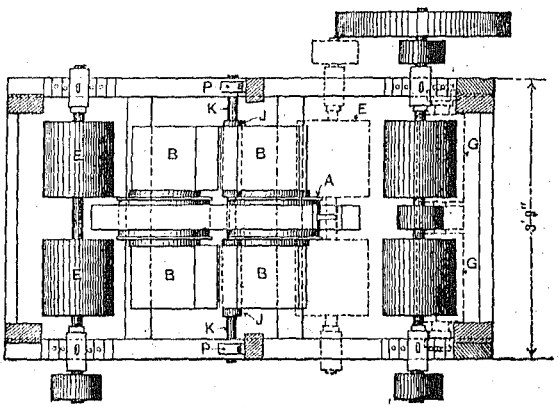


Рис. 277.

Руда поступаетъ изъ засыпной воронки *F* по скату на безконечную ленту *H*, вращающуюся вокругъ деревянной оси *i* съ латунной сердцевиной *K*. Толщина слоя руды $\frac{1}{8}$—$\frac{3}{16}$ дюйма. Ось *I* располагается такимъ образомъ, чтобы руда поступала по возможности въ область наиболѣе интенсивнаго магнитнаго поля. Немагнитныя частицы дѣйствію поля не подвергаются и падаютъ въ пріемникъ *M*, магнитныя же притягиваются или верхнимъ магнитомъ и, будучи прижаты къ лентѣ *D*, огибаютъ вмѣстѣ съ нею полюсъ магнита по направленію вверхъ, или же нижнимъ магнитомъ, причемъ попадаютъ сразу на уносящую ихъ изъ магнитнаго поля ленту, на которую падаютъ затѣмъ и частицы, поднявшіяся съ лентой другого полюса.

Размѣры сердечниковъ и полюсовъ тѣ же, что въ описанномъ примѣрѣ типа № 2. Токъ: 6—8 амп. при 52 вольтахъ. Производительность до $3^1/_2$ тонны въ часъ. При обогащеніи бурыхъ желѣзняковъ расходъ тока 8 амп. и 22 вольтъ, производительность же 1,5 тонны въ часъ.

Типъ № 4 схематически изображенъ на рис. 279. Руда поступаетъ по лентѣ *a* и, падая съ оконечности полюса, раздѣляется

Рис. 279.

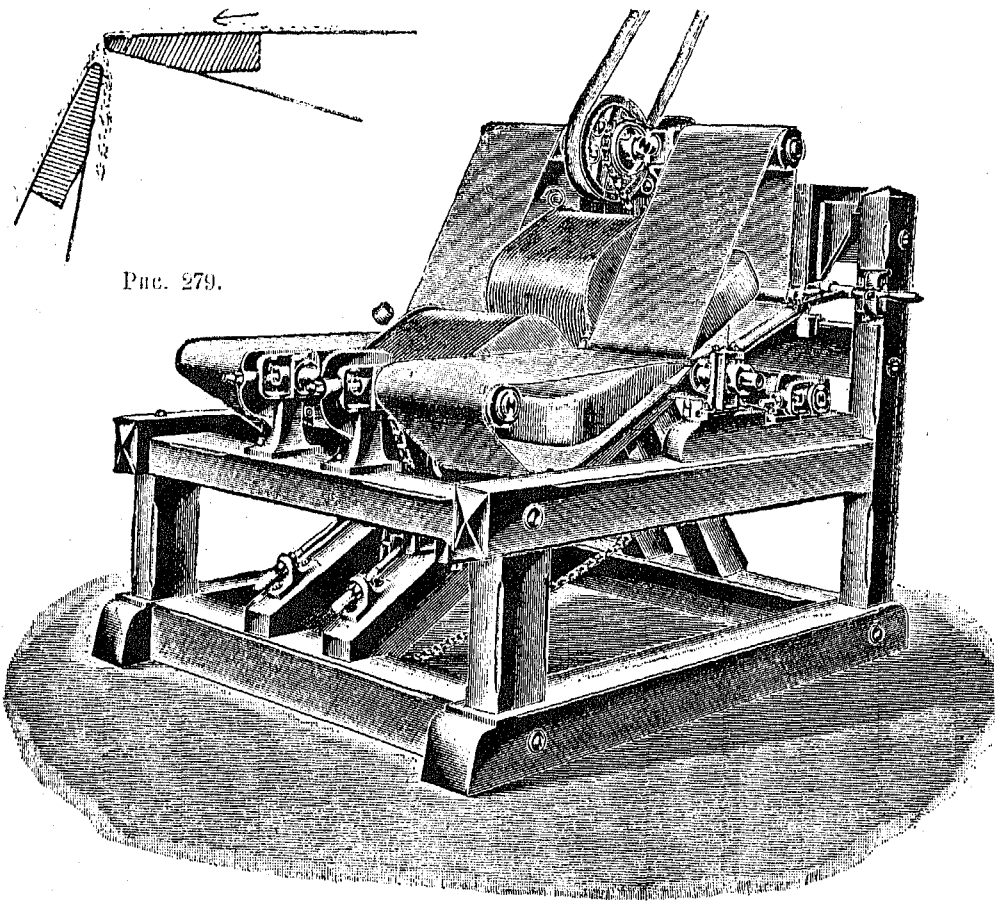


Рис. 278.

на магнитную и немагнитную. Типъ этотъ распространенія не получилъ, такъ какъ болѣе пригоднымъ оказался типъ № 5, отличающійся отъ описанныхъ конструкцій тѣмъ, что число магнитовъ, образующихъ въ немъ магнитное поле, не 2, а 3, какъ видно изъ рис. 280, а также на рис. 281, изображающемъ наружный видъ подобнаго сепаратора. Взаимное соотношеніе между полюсами видно на рис. 282. Примѣненіе трехъ полюсовъ

имѣетъ цѣлью увеличить пространство, на которомъ существуетъ интенсивное магнитное поле.

Устройство сепаратора понятно изъ чертежа. Отмѣтимъ только, что здѣсь мы имѣемъ всего одну безконечную ленту (транспор-

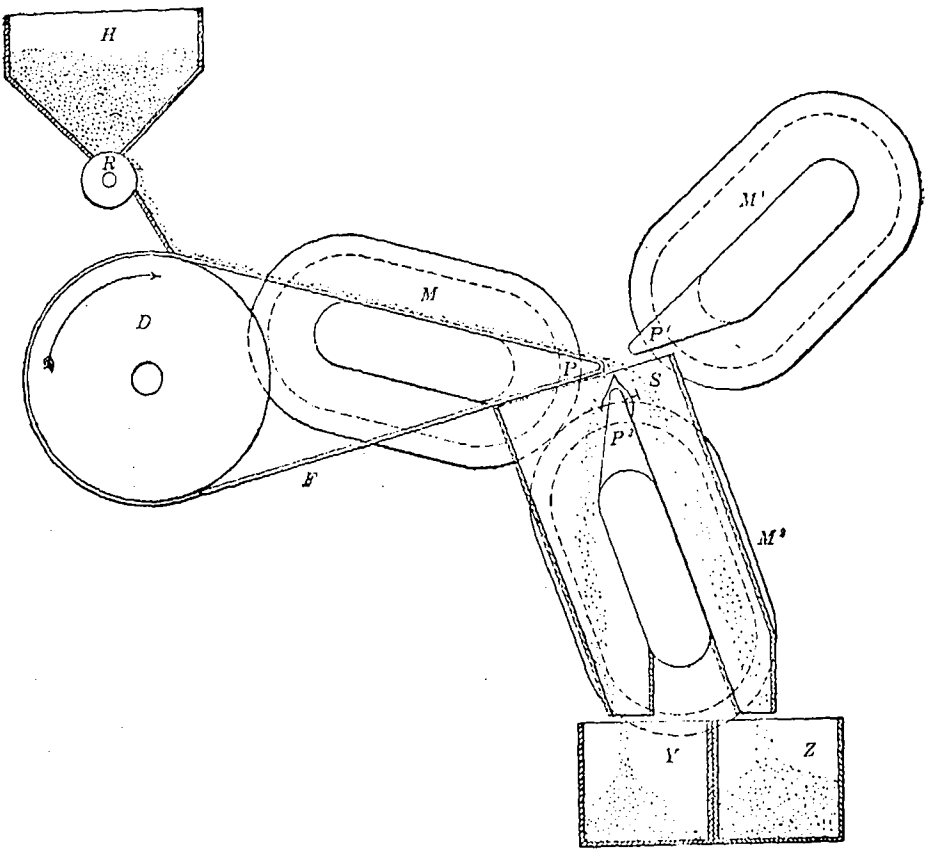


Рис. 280.

теръ), вторая же лента замѣнена латуннымъ щиткомъ S, прикрѣпленнымъ къ оконечности магнита P_2, что представляется очень благопріятнымъ обстоятельствомъ, такъ какъ, не говоря уже о томъ, что ленты, проходя черезъ магнитное поля, уменьшаютъ полезное пространство его, онѣ, вслѣдствіе острыхъ перегибовъ и отъ двигающейся по нимъ руды, быстро изнашиваются.

Типъ № 6, получившій за послѣднее время наибольшее рас-

пространеніе среди другихъ типовъ сепараторовъ Wetherill'я, изображенъ на рис. 283. Подобно типу № 5 его преимущество состоитъ въ существованіи лишь одной ленты F, которая и подвергается изнашиванію, вслѣдствіе чего ее дѣлаютъ изъ ре-

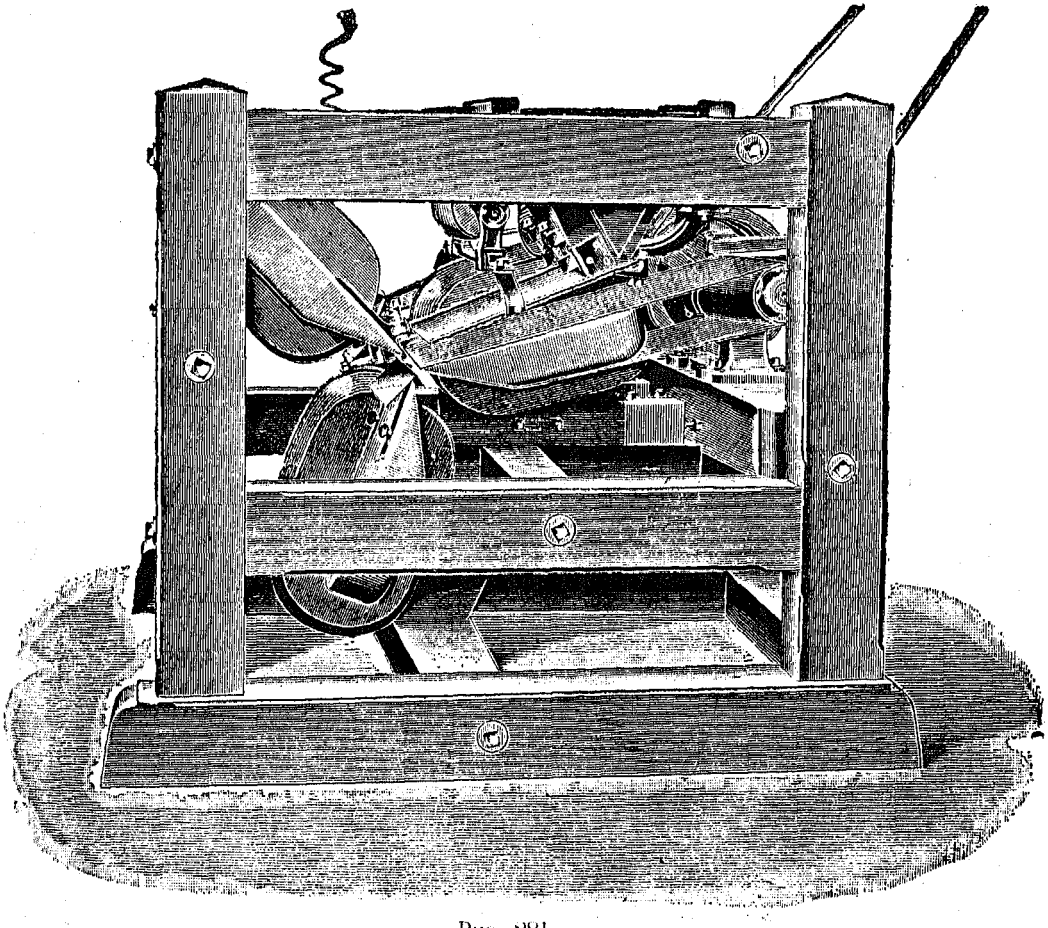


Рис. 281.

зины, лента же T дѣлается изъ полотна и изнашивается очень мало, такъ какъ назначеніе ея—лишь предохранять полюса P^1 и P^2 отъ прилипанія къ нимъ магнитныхъ частицъ. Частицы руды, попадая съ ленты F въ магнитное поле, раздѣляются такимъ

образомъ, что въ зависимости отъ своей магнитной проницаемости описываютъ большую или меньшую параболу.

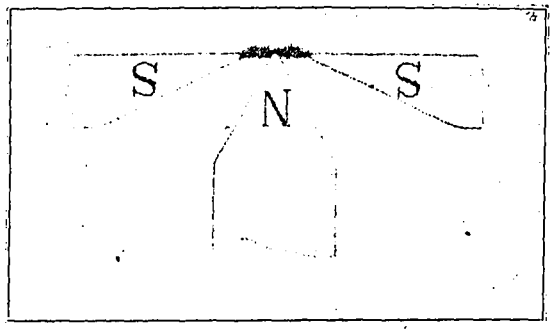


Рис. 281.

По даннымъ Wilkens'a, сепараторы описанныхъ двухъ послѣднихъ типовъ должны имѣть на каждомъ электромагнитѣ 30, 60

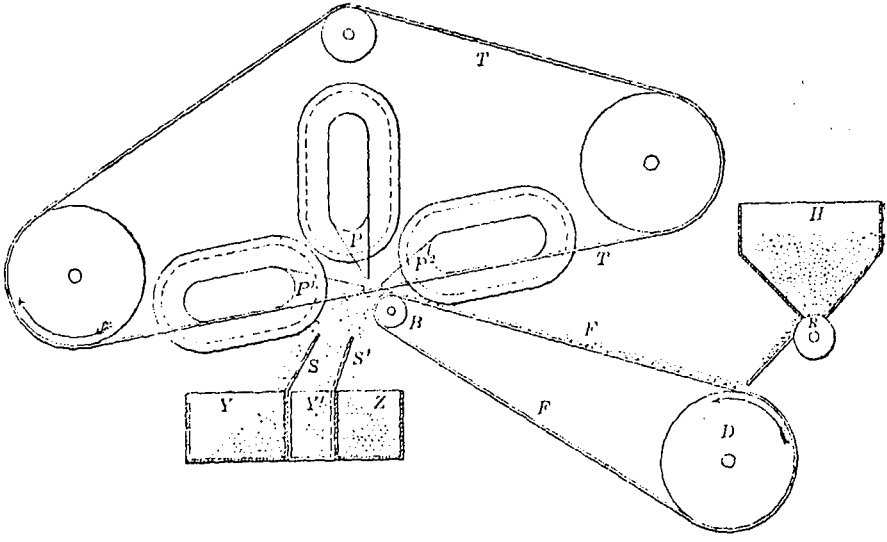


Рис. 282.

и до 100 тысячъ амперъ—витковъ, при токѣ въ 110 вольтъ и 5,15 и 30 ампер.

Расходъ силы на механическую работу сепаратора не превосходитъ 0,5 *HP*, на возбужденіе же тока расходуется отъ 1 до 7 *HP* въ зависимости отъ качества руды.

Smith указываетъ, что для раздѣленія цинковой обманки отъ шпатоватаго желѣзняка по способу Wetherill'я потребно 65 вольтъ и 12—14 амперъ.

Wedding приводитъ слѣдующіе анализы, характеризующіе результаты работы сепараторовъ Wetherill'я.

Руда: шпатоватый желѣзнякъ и цинковая обманка.

		% Zn.	% извлеченія или потери Zn.
Зерна величиною отъ 3 до 1,5 мм.	Сырая руда	20,6	—
	Цинковый концентратъ	47,01	95,5%
	Желѣзный концентратъ	1,6	4,5%
Зерна величиною отъ 1,5 до 0,5 мм.	Сырая руда.	18,7	—
	Цинковый концентратъ	43,0	91,5%
	Желѣзный концентратъ	2,6	8,5%
Зерна величиною отъ 0,5 до 0 мм.	Сырая руда.	14,65	—
	Цинковый концентратъ	34,68	85,2%
	Желѣзный концентратъ	3,70	14,8%

Шпатоватый желѣзнякъ и цинковая обманка.

Зерна величиною менѣе 2,5 мм. Двойная переработка	Сырая руда.	30,2	—
	Цинковый концентратъ	44,2	95,08
	Желѣзный концентратъ	3,5	4,92
Тоже самое	Сырая руда	11,03	—
	Цинковый концентратъ	35,51	91,8
	Желѣзный концентратъ	1,29	8,2

Оловянно-вольфрамовая руда.

	% WO_3.	
Сырая руда	6,79	
Оловянный концентратъ	—	Весь вольфрамъ выдѣленъ
Вольфрамовый концентратъ	56,0	

Франклинитъ, красная цинковая руда.

	Zn.	
Сырая руда	31,09	
Франклинитъ, гранатъ	24,38	Цинкъ въ франклинитѣ химически связанъ.
Цинкитъ, виллемитъ	60,0	
Известковый шпатъ	4,0	

По Вильсону способомъ Wetherill'я возможно раздѣленіе слѣдующихъ минераловъ:

Отдѣленные минералы.	Немагнитный остатокъ.	Отдѣленные минералы.	Немагнитный остатокъ.
Франклинитъ. . .	—	Шпинель.	Корундъ.
Тефроитъ	—	Пирротинъ, роговая обманка . .	Халькопиритъ.
Фоулеритъ	—	Гранат. оловян. кам.	Алмазы и пр.
Гранатъ	Виллемитъ.	Blue ground . . .	
Цинковая обманка	Халькопиритъ.	Роговая обманка .	Апатитъ.
» »	Сѣрный колчеданъ.	Рутилъ (желѣз. разнов.)	»
» »	Свинц. блескъ.	Менакканитъ . .	Рутилъ.
» »	Баритъ.	Тенардитъ. . . .	Пустая порода.
Шпатов. желѣзн. .	Цинковая обманка.	Борнитъ	» »
» » .	Мѣдный колчеданъ.	Малахитъ, азуритъ	» »
» » .	Кріолитъ.	Манганитъ, родонитъ.	» »
Доломитъ	Свинц. блескъ.	Лимонитъ	Галмей.
Менакконитъ, гранатъ, монацитъ	Кварцъ.	»	Пустая порода.
Вольфрамитъ. . .	Оловянный камень.	Гематитъ	» »
» . .	Кварцъ.	Шпатоватый желѣзнякъ	» »
Гранатъ	Корундъ.		

Въ частности по тому же автору способъ Wetherill'я далъ слѣдующіе результаты:

Обрабатывавшаяся руда.	Содержаніе цѣнной части въ сырой рудѣ.	Полученные результаты.
Мѣдныя руды изъ Мексики.	6,3% Cu.	Пустая порода съ 70% граната и 0,3% Cu и мѣдный концентратъ съ 19,8% Cu.
Оловянная руда изъ Испаніи.	48,5% Sn, 22,5% WO_3.	Вольфрамовый концентратъ съ 73,2% WO_3 и 0,8% Sn и оловянный концентратъ съ 70,5% Sn и 1,1% WO_3.

Обрабатывавшаяся руда.	Содержаніе цѣнной части въ сырой рудѣ.	Полученные результаты.
Испанская мѣдная руда.	2,9% Cu.	Мѣдный концентратъ съ 17,2% Cu и пустая порода съ 0,75% Cu.
Побочные продукты мокраго обогащенія въ Брокенъ-Гиллѣ въ Австраліи.	30,8% Zn, 8,68% Pb, 10,09 oz Ag въ тоннѣ.	Цинковый концентратъ: 48,1% Zn, 6,7% Pb и 12,58 oz Ag въ тоннахъ. Свинцовый концентратъ съ 22% Pb, 8,6% Zn и 14,52% Ag въ тоннѣ. Въ пустой породѣ содержалось 10% Zn, 2,9% Pb, 5,48 oz Ag въ тоннѣ.

Ричардсъ сообщаетъ слѣдующія данныя:

Названіе руды.	Названіе продукта.	% отношеніе по вѣсу.	Содержаніе %.			
			Fe %	Mn %	Zn %	SiO_2 %
Бурый желѣзнякъ	Сырая руда . . .	100%	48,03	—	—	25,20
	Концентраты . .	57%	57,10	—	—	13,10
	Промежут. пр. . .	28%	46,20	—	—	25,40
	Отвалъ	15	10,00	—	—	70,80
Бурый желѣзнякъ	Сырая руда . . .	100	43,08	—	—	31,29
	Концентраты . .	63,4	51,04	—	—	11,24
	Отвалъ	36,6	31,74	—	—	66,00
Бурый желѣзнякъ	Сырая руда . . .	100	32,03	—	—	29,93
	Концентраты . .	30	53,14	—	—	7,43
	Отвалъ	70	22,98	—	—	39,58
Цинковая руда (лимонитъ и галмей)	Сырая руда . . .	100	18,60	—	29,57	—
	Концентраты . .	33	49,45	—	5,58	—
	Отвалъ	67	3,41	—	41,40	41,40
Марганцов. руда (кремнистый пиролюзитъ) . . .	Сырая руда . . .	100	—	28,78	—	43,00
	Концентраты . .	52	—	40,91	—	20,85
	Отвалъ	48	—	15,54	—	67,20

Въ Аризонѣ (Сѣв. Амер.) въ магнитное обогащеніе поступалъ продуктъ мокраго обогащенія, содержавшій 53 Cu, 11% Zn, 7% свинца, 20% граната, 30% SiO_2 и 2% Al_2O_3, который обрабатывался на четырехполюсныхъ сепараторахъ Wetherill'я, каждый изъ которыхъ могъ пропустить 25 тоннъ руды въ день. Токъ для всѣхъ магнитовъ имѣлъ 100 вольтъ, но для первыхъ двухъ 3 ампера, для послѣднихъ же двухъ—5 амперовъ. Въ концентратахъ оставался весь мѣдный блескъ (обожженный, такъ какъ руда передъ поступленіемъ въ сепараторъ обжигалась), въ отвалѣ же сосредоточивался весь свинецъ, цинкъ, гранатъ и кварцъ. Этотъ послѣдній продуктъ обрабатывался на столахъ Вильфли и концентратъ шелъ на 2 шестиполюсныхъ сепараторахъ Wetherill'я, каждый изъ которыхъ могъ переработать 15 тоннъ руды въ день. Токъ имѣлъ 110 вольтъ, что же касается числа амперовъ, то для первыхъ двухъ сепараторовъ оно было 4, для вторыхъ двухъ—10, для послѣднихъ же двухъ—25.

Первые два полюса выдѣляли оставшійся въ рудѣ мѣдный блескъ, вторые два—гранатъ и послѣдніе два—цинкъ.

Весьма поучительны въ смыслѣ значенія магнитнаго обогащенія данныя Стефана Фарбахъ, который производилъ параллельные опыты съ сепараторомъ Wetherill'я и обработкою на отсадочныхъ рѣшетахъ. Опыты велись съ рудой, состоявшей изъ бураго желѣзняка, вкрапленнаго въ кварцъ. Содержаніе желѣза въ сырой рудѣ, поступавшей въ магнитное обогащеніе, равнялось 28%, поступавшей же на отсадочныя рѣшета—25,96%. Результаты работы сепаратора Wetherill'я сведены въ таблицѣ I, работы же отсадочныхъ рѣшетъ въ таблицѣ II на стр. 335.

Такимъ образомъ даже въ этомъ благопріятномъ для отсадочныхъ рѣшетъ случаѣ сепараторъ Wetherill'я извлекалъ 43,5% сырой руды, давая продуктъ съ содержаніемъ 39,2% Fe въ то время, какъ отсадочныя рѣшета извлекали, правда, 45,25% сырой руды, но съ содержаніемъ Fe всего въ 36,8% Fe.

Заканчивая описаніе магнитнаго обогащенія, необходимо обратить вниманіе на то, что существеннымъ условіемъ успѣха его является достаточное измельченіе руды. Веддингъ предложилъ пользоваться для опредѣленія степени измельченія микроскопомъ. Такъ какъ однако большинство рудъ непрозрачно, то при-

Таблица I.

Величина зеренъ. мм.	% зеренъ каждой величины.	% концентратовъ.	% Fe въ концентратахъ.	% Fe въ отвалѣ.	Производит. сепарат. клг. въ часъ.
3,5 —2,5	20	54,9	35,03	18,3	1410
2,5 —1,5	21	37,8	39,06	21,8	1393
1,5 —0,75	30	44,6	41,4	17.9	1117
0,75—0	29	37,0	42,6	28,6	747
	100	43,5	39,2		1125

Таблица II.

Величина зеренъ. мм.	Концентраты.		Промежут. прод.		Отвалъ.	
	Отношеніе къ кол. сырой руды %	% Fe.	Отношеніе къ колич. сырой руды %	Fe %	Отношеніе къ колич. сырой руды %	Fe %
11—8,5	3,55	36,16	11,0	—	0,70	11,03
8,5—5,6	6,70	36,85	19,05	—	2,80	10,12
5,6—4	6,20	35,12	6,35	—	1,75	11,4
4—1,8	4,90	37,43	13,10	—	2,90	10,40
2,8—2	4,94	35,23	6,75	—	1,30	8,15
2—1,4	6,05	36,16	5,15	—	3,20	9,78
Песокъ.	10,20	38,94	2,25	23,88	11,10	12,73
Мука.	2,70	36,97	0,90	29,33	5,40	13,76
Шламмъ.	—	—	—	—	22,45	22,53
	45,25	36,83	3,15	25,44	51,60	16,46

мѣненіе микроскопа, безусловно желательное, можетъ встрѣтить затрудненія. Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что включенія минераловъ въ одной и той же рудѣ бываютъ крайне разнообразны по величинѣ, а потому, повидимому, единственно вѣрнымъ путемъ опредѣленія надлежащей степени измельченія руды является опытъ.

Затѣмъ, для успѣшнаго проведенія магнитнаго обогащенія необходимо руду, поступающую въ сепараторъ, тщательно классифицировать, такъ какъ иначе различія въ вѣсахъ отдѣльныхъ зеренъ рудной смѣси могутъ существенно повліять на ходъ обогащенія. Опытъ, однако, показалъ, что предѣлы классификаціи (и сортировки), принятые для отсадочныхъ рѣшетъ, вполнѣ достаточны для магнитнаго обогащенія.

XI.

Электростатическое обогащеніе.

Въ самое послѣднее время предложенъ способъ электростатическаго обогащенія Люсьеномъ Блэкомъ. Способъ этотъ основанъ на различіи времени, потребнаго для рудной частицы, чтобы воспринять электрическій зарядъ, а также отъ ея электропроводимости. При своихъ опытахъ Блэкъ получилъ слѣдующія данныя, приведенныя въ таблицѣ на стр. 337.

Болль-Моршеръ (Ball-Marscher) сконструировалъ для электростатическаго обогащенія спеціальный сепараторъ, состоящій изъ 4 полюсовъ, расположенныхъ попарно другъ надъ другомъ. Верхніе два полюса отрицательны, нижніе же положительны. Подъ полюсами расположены пріемники, въ которыхъ собираются три продукта: хорошіе, средніе и худые проводники электричества. Руда, падая на полюсы, которые вращаются, заряжается тѣмъ или другимъ электричествомъ и собирается въ пріемникъ. По словамъ изобрѣтателей, расходъ силы на 2 сепаратора около 3 *HP*.

Результаты работы сепаратора приведены въ таблицѣ на стр. 338.

Руда.	Продуктъ.	% Zn.	% Pb.	% Fe.	Замѣчанія.
Свинцовые и цинковые концентраты	Сырая руда.	25,87	20,40	12,02	Серебро высокой пробы.
	Pb концентраты.	4,45	50,58	16,14	
	Zn концентраты.	45,11	3,81	7,40	
Мѣдный блескъ и гранатъ	Сырая руда.	Cu 3,20	—	—	Извлечено 81% Cu.
	Концентраты	12,94	—	—	
	Отвалъ	0,40	—	—	
Углекислая мѣдь въ известнякѣ	Сырая руда.	4,60	—	—	Извлечено 70% Cu.
	Концентраты	33,89	—	—	
	Отвалъ	0,79	—	—	
Самородная мѣдь въ песчаникѣ	Сырая руда.	2,68	—	—	Извлечено 76% Cu.
	Концентраты	38,70	—	—	
	Отвалъ	0,27	—	—	
Мѣдн. блескъ въ тяж. шпатѣ	Сырая руда.	6,06	—	—	Извлечено 88% Cu.
	Концентраты	26,81	—	—	
	Отвалъ	0,93	—	—	
Золото содерж. колчеданъ въ кварцѣ	Сырая руда.	1,14	11,60	0,80	Извлечено 74% Au.
	Концентраты	4,20	36,12	2,42	
	Отвалъ	0,33	1,27	0,14	

Названіе продукта.	% по вѣсу	% Zn	% Zn	% Fe	% SiO_2	O_z Au на тонну	O_z Ag на тонну
Сырая руда	100	29,0	5,5	22,8	5,2	0,24	6,56
Концентраты Fe. . . .	36	6,2	10,0	40,0	2,0	0,37	8,13
Концентраты Zn	63	44,0	2,2	10,9	6,8	0,16	5,24
Сырая руда	100	30,40	9,60	21,00	3,38	0,04	6,80
Концентраты Fe. . . .	47,55	7,37	9,40	36,73	3,90	0,06	8,10
Концентраты Zn	51,80	5,10	0,60	7,97	2,85	слѣды	5,10
Сырая руда	100	15—18	4	35—37	3	слѣды	10
Концентраты Fe. . . .	75	7,2	0,5	40	1,3		12
Концентраты Zn	25	47,2	0,8	—	3,3		4

XII.

Обогащеніе рудъ при помощи масла.

(Способъ Эльмора).

Способъ Эльмора основанъ на различной смачиваемости различныхъ минераловъ водою и масломъ и можетъ быть характеризованъ слѣдующимъ опытомъ. Если шламмъ, прошедшій черезъ сѣтку съ приблизительно 30 отверстіями на кв. дюйм., покрыть слоемъ масла и затѣмъ взболтать, не доводя однако масло до эмульсированія, то въ результатѣ всѣ минералы шламма, имѣющіе блестящую металлическую поверхность, главнымъ образомъ различныя сѣрнистыя соединенія, окажутся сконцентрированными въ слоѣ масла, которое смочитъ ихъ и будетъ удерживать въ себѣ, въ то время какъ кварцъ и т. п. минералы останутся въ водѣ.

Къ минераламъ, которые могутъ быть такимъ образомъ выдѣлены изъ шламма при помощи масла, относятся: самородное золото, серебро и мѣдь, мѣдный и сѣрный колчеданъ, борнитъ и блеклая мѣдная руда, сѣрая и красная серебряная руда, теллуристыя соединенія, киноварь, стибнитъ, свинцовый блескъ, молибденитъ, графитъ и сѣра. Удѣльный вѣсъ минераловъ при этомъ способѣ обогащенія значенія не имѣетъ.

Масло, примѣняемое при описываемомъ способѣ обогащенія—нефтяные остатки (уд. в. 0,89). Наиболѣе пригодная для обогащенія температура 12°—14°С.

Если масло слишкомъ жидко, то его надо сгустить прибавленіемъ густыхъ маслъ и наоборотъ, такъ какъ, очевидно, консистенція масла должна имѣть существенное значеніе въ смыслѣ количества минераловъ, могущихъ быть собранными въ маслѣ. Теоретически масло можетъ удержать въ себѣ лишь 10% собственнаго вѣса мѣднаго блеска, но на практикѣ удерживаетъ отъ 20 до 28%, что объясняется пузырьками воздуха, скопляющимися въ немъ. Количество масла, потребнаго для обогащенія руды, содержащей 7% сѣрнистыхъ соединеній, приблизительно равно вѣсу руды. Увеличеніе количества концентратовъ влечетъ за собой необходимость увеличенія количества масла. Слѣдуетъ замѣтить, что потеря масла при описываемомъ процессѣ очень незначительна и составляетъ лишь 1,25—2,25 галлоновъ на тонну обработанной руды. Въ деталяхъ обогащеніе по способу Эльмора состоитъ въ слѣдующемъ:

Руда, измельченная до величины зеренъ около 0,02″, въ видѣ шламма, въ которомъ на тонну руды приходится около 5 тоннъ воды, вводится вмѣстѣ съ потребнымъ количествомъ масла въ горизонтальный медленно вращающійся барабанъ, къ внутренней поверхности котораго придѣланы по длинѣ спиральныя ребра, облегчающія передвиженіе руды по барабану и обусловливающія болѣе тѣсное соприкосновеніе ея съ масломъ. По выходѣ изъ барабана даютъ водѣ и маслу, въ которомъ уже заключаются извлекаемые минералы, отстояться и воду съ оставшейся въ ней рудой пускаютъ въ точно такой же второй барабанъ, а изъ него въ третій.

Концентраты—масло съ рудными частицами всѣхъ трехъ барабановъ — (миксеровъ)—поступаетъ въ центробѣжный гидроэкстракторъ, представляющій собой вертикальный цилиндръ, вращающійся со скоростью 800 оборотовъ въ минуту. Сверху цилиндръ этотъ закрытъ по краямъ крышкой въ видѣ кольца. Въ цилиндръ, до поступленія въ него масла, вводится вода, которая подъ вліяніемъ центробѣжной силы прижимается къ стѣнкамъ цилиндра, образуя въ немъ какъ бы внутренній цилиндръ со стѣнками изъ воды. Когда въ этотъ цилиндръ вводятся концентраты, т. е. масло съ заключенными въ немъ минералами, то

подъ вліяніемъ центробѣжной силы минералы переходятъ изъ масла въ водяныя стѣнки цилиндра, масло же поднимается по

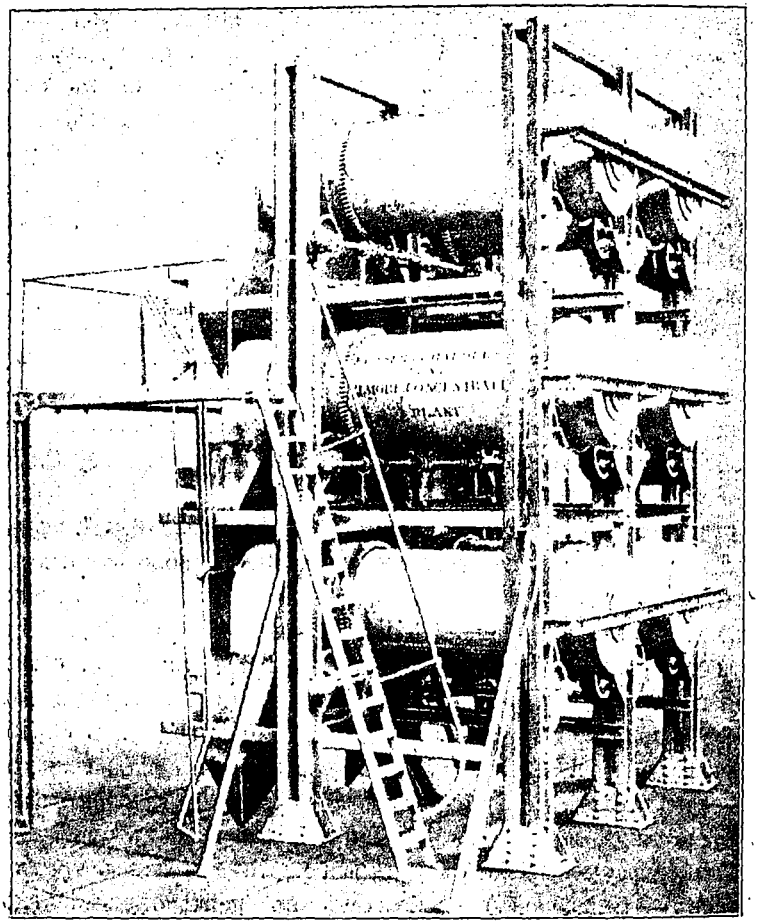


Рис. 284.

этимъ стѣнкамъ и удаляется изъ аппарата черезъ отверстіе въ его кольцеобразной крышкѣ.

По удаленіи изъ гидро-экстрактора введеннаго въ него масла онъ останавливается, и вода съ заключенными въ ней частицами руды и небольшимъ количествомъ оставшагося масла переходитъ въ другой гидро-экстракторъ меньшихъ размѣровъ и съ

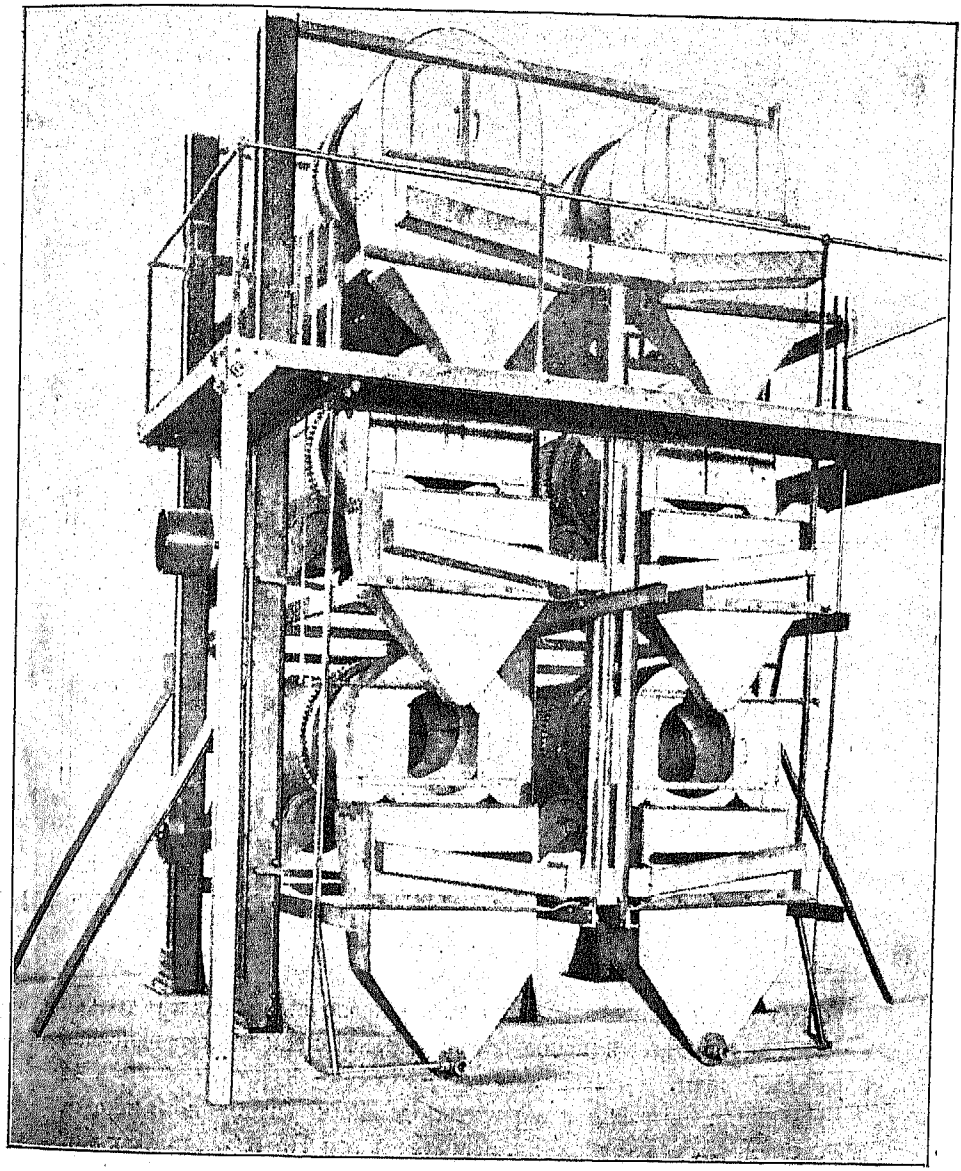


Рис. 285.

продырявленными стѣнками, черезъ отверстія которыхъ подъ вліяніемъ центробѣжной силы выбрасываются вода и масло. Остающаяся

въ экстракторѣ руда готова для дальнѣйшаго употребленія. Количество масла, остающагося въ ней, незначительно, всего 3—6%, которые и составляютъ указанную выше потерю масла при процессѣ.

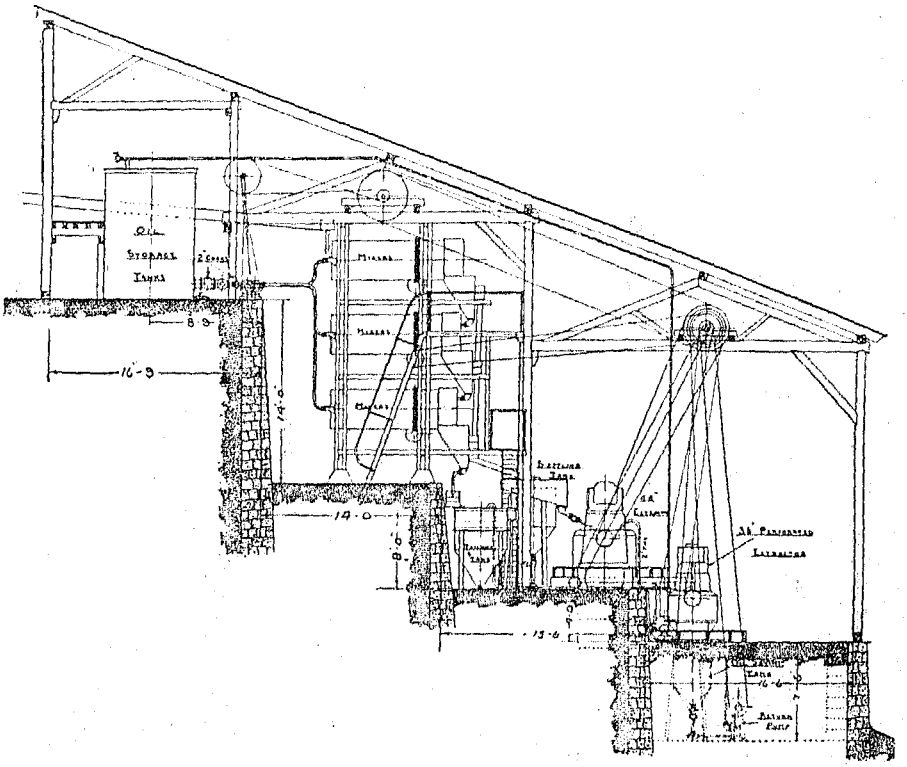


Рис. 286.

Само собой разумѣется, что такое масло въ рудѣ не только не вредно, но даже и полезно при дальнѣйшей металлургической обработкѣ руды.

На рис. 284 и 285 изображена двойная баттарея Эльмора, состоящая изъ 6 барабановъ. Барабаны эти 10′ 6″ длиною и 36″ діаметромъ вращаются со скоростью 6 оборотовъ въ минуту. Внутри каждаго изъ нихъ имѣется спиральный выступъ въ 6″ высотою, служащій для передвиженія и перемѣшиванія руды съ масломъ. По выходѣ изъ каждаго цилиндра смѣсь воды и масла попадаетъ въ

шницкастенъ, изъ нижней части котораго вода съ рудою идетъ въ нижележащій цилиндръ, изъ верхней же— масло въ первый гидро-экстракторъ, діаметръ котораго равенъ 48″. Діаметръ второго гидро-экстрактора—36″.

Расходъ силы на приведеніе въ дѣйствіе 3 барабановъ, т. е. одинарной баттареи, равняется 0,7 *HP*, на приведеніе дѣйствія перваго гидро-экстрактора—4 *HP*, и второго гидро-экстрактора—2 *HP*.

Изображенныя на рис. 284 и 285 дѣ баттареи обрабатываютъ въ день 50 тоннъ руды съ содержаніемъ мѣди въ 3%, давая концентратъ съ 9% Cu.

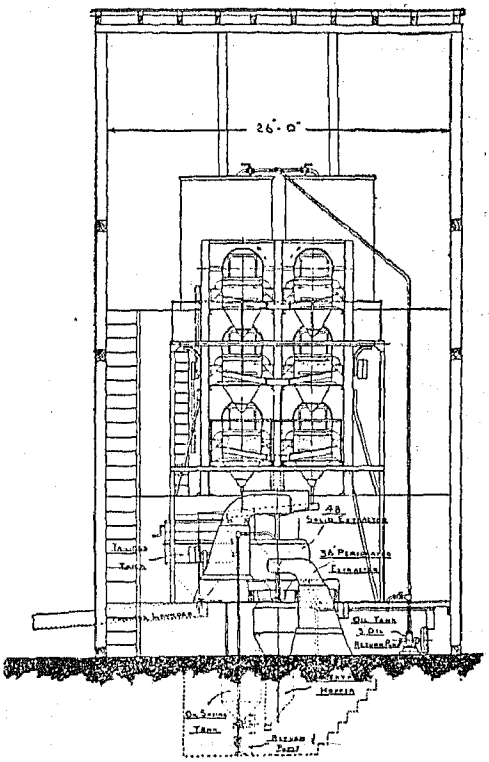


Рис. 287.

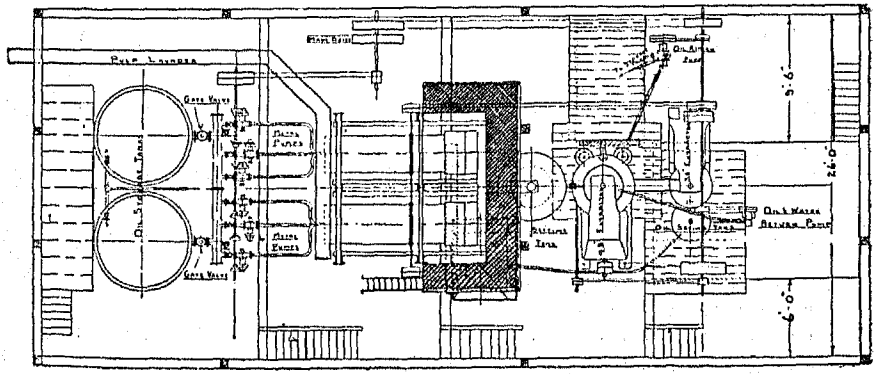


Рис. 288.

На рис. 286—288 изображена фабрика, на которой работаютъ описанные сепараторы Эльмора.

Какъ на преимущество обогащенія рудъ по способу Эльмора слѣдуетъ указать на малый расходъ воды (что важно, если ея мало и она дорога), полученіе очень чистыхъ концентратовъ и чистыхъ хвостовъ и, наконецъ, возможность обработки такихъ рудъ, раздѣленіе которыхъ обыкновеннымъ мокрымъ способомъ было бы невозможно.

Какъ на недостатки нужно указать необходимость тщательнаго регулированія количества масла въ зависимости отъ качествъ руды и температуры.

Окислившаяся и нечистая руда не годится для обработки по способу Эльмора, и ее передъ употребленіемъ необходимо измельчить, чтобы получить чистыя поверхности кусковъ руды. Слѣдующая таблица даетъ представленіе объ экономическомъ значеніи способа Эльмора по сравненію съ обыкновеннымъ способомъ обогащенія.

	Отсадочныя рѣшета и герды.			Способъ Эльмора.		
	ф. ст.	шилл.	п.	ф. ст.	шилл.	п.
Средняя стоимость сырой руды (тонны)	1	12	—	1	18	—
Средній % Cu въ концентратахъ . .	4,771	—	—	10,00	—	—
Среднее содержаніе Ag въ концентратахъ	3,827	—	—	8,25	—	—
Среднее содержаніе Au въ концентратахъ	0,506	—	—	0,86	—	—
Средняя стоимость тонны концентратовъ	4	46	7	12	16	0
Средняя стоимость продукта, извлеченнаго изъ тонны сырой руды обогащеніемъ	0	4	7	1	10	9
Средній % извлеченія стоимости . .	14,5%			89,9%		

II. Обогащеніе каменнаго угля.

Въ каменномъ углѣ, добываемомъ изъ нѣдръ земли, всегда содержится большая или меньшая примѣсь пустой породы, дающей при сжиганіи его золу, и сѣрнаго колчедана, являющагося вредной примѣсью къ твердому минеральному топливу, какъ при сжиганіи угля въ топкахъ, вслѣдствіе образованія сѣрнаго ангидрита, такъ и при металлургическихъ производствахъ, гдѣ сѣра, заключающаяся въ каменномъ углѣ, большею частью переходитъ въ выплавляемый металлъ, ухудшая его количество.

Весьма понятно поэтому, что содержанія золы и сѣры, вліяя на качество угля, какъ горючаго, вліяютъ и на его продажную цѣну: чѣмъ больше это содержаніе, тѣмъ меньше цѣна угля.

Вторымъ факторомъ, вліяющимъ на цѣну каменнаго угля, является величина кусковъ, въ которыхъ онъ поступаетъ въ продажу. Дороже всего расцѣнивается крупный кусковый уголь, какъ являющійся въ большинствѣ случаевъ наиболѣе пригоднымъ для сжиганія.

Для иллюстраціи зависимости между цѣнами угля и величиной кусковъ, изъ которыхъ состоятъ различные сорта его, можетъ служить слѣдующая, помѣщенная на стр. 346, таблица цѣнъ за періодъ времени 1896—1904 г. въ Рейнско-Вестфальскомъ районѣ (О-во Hibernia).

Назвавъ α, β, γ, δ и т. д. количество каждаго сорта угля, получаемаго при механической обработкѣ тонны сырого угля, получимъ на основаніи въ приведенныхъ цифровыхъ данныхъ слѣдующую общую стоимость продукта, полученнаго изъ тонны, добываемаго изъ рудника угля.

$148{,}95\ \alpha + 143{,}15\ \beta + 118{,}49\ \gamma + 150{,}3\ \delta + 149{,}69\ \varepsilon + 117{,}76\ \zeta + 105{,}05\ \eta + 113{,}44\ \vartheta$, каковая стоимость, которую назовемъ s, должна равняться суммѣ

стоимости добычи тонны угля . . . . . a
„ механической обработки. . . . . b
„ доставки продуктовъ, полученныхъ изъ тонны сырого угля на рынокъ. . t
и прибыли . . . . . e

Вообще говоря, s должна быть больше стоимости тонны сырого угля s^1, но механическая обработка угля возможна и въ

Сорта угля.	1896/97	1897/98	1898/99	1899/1900	1900/01	1901/02	1902/03	1903/04	1904/05	Средняя цѣна тонны.	Если принять стоимость тонны не сортиров. угля съ 25% кусковъ за 100, то цѣна остальныхъ сортовъ будетъ
	м а	р	к о	з а	т	о	и	н	у.		
Несортированный уголь съ 25% кусковъ. . .	8,00	8,50	8,50	9,00	10,00	10,00	9,00	9,00	9,00	8,11	100
Уголь съ 40% кусковъ .	8,50	9,00	9,00	9,50	10,50	10,50	10,50	10,00	10,00	8,77	108,13
» » 50% » .	9,00	9,50	9,50	10,00	11,00	11,00	11,00	10,50	10,50	10,22	125,27
Куск. уголь (> 80 мм.) I .	10,80	11,00	11,25	11,75	13,00	13,00	13,00	12,50	11,50	12,08	148,95
» » II .	10,25	10,50	10,50	11,00	12,25	13,00	12,00	12,50	12,50	11,61	143,15
» » III .	9,50	10,00	10,00	10,50	11,50	11,50	11,50	11,00	11,00	9,61	118,49
Мытый орѣшн. 50—80 мм.	11,00	11,25	11,75	11,75	13,00	13,00	13,00	12,75	12,75	12,19	150,30
» » 30—50 »	10,50	11,25	11,25	11,75	13,00	13,00	13,00	12,75	12,75	12,14	149,69
» » 50—15—30 »	9,00	9,75	10,00	10,50	11,75	11,75	11,25	11,00	11,00	9,55	117,76
» » 10—15 »	8,00	8,75	9,00	9,50	10,75	10,75	10,00	10,00	10,00	8,52	105,05
Мытая мелочь (< 10 мм.)	6,00	8,75	9,00	7,50	10,75	10,75	10,00	10,00	10,00	9,19	113,44

томъ случаѣ, когда $s = s^1$, и даже меньше s^1, такъ какъ, уже не говоря о томъ, что сырой уголь, поступающій изъ рудника, иногда по многозольности своей не можетъ найти сбыта на рынкѣ, выдѣленіе изъ него золы, т. е. уменьшеніе вѣса продуктовъ, подлежащихъ перевозкѣ, можетъ окупить расходы по механической обработкѣ сырого угля.

Пользуясь вышепринятыми обозначеніями, мы можемъ написать

$$s = a + b + t + \varepsilon —. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

гдѣ ε — прибыль, получаемая при продажѣ тонны продуктовъ обогащенія.

Съ другой стороны

$$s' = a + t' + \varepsilon', \text{ гдѣ} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

t' — стоимость перевозки тонны сырого угля до мѣста продажи и ε' — полученная прибыль.

Вычитая второе выраженіе изъ перваго, получимъ

$$s — s' = b + t + \varepsilon — t' — \varepsilon' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Если назовемъ ω количество пустой породы, выдѣленной изъ тонны сырого угля при обогащеніи его, то зависимость между t и t' будетъ

$$t = t' \ (1 — \omega)$$

и выраженіе (3) приметъ слѣдующій видъ

$$s — s' = b + t' + \varepsilon — t' — t' \omega — \varepsilon'$$

$$s — s' = b — t' \omega + \varepsilon — \varepsilon' \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Изъ этого выраженія видно, что предѣломъ экономической возможности обогащенія угля является случай, когда

$$s — s' = b — t' \omega. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

такъ какъ въ этомъ случаѣ $\varepsilon — \varepsilon' = 0$, что значитъ, что введеніе обогащенія никакой выгоды дать не можетъ.

Въ выраженіи (5) всѣ величины могутъ быть легко вычислены, причемъ слѣдуетъ замѣтить, какъ это непосредственно слѣдуетъ изъ выраженія (1), величина s' существенно зависитъ

отъ взаимоотношеній между величинами α, β, γ и т. д. Эти взаимоотношенія, конечно, прежде всего зависятъ отъ качествъ угля, но могутъ быть до извѣстной степени измѣняемы примѣненіемъ соотвѣтственныхъ устройствъ, какъ это выяснится при дальнѣйшемъ изложеніи самыхъ продуктовъ обогащенія; что же касается величины ω, то она легко можетъ быть вычислена съ помощью формулы С. Г. Войслава

$$\omega = \frac{c_1 - c_2}{c_1 - c_3}, \text{ гдѣ}$$

c_1 — содержаніе золы въ сыромъ углѣ, поступающемъ изъ рудника,

c_2 — содержаніе золы въ обогащенномъ углѣ и

c_3 — содержаніе золы въ поступающей въ отвалъ массѣ.

Ископаемыя, твердыя горючія можно раздѣлить на двѣ группы.

Къ первой изъ нихъ относятся такіе каменные угли, которые состоятъ изъ чистой или малозольной каменноугольной массы и изъ отдѣльныхъ легко различаемыхъ болѣе или менѣе крупныхъ включеній пустой породы, распредѣленной въ угольной массѣ неравномѣрно, въ видѣ прослойковъ, зеренъ, стяженій, примазокъ и т. п.

Матеріалъ, получаемый при достаточномъ измельченіи такихъ углей, состоитъ изъ отдѣльныхъ зеренъ болѣе или менѣе чистаго каменнаго угля и зеренъ чистой пустой породы.

Ко второй группѣ углей слѣдуетъ отнести всѣ тѣ угли, въ которыхъ распредѣленіе включеній пустой породы въ каменноугольной массѣ настолько тѣсно, что при измельченіи въ предѣлахъ, какіе возможны при обогащеніи, мы можемъ получить лишь болѣе и менѣе чистыя зерна, представляющія собой смѣсь пустой породы и каменнаго угля. Когда распредѣленіе пустой породы среди угольной массы вполнѣ равномѣрно, какъ напримѣръ мы видимъ это въ углистыхъ сланцахъ, то механическая обработка—обогащеніе—дѣлается невозможнымъ, такъ какъ, очевидно, въ получаемой при измельченіи массѣ зеренъ, которая должна итти въ раздѣленіе, зерна не отличаются другъ отъ друга по удѣльному вѣсу.

Указанное раздѣленіе всѣхъ ископаемыхъ углей на двѣ группы можетъ считаться правильнымъ лишь съ точки зрѣнія практики, такъ какъ на самомъ дѣлѣ углей, которые безусловно могли бы быть отнесены къ первой группѣ, въ природѣ не существуетъ, и въ чистой, съ точки зрѣнія практики, угольной массѣ всегда содержится извѣстное количество пустой породы (золы). Поэтому отнесеніе даннаго сорта угля къ первой группѣ основывается на томъ, что нѣкоторая часть заключенной въ ней пустой породы распредѣлена такъ, какъ это требуется указанной характеристикой углей первой категоріи.

Такимъ образомъ мы при обогащеніи каменнаго угля должны помнить, что продукты, получаемые нами при процессахъ раздѣленія, не представляютъ собой ни—съ одной стороны—чистаго каменнаго угля, ни—съ другой стороны—чистой пустой породы, совершенно подобно тому, какъ это происходитъ при раздѣленіи руды.

Само собой разумѣется, что благодаря этому обстоятельству мы, примѣняя для процессовъ раздѣленія основную формулу

$$\frac{d}{d_1} = \frac{\delta_1 - 1}{\delta - 1},$$

должны помнить, что ни δ, ни δ_1 не представляютъ собой удѣльныхъ вѣсовъ чистой угольной массы и пустой породы.

Если при обогащеніи рудъ мы этимъ обстоятельствомъ пренебрегали, то это было допустимо отчасти вслѣдствіе того, что вообще говоря смѣшеніе минераловъ съ пустою породой не бываетъ настолько тѣснымъ, какъ это наблюдается въ углѣ, отчасти же оттого, что дробленіемъ, которое при обогащеніи руды допустимо въ болѣе широкихъ размѣрахъ, гдѣ при обогащеніи угля мы могли получить въ концѣ концовъ смѣсь зеренъ почти чистыхъ минераловъ и такой же пустой породы.

Поэтому, если приведенная формула Риттингера оставалась примѣнимой, если мы въ нее для δ и δ_1 вставляли удѣльные вѣса чистыхъ минераловъ, вмѣсто вѣсовъ дѣйствительно получаемыхъ продуктовъ, то при пользованіи этой формулой при обогащеніи каменнаго угля подобный пріемъ можетъ привести къ серьезно ощутимымъ на практикѣ послѣдствіямъ.

Поэтому прежде изложенія процессовъ обогащенія каменнаго угля необходимо остановиться нѣсколько болѣе подробно на спо-

собахъ опредѣленія удѣльнаго вѣса имѣющихъ значеніе при обогащеніи каменнаго угля продуктовъ.

Для этой цѣли прежде всего можно примѣнить слѣдующій практическій методъ.

Взять генеральную пробу горючаго (мелочи), раздѣлить ее на классы такимъ образомъ, чтобы получить нѣсколько фунтовъ зеренъ равной величины, и подвергнуть смѣсь такихъ зеренъ раздѣленію на ручномъ отсадочномъ рѣшетѣ.

При этомъ, какъ мы видѣли, на рѣшетѣ получится рядъ слоевъ зеренъ различнаго удѣльнаго вѣса.

Опредѣливъ удѣльные вѣса и содержаніе золы для зеренъ каждаго слоя, мы, очевидно, получимъ полную картину состава каменноугольной мелочи и, подставивъ въ формулу

$$\frac{d}{d_1} = \frac{\delta_1 - 1}{\delta - 1}$$

для δ_1 — найденный удѣльный вѣсъ зеренъ, которыя должны быть отдѣлены, и вмѣсто δ — удѣльный вѣсъ тѣхъ зеренъ, которыя должны войти въ составъ получающагося чистаго продукта, можемъ найти нужную намъ величину отношенія $\frac{d}{d_1}$.

Такой пріемъ, однако, намъ пришлось бы производить для каждаго сорта и класса угля, что потребовало бы значительной затраты времени и труда.

Поэтому проф. С. Г. Войславъ предложилъ слѣдующій теоретическій способъ опредѣленія удѣльныхъ вѣсовъ продуктовъ, получающихся при обогащеніи каменнаго угля.

С. Г. Войславъ допускаетъ, что удѣльный вѣсъ зеренъ даннаго сорта горючаго долженъ увеличиваться въ извѣстной пропорціи съ увеличеніемъ содержанія пустой породы, тѣсно смѣшанной съ угольной массой, удѣльный вѣсъ которой меньше.

Сдѣлавъ это вполнѣ справедливое допущеніе и назвавъ удѣльный вѣсъ чистой пустой породы черезъ Δ, а вѣсъ чистой угольной массы—черезъ δ_0, получимъ, что съ увеличеніемъ содержанія золы на c удѣльный вѣсъ угольной массы увеличится на $(\Delta - \delta_0)c$, а удѣльный вѣсъ любого сорта каменнаго угля съ содержаніемъ c_x будетъ

$$\delta_x = \delta_0 + (\Delta - \delta_0)\, c_x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Приблизительно точную величину Δ для даннаго угля можно найти, опредѣливъ удѣльный вѣсъ золы его.

Эту же величину можно найти, сдѣлавъ два опредѣленія: содержанія золы и удѣльныхъ вѣсовъ для двухъ группъ зеренъ даннаго угля, отличающихся по наружному виду.

Положимъ, что содержанія золы получились c_y и c_x, причемъ $c_y > c_x$, соотвѣтствующія же величины удѣльныхъ вѣсовъ равняются δ_y и δ_x.

Тогда

$$\Delta - \delta_0 = \frac{\delta_y - \delta_x}{c_y - c_x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Подставляя въ это выраженіе величину δ_0 найденную изъ выраженія (5), т. е.

$$\delta_0 = \frac{\delta_x - \Delta c_x}{1 - c_x} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

и сокращая, находимъ

$$\Delta = \delta_x + \frac{\delta_y - \delta_x}{c_y - c_x}(1 - c_x) \quad \ldots\ldots\ldots (8)$$

Зная δ_x и c_x, а также Δ, изъ формулы (7) можно найти δ_0. Если же Δ неизвѣстно, то δ_0 можно вычислить слѣдующимъ способомъ:

Изъ выраженія (6) имѣемъ:

$\delta_0 = \Delta - \frac{\delta_y - \delta_x}{c_y - c_x}$; вставляя въ него

Δ изъ выраженія (5)

$$\Delta = \frac{\delta_x - \delta_0(1 - c_x)}{c_x},$$

получимъ

$$\delta_0 = \delta_x - \frac{\delta_y - \delta_x}{c_y - c_x} \cdot c_x.$$

Вообще, желая по даннымъ изъ двухъ опредѣленій удѣльныхъ вѣсовъ δ_y и δ_x и содержанія золы c_y и c_x найти для любого содержанія c соотвѣтствующій удѣльный вѣсъ δ_1, можно воспользоваться выраженіемъ

$$\frac{\delta_y - \delta_x}{c_y - c_x} = \frac{\delta_y - \delta}{c_y - c}, \text{ откуда}$$

$$\delta = \delta_y - \frac{\delta_y - \delta_x}{c_y - c_x}(c_y - c)$$

Если δ_0 и Δ даны или вычислены, то величину c для сорта даннаго удѣльнаго вѣса можно опредѣлить изъ формулы

$$c = \frac{\delta_x - \delta_0}{\Delta - \delta_0}$$

Если же даны δ_0 c_x и c для какого-нибудь сорта угля, то величину удѣльнаго вѣса δ_x для любого сорта, содержаніе золы въ которой c_x извѣстно, опредѣляется выраженіемъ

$$\delta_x = \delta_0 + \frac{c_x}{c}(\delta - \delta_0),$$

при данномъ же δ_x можно найти c_x изъ формулы

$$c_x = c\,\frac{\delta_x - \delta_0}{\delta - \delta_0}$$

Весьма важнымъ факторомъ при вопросахъ обогащенія каменнаго угля является, какъ мы видѣли, вопросъ о количествѣ поступающаго въ отвалъ продукта, т. е. пустой породы.

С. Г. Войславъ для рѣшенія этого вопроса предложилъ слѣдующій способъ.

Назвавъ черезъ

c — содержаніе золы въ самыхъ чистыхъ зернахъ поступающаго въ обогащеніе каменнаго угля,

c_1 — среднее содержаніе золы въ генеральной пробѣ сырого угля,

c_2 — среднее содержаніе ея въ обогащенномъ углѣ,

c_3 — среднее содержаніе ея въ отдѣляемыхъ нечистыхъ зернахъ (пустой породы),

c_4 — содержаніе золы въ самыхъ нечистыхъ зернахъ сырого угля, можемъ принять, что

$$c_1 = c_2(1 - n) + c_3 n \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9),$$

гдѣ

n — часть угля (по вѣсу), которая выдѣляется обогащеніемъ изъ всей его массы, равной единицѣ.

Принимая

$$c_2 = \frac{c + c_5}{2} \text{ и } c_3 = \frac{c_5 + c_4},$$

гдѣ

c_5 — содержаніе золы въ тѣхъ частицахъ сырого угля, которыя уже не могутъ войти въ составъ продукта, т. е. пустой породы, получимъ

$$c_3 = \frac{2c_2 - c + c_4}{2} \text{ и, подставляя эту величину въ . . (9),}$$

имѣемъ

$$c_1 = c_2(1 - n) + \frac{2c_2 - c + c_4}{2} n,$$

или

$$n = \frac{2(c_1 - c_2)}{c_4 - c}$$

Если мы имѣемъ уголь, который можно отнести къ 1 изъ названныхъ выше группъ, то очевидно, для него

$$c_2 = c$$

и

$$c_1 = c_2(1 - n) + c_4 n,$$

а слѣдовательно

$$n = \frac{c_1 - c_2}{c_4 - c_2},$$

гдѣ

c_4 — содержаніе золы въ отбрасываемой массѣ.

Такимъ образомъ, для углей 2-й группы уменьшеніе въ вѣсѣ будетъ въ два раза болѣе, чѣмъ для углей первой группы.

Переходя къ ближайшему описанію способовъ обогащенія каменнаго угля, необходимо замѣтить, что принципы, на которыхъ они основаны, совершенно тѣ же, что и при обогащеніи рудъ.

Всѣ особенности, которыя можно подмѣтить въ нижеописанныхъ процессахъ и приборахъ, объясняются тѣмъ, что, примѣняя общіе принципы механической обработки полезныхъ ископаемыхъ къ каменному углю, нужно было имѣть въ виду 1) большія по сравненію съ рудами количества поступающей въ обработку массы полезнаго ископаемаго, 2) значительную мягкость, а слѣдовательно легкую раздробляемость каменнаго угля и, наконецъ, 3) что въ

процессахъ раздѣленія извлекаемой полезной частью является вещество меньшаго удѣльнаго вѣса (уголь) въ то время, какъ при обогащеніи рудъ минералы меньшаго удѣльнаго вѣса вообще представляютъ собой пустую породу.

1. Углеразборка.

Подобно тому, какъ это дѣлается при добычѣ рудъ, и при добычѣ каменнаго угля послѣдній подвергается первой ручной сортировкѣ еще въ самомъ рудникѣ, гдѣ, насколько это позволяютъ условія, отбираютъ куски чистой пустой породы отъ кусковъ чистаго каменнаго угля, а также нерѣдко отдѣляютъ, нагружая въ отдѣльныя вагонетки, крупный кусковый уголь отъ угольной мелочи. Если въ разрабатываемомъ пластѣ угля по толщинѣ его различаются такія различія въ свойствахъ угля, которыя могутъ имѣть значеніе при послѣдующемъ обогащеніи, то уголь различныхъ качествъ собирается и доставляется на поверхность отдѣльно.

Во всякомъ случаѣ, какъ это мы видѣли и при рудоразборкѣ, углеразборка въ рудникѣ не можетъ быть совершенной, а потому углеразборка на поверхности имѣетъ очень существенное значеніе.

Она производится или на круглыхъ углеразборныхъ столахъ, подобныхъ описаннымъ на стр. 15—16, или же—что чаще, вслѣдствіе значительныхъ количествъ перерабатываемаго матеріала,—на углеразборныхъ лентахъ.

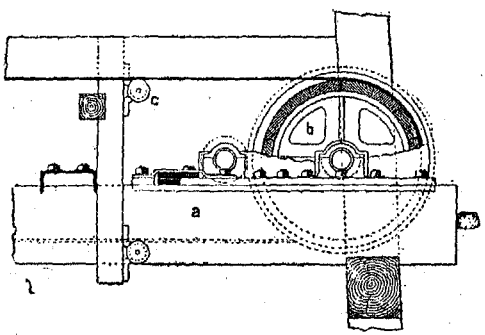


Рис. 289.

На стр. 17—18 описаны уже въ общихъ чертахъ устройства этого рода. Приведемъ здѣсь нѣсколько дальнѣйшихъ примѣровъ.

Простѣйшее устройство углеразборной ленты изображено на рис. 289—291.

Здѣсь *aa* — продольные брусья, составляющіе основную раму, на концахъ которой помѣщены барабаны *b*, черезъ которые перекинута безконечная углеразборная лента изъ оцинкованной

проволоки. Одинъ изъ барабановъ приводится въ движеніе отъ зубчатой передачи, другому же барабану движеніе передается отъ натянутой ленты. Для того, чтобы ленту можно было постоянно поддерживать въ достаточно натянутомъ состояніи, подшипники, въ которыхъ лежитъ ось второго барабана, могутъ быть перемѣщаемы въ извѣстныхъ предѣлахъ. Перемѣщеніе это производится обыкновенно при помощи винтовъ, какъ это видно на рис. 289.

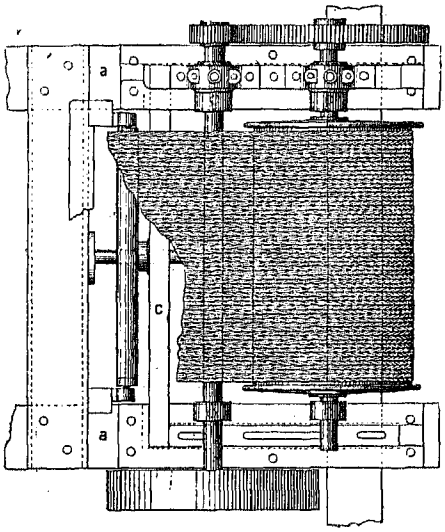


Рис. 290.

Ролики *c* (на рис. 289) служатъ для предохраненія ленты отъ провисанія.

Ленты, на которыхъ двигается азбираемый уголь, дѣлаются или изъ проволочной ткани, или же изъ пеньковой, или алойной, но за послѣднее время получили значительное распространеніе ленты изъ металлическихъ пластинокъ, представляющіяся гораздо болѣе прочными.

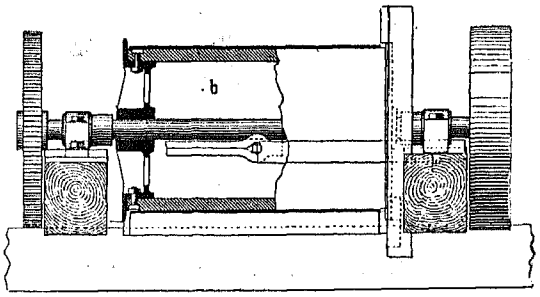


Рис. 291.

Въ этомъ случаѣ, конечно, барабаны, на которыхъ лежитъ лента, получаютъ соотвѣтственное устройство, какъ, напри-

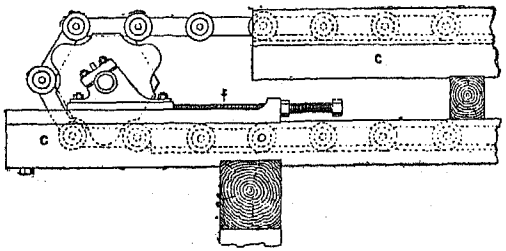


Рис. 292.

мѣръ, это изображено на рис. 292—294 или же на рис. 297 и 299. Болѣе детально устройство металлической ленты видно на рис. 295 и 296.

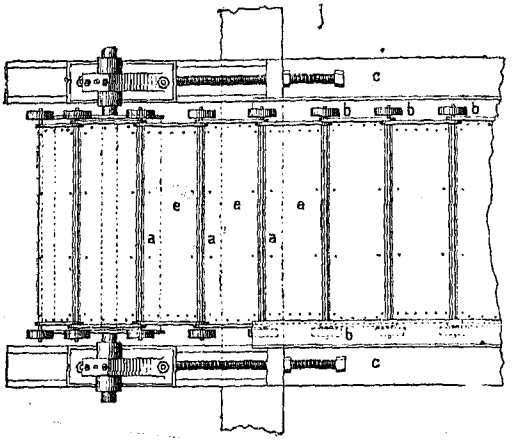


Рис. 293.

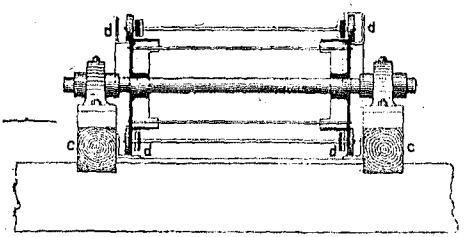


Рис. 294.

Послѣднія два устройства примѣняются въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣсто не позволяетъ расположить подъ рудоразборной лентой

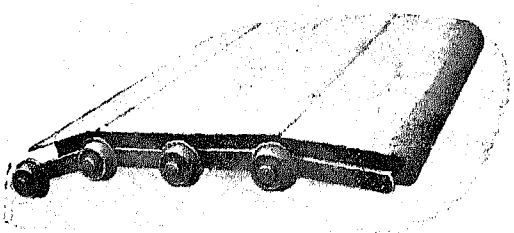


Рис. 295.

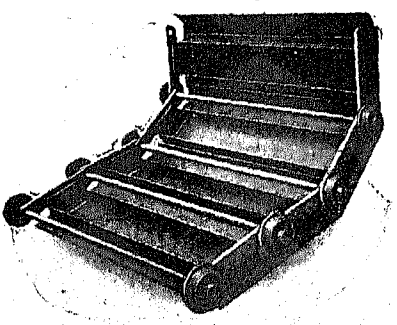


Рис. 296.

воронки, куда можно было бы бросать выбираемые изъ массы сырого угля куски породы.

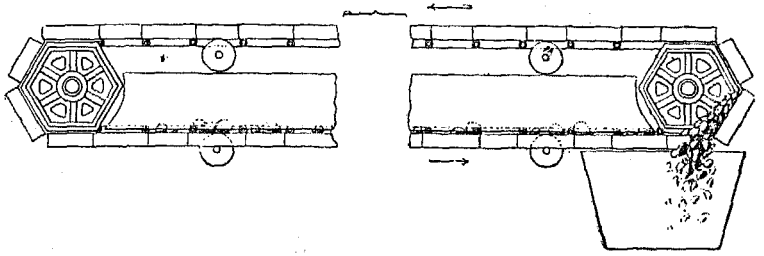


Рис. 297.

При устройствѣ, изображенномъ на рис. 297—298, пространство между верхней и нижней частью ленты перегородками *fg* раздѣлено на три части: *a*, *b* и *c*. Отбираемые, какъ обыкновенно, на верхней части ленты куски пустой породы рабочіе бросаютъ на нижнюю часть ленты, для каковой цѣли существуютъ наклонныя стѣнки *d* и *e*. Когда при передвиженіи ленты отобранная пустая порода, двигаясь вмѣстѣ съ нижней частью ленты, дойдетъ до ролика, т.-е. до того мѣста, гдѣ уже нѣтъ боковыхъ перегородокъ *d* и *e*, то она сама собой удѣляется изъ устройства, какъ это изображено на рис. 297.

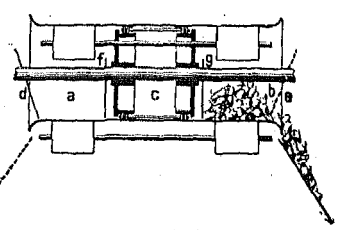


Рис. 298.

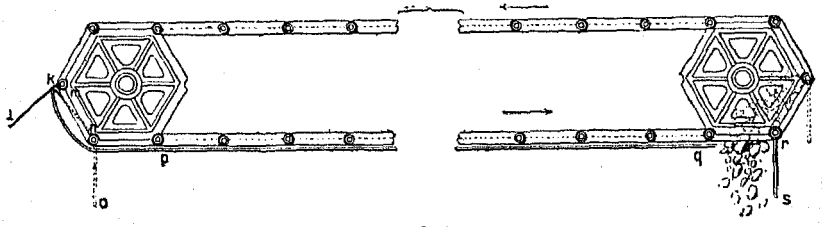


Рис. 299.

Устройство, изображенное на рис. 299 и 300, состоитъ въ томъ, что каждое четвертое, восьмое или шестнадцатое въ зависимости отъ количества пустой породы звенья металлической ленты дѣлаются откидными, т.-е. укрѣпляются на болтахъ лишь одной

своей стороной. Когда лента при своемъ движеніи пройдетъ скатъ для угля *kl*, то это откидное звено будетъ стремиться притти въ положеніе *mnno*, чему однако препятствуетъ желѣзный брусъ *pq*. Благодаря этому пустая порода, кидаемая на нижнюю часть ленты по скатамъ *hi*, будетъ двигаться вмѣстѣ съ лентой, пока откидное колѣно не пройдетъ конца бруса *pq* и займетъ положеніе *rs*.

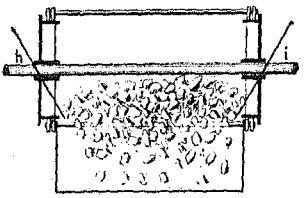


Рис. 300.

Весьма обширнымъ распространеніемъ при обогащеніи каменнаго угля пользуется углеразборная лента Cornet, изображенная на рис. 301—303. Какъ видно изъ этихъ рисунковъ, собственно сама лента составлена изъ ряда круглыхъ брусковъ, что обусловливаетъ собой очищеніе лежащихъ на лентѣ кусковъ угля отъ приставшей къ нимъ угольной мелочи и пыли, которыя при движеніи ленты проваливаются въ промежутки между брусками.

Другой отличительной чертой ленты Cornet служатъ укрѣпленные на ней ковшеобразные желѣзные ящики.

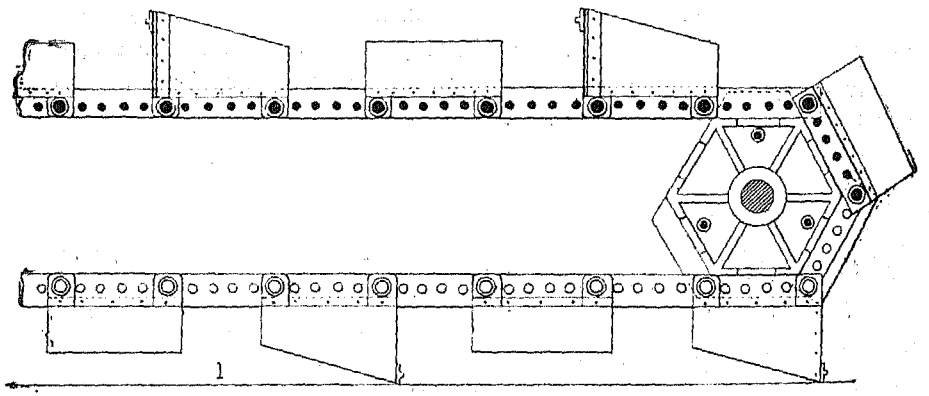


Рис. 301.

Устройство ихъ вызвано тѣмъ, что по идеѣ Cornet уголь, изъ котораго удалены куски пустой породы, непосредственно съ ленты нагружается въ вагоны, какъ это видно на рис. 304—305. Для этой

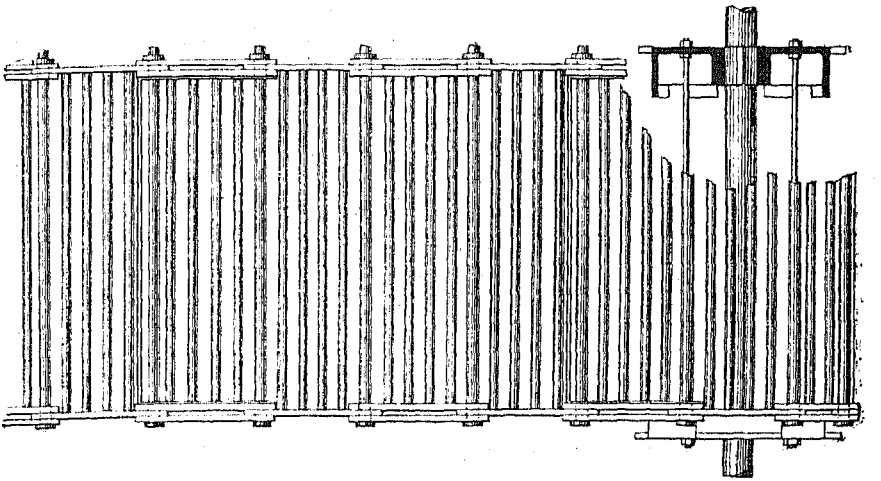


Рис. 302.

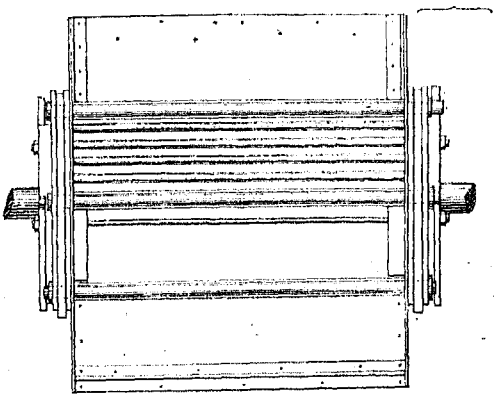


Рис. 303.

цѣли лента Cornet дѣлается изъ двухъ частей: одной горизонтальной—*d*, на которой происходитъ углеразборка, и другой—наклонной *e*, по которой уголь поступаетъ въ вагоны. Наклонъ части *e* можетъ быть измѣняемъ, и назначеніе указанныхъ желѣзныхъ ящиковъ не позволяетъ углю падать съ ленты внизъ въ тѣхъ случаяхъ, когда уклонъ части *e* сдѣлается слишкомъ значительнымъ.

Въ заключеніе о разборныхъ лентахъ можно упомянуть о транспортерахъ, конструируемыхъ формою Humboldt (рис. 306—309).

Устройство ихъ понятно изъ чертежей. Здѣсь лента дѣлается изъ резины.

Подобно лентѣ Cornet, а также всѣмъ описаннымъ безконечнымъ лентамъ транспортеры Humboldt'а кромѣ цѣлей углераз-

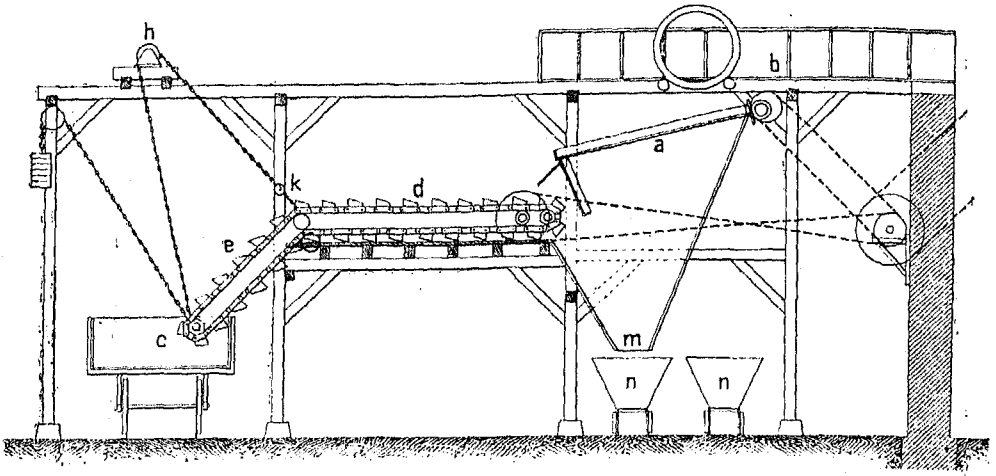


Рис. 304.

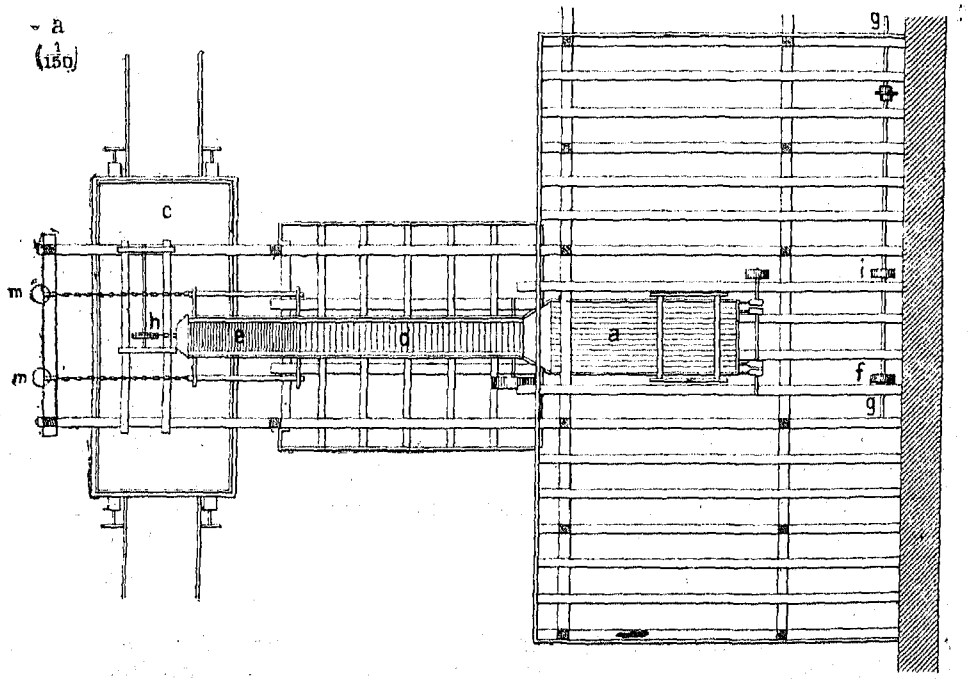


Рис. 305.

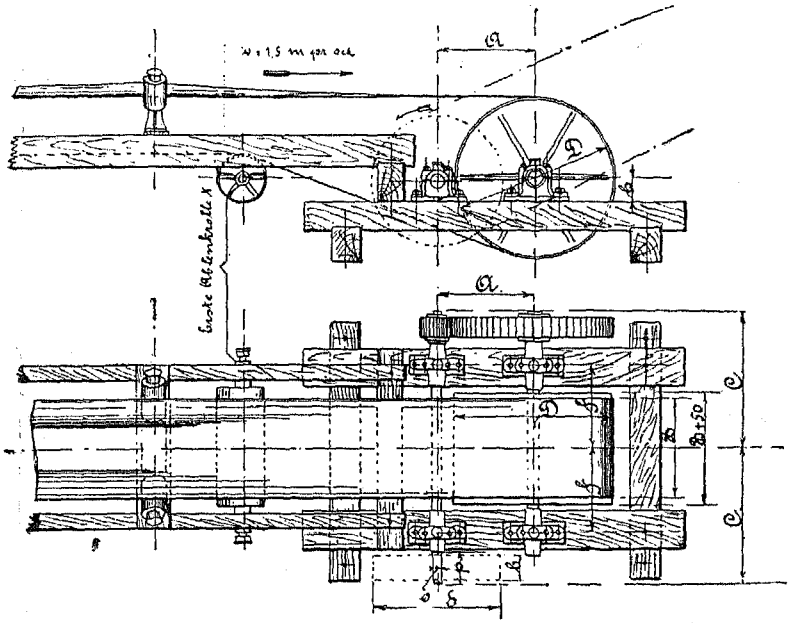


Рис. 306.

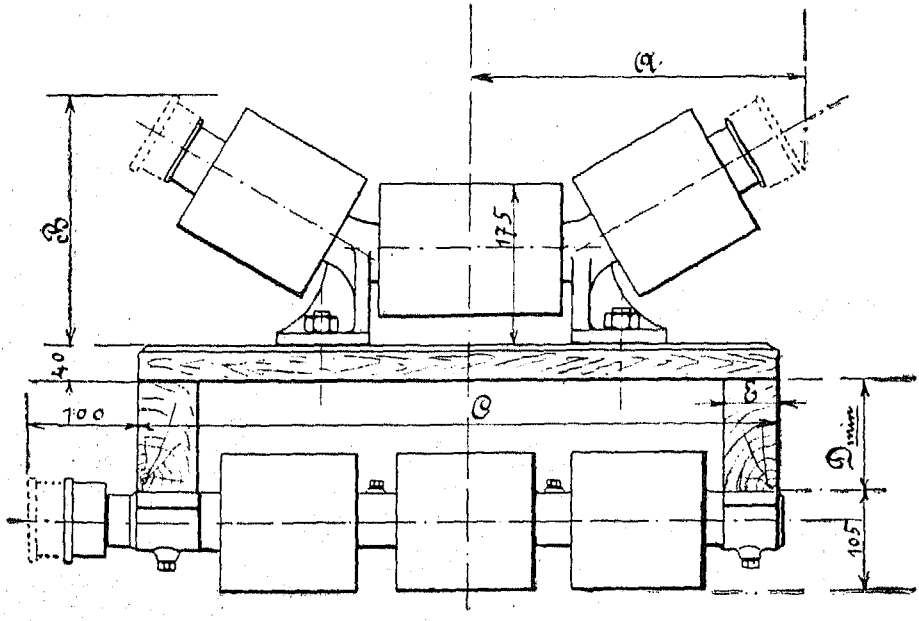


Рис. 307.

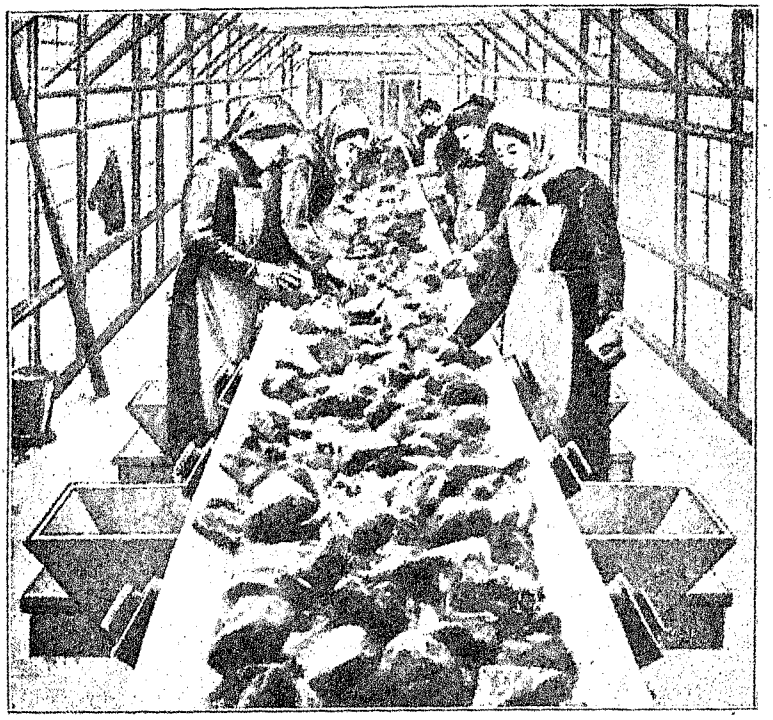


Рис. 308.

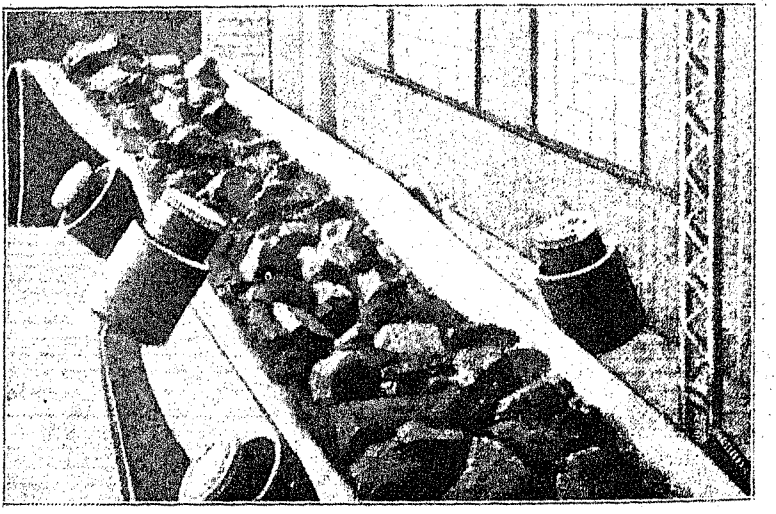


Рис. 309.

борки служатъ и для перемѣщенія обрабатываемыхъ массъ полезнаго ископаемаго. Само собой разумѣется, что въ этомъ случаѣ скорость ихъ можетъ быть болѣе значительна, чѣмъ если они служатъ для углеразборки.

Нѣкоторыя данныя объ этихъ транспортерахъ, изготовляемыхъ фирмою Humboldt, приведены въ таблицѣ на стр. 364.

Говоря о сортировкѣ угля, нельзя не упомянуть о двухъ слѣдующихъ способахъ механической сортировки, т. е. отдѣленія кусковъ болѣе или менѣе чистаго угля отъ кусковъ пустой породы—сланцевъ.

Первый изъ нихъ, съ успѣхомъ примѣненный въ Пенсильваніи, основанъ на различіи коэффиціентовъ тренія угля и сланца о желѣзо. Устройство состоитъ въ слѣдующемъ. Углеразборный столъ, имѣющій продолговатую форму и наклоненный подъ такимъ угломъ, чтобы находящаяся на немъ угольная масса двигалась собственнымъ вѣсомъ съ верхняго его конца къ нижнему, сдѣланъ изъ поперечныхъ плитъ изъ толстаго листового желѣза, около 30 дюйм. шириною, и раздѣленныхъ другъ отъ друга промежутками около 10 дюймовъ шириною. Подъ каждымъ изъ этихъ промежутковъ помѣщенъ вращающійся желѣзный валокъ, діаметромъ около 15 дюйм., прилегающій къ плитѣ, лежащей ниже по уклону стола, но оставляющій между собою и плитой, лежащей выше, щель около 3 дюйм. шириною, какъ это изображено на рис. 310.

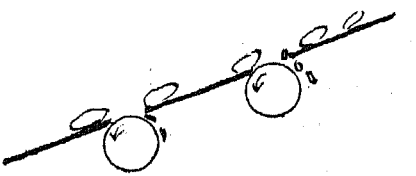


Рис. 310.

Такъ какъ коэффиціентъ тренія между сланцемъ и желѣзомъ больше, чѣмъ между послѣднимъ и углемъ, то скользящіе по столу куски сланцевъ проваливаются въ упомянутую 3 дюймовую щель въ то время, какъ антрацитъ, скользящій по столу съ большей скоростью, перескакиваетъ съ верхней плиты на валокъ, который, вращаясь, подаетъ его на слѣдующую нижележащую плиту.

Другой способъ, также примѣненный въ Пенсильваніи, основанъ на свойствѣ сланцевъ давать при добычѣ и дробленіи куски

плоской формы въ то время, какъ антрацитъ образуетъ куски, приближающіеся болѣе къ формѣ куба.

		1	2	3	4	5
Ширина ленты . . . . . мм.		500	600	850	1000	1200
Часовая производительность при скорости движенія въ 90 м. въ минуту пробная куб. м.		130	200	400	600	800
Разстояніе между серединами барабановъ равно 10 м.	Діаметръ барабановъ мм.	600	600	600	600	600
	Число оборотовъ ихъ въ минуту.	48	48	48	48	48
	Діаметръ приводн. шкива . . . . . мм.	400	500	600	700	800
	Число оборотовъ приводнаго шкива въ минуту.	200	200	200	200	200
	Потребная сила НР. . .	2	2,3	2,6	3,3	4
Разстояніе между серединами барабановъ равно 50 м.	Діаметръ барабановъ мм.	800	800	800	800	800
	Число оборотовъ ихъ въ минуту	36	36	36	36	36
	Діаметръ приводн. шкива . . . . . мм.	600	700	800	900	1000
	Число оборотовъ приводнаго шкива въ минуту.	200	—	—	—	—
	Потребная сила НР. . .	4	4,3	4.6	5,3	6
Разстояніе между серединами барабановъ равно 75 м.	Діаметръ барабановъ мм.	1000	1000	100	1000	1000
	Число оборотовъ ихъ въ минуту	30	30	30	30	30
	Діаметръ приводн. шкива . . . . . мм.	800	900	1000	1100	1200
	Число оборотовъ приводнаго шкива въ минуту	150	150	150	150	150
	Потребная сила НР . .	6	6,3	6,6	7,3	8

Схематически описываемое устройство изображено на рис. 311. Углеразборный столъ состоитъ здѣсь изъ ряда желобовъ (чугунныхъ или желѣзныхъ), одна сторона которыхъ крутая, другая же пологая.

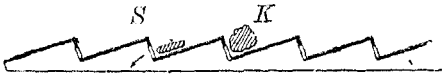


Рис. 311.

Въ крутыхъ сторонахъ желобовъ имѣются прорѣзы, въ которые и проваливаются плоскіе куски сланца (*S*) въ то время, какъ кубообразные куски угля (*K*) этого сдѣлать не могутъ и остаются на столѣ.

2. Грохоченіе угля.

Совершенно подобно, какъ это мы видимъ при обогащеніи рудъ, ручная углеразборка примѣняется лишь для наиболѣе крупныхъ классовъ твердаго минеральнаго горючаго, размѣромъ не менѣе 50—60 мм., вслѣдствіе чего уголь, выдаваемый изъ шахты на поверхность прежде, чѣмъ итти въ какую бы то ни было механическую обработку, раздѣляется на двѣ части: крупный или штучный уголь, называемый также кусковымъ углемъ, и сортовый уголь.

Штучный уголь подвергается лишь углеразборкѣ и поступаетъ затѣмъ въ продажу, сортовый же, въ зависимости отъ своихъ качествъ, подвергается дальнѣйшей механической обработкѣ.

Раздѣленіе добытаго угля на названныя категоріи производится на грохотахъ, которые могутъ быть неподвижными и подвижными.

Простѣйшія формы грохотовъ, описанныя на стр. 19 и 20, для первоначальнаго грохоченія руды съ успѣхомъ могутъ примѣняться и для грохоченія угля.

Недостаткомъ ихъ однако слѣдуетъ признать то обстоятельство, что, каково бы ни было ихъ устройство, углю при грохоченіи на нихъ приходится падать съ большей или меньшей высоты, что влечетъ за собой его измельченіе въ то время, какъ при обогащеніи углей, какъ и при добычѣ ихъ, первой задачей

техники является полученіе возможно большаго процента штучнаго угля.

Поэтому въ настоящее время при механической обработкѣ угля почти исключительно примѣняются грохота подвижные или, вѣрнѣе сказать, съ подвижными колосниками.

Первымъ по времени появленія слѣдуетъ считать грохотъ Бріара (Briart), предложенный изобрѣтателемъ еще въ 1872 г.

Грохотъ Бріара изображенъ на рис. 312.

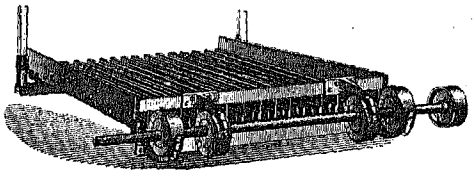


Рис. 312.

Онъ состоитъ изъ двухъ системъ поставленныхъ на ребро желѣзныхъ полосъ.

Первоначальное устройство грохотовъ Бріара было таково, что одна система желѣзныхъ полосъ была неподвижна въ то время, какъ между полосами ея двигалась вверхъ и внизъ другая система. Вскорѣ однако опытъ показалъ, что нѣтъ ни малѣйшаго основанія оставлять и первую систему неподвижной, вслѣдствіе чего и ей придали точно такое же касательное движеніе, какъ и второй. При этомъ поверхность грохота получила какъ бы волнообразное движеніе, что очень способствуетъ отдѣленію приставшей къ крупнымъ кускамъ угля мелочи.

Одинъ конецъ обѣихъ системъ качается въ неподвижныхъ подшипникахъ въ то время, какъ другой конецъ каждой системы вставляется въ соотвѣтственную гарнитуру изъ углового желѣза, которой и передается движеніе отъ эксцентриковъ или кривошиповъ.

Разстояніе между отдѣльными полосами зависитъ отъ гарнитуры и можетъ быть сдѣлано въ зависимости отъ потребности.

Обыкновенные размѣры желѣзныхъ полосъ: 25 $\times$ 120 мм. при длинѣ въ 3 — 3,5 м.

Общая ширина грохота Бріара — 1,5 — 2,6 м., наклонъ его поверхности около 4°.

Уголъ, образуемый между собой двигающимися полосами, 8—10°.

При указанныхъ размѣрахъ грохотъ Бріара можетъ переработать въ часъ отъ 50 до 60 тоннъ угля при расходѣ силы около 1 *НР.*

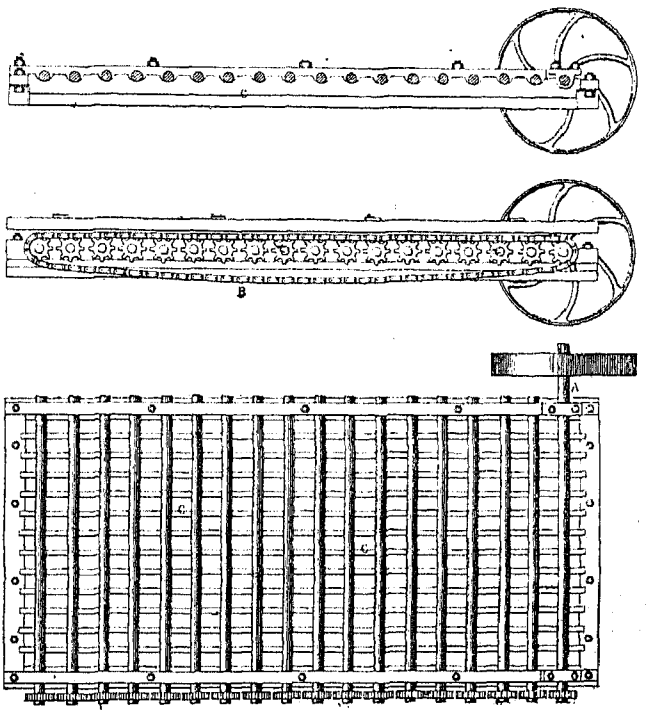


Рис. 313.

Существеннымъ недостаткомъ системы Бріара является то обстоятельство, что плоскіе куски сланца могутъ застрѣвать между желѣзными полосами и мѣшаютъ работѣ грохота. Точно такъ-же, какъ на недостатокъ грохотовъ Бріара, указываютъ на происходящее на нихъ, вслѣдствіе вертикально поставленныхъ полосъ измельченіе угля.

Устранить эти недостатки имѣетъ въ виду конструкція грохота Боргманъ—Эмде (рис. 313).

Здѣсь подвижные колосники сдѣланы изъ круглаго желѣза и вращаются отъ насаженныхъ на ихъ концахъ зубчатыхъ колесъ, приводимыхъ въ движеніе цѣпной передачей отъ приводной оси

A. Подъ этими вращающимися колосниками, которые вмѣстѣ съ уклономъ грохота заставляютъ двигаться по нему уголь, находится рядъ поставленныхъ на ребро желѣзныхъ полосъ *C*, благодаря чему отверстія грохота въ концѣ концовъ имѣютъ форму квадрата.

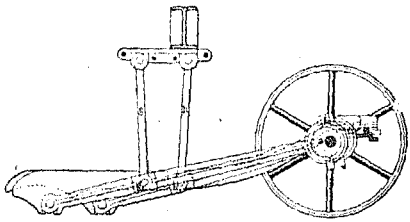


Рис. 315.

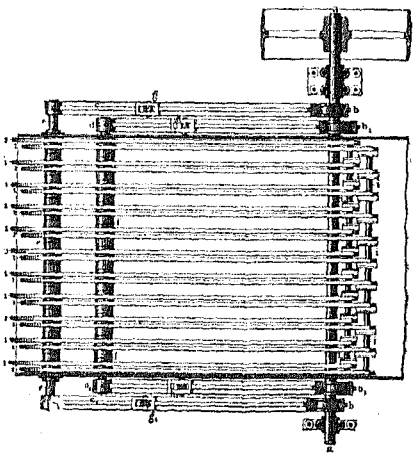


Рис. 314.

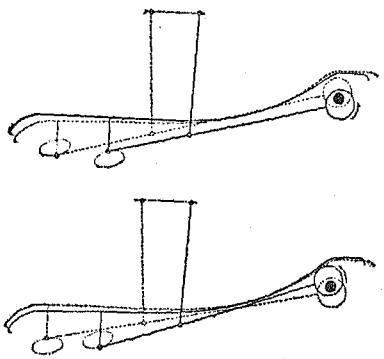


Рис. 316.

Экономическіе результаты дѣйствія грохота Боргмана—Эмде ничѣмъ существеннымъ отъ результатовъ работы грохота Бріара не отличаются, хотя есть голоса, указывающіе на то, что отмѣченные выше недостатки грохота Бріара въ только что описанномъ грохотѣ устранены.

Грохотъ Кокса (Coxe) изображенъ на рис. 314—316. Въ общемъ онъ очень сходенъ съ грохотомъ Бріара, отличаясь отъ него тѣмъ, что колосники его однимъ концомъ своимъ лежатъ на стальныхъ роликахъ i i_1, въ то время какъ другіе концы ихъ попеременно (1, 1, 1, 1... 2, 2, 2, 2...) то поднимаются, то опускаются проходящими подъ ними осями e и f, цапфы этихъ осей лежатъ въ

шатунахъ c c_1 и d d_1, приводимыхъ въ движеніе отъ эксцентриковъ b, b и b_1 b_1 (насаженныхъ на приводномъ валу a) и подвѣшенныхъ на штангахъ g g_1 и h h_1.

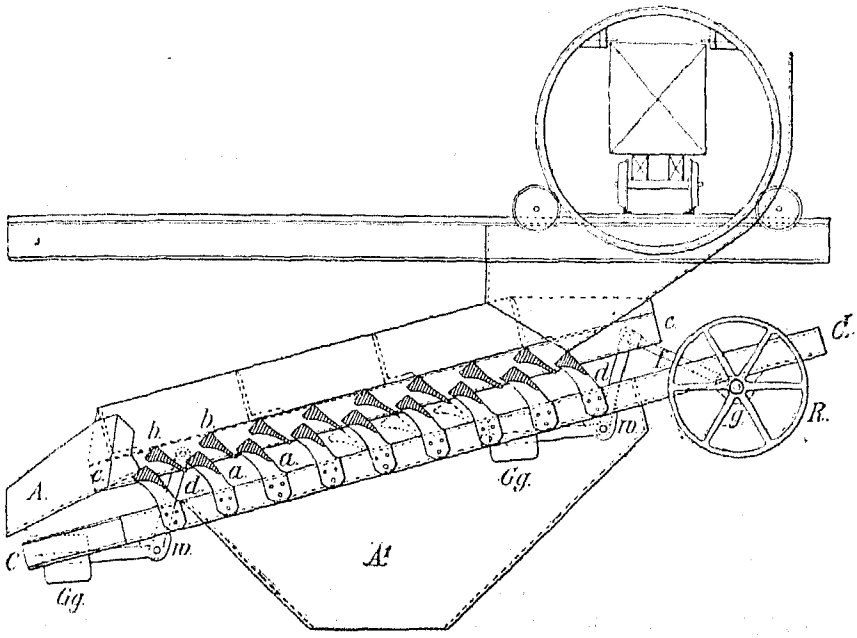


Рис. 317.

Эксцентрики bb и b_1 b_1 насажены по отношенію другъ къ другу подъ угломъ въ 120°. Эксцентриситетъ ихъ равенъ 38 мм., вслѣдствіе чего при каждомъ оборотѣ приводнаго вала точки подвѣса шатуновъ, а слѣдовательно и цапфы осей e и f описываютъ эллипсы, длинная ось которыхъ равна 76 мм., короткая же—38 мм.

Детально движеніе колосниковъ представлено на рис. 315.

Передъ началомъ движенія поверхности всѣхъ колосниковъ лежатъ въ одной плоскости, при работѣ же колосники попеременно поднимаются на 19 мм. и передвигаются впередъ и назадъ на 38 мм., благодаря чему и происходитъ передвиженіе угля по поверхности грохота.

Грохотъ Зельтнера (рис. 317) состоитъ изъ двухъ системъ поперечныхъ колосниковъ, изъ которыхъ одна, a, укрѣплена въ

неподвижной рамѣ *c*, другая же, состоящая изъ колосниковъ *b*, заключена въ подвижной рамѣ *c*, лежащей на четырехъ колѣнчатыхъ штокахъ *d*; штоки вращаются на осяхъ *w*, къ которымъ прикрѣплены противовѣсы *G g*. Движеніе рамы *c* передается отъ приводнаго колеса *R*, кривошиповъ и шатуновъ *f*.

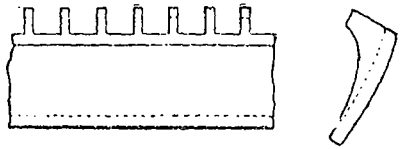


Рис. 318.

Форма колосниковъ детально изображена на рис. 318. Въ то время, какъ задняя сторона ихъ сплошная, верхняя, работающая ихъ поверхность имѣетъ зубчатый край, причемъ толщина зубцовъ книзу уменьшается для облегченія перехода проваливающихся кусковъ угля и сланцевъ.

Общій наклонъ поверхности грохота Зельтнера около 12°.

За послѣднее время весьма значительное распространеніе получили грохота Дистль-Зуски (Distl-Susky), одинъ изъ которыхъ изображенъ на рис. 319—320.

Отличительной чертой этихъ грохотовъ является то, что на пустотѣлыхъ, круглыхъ колосникахъ сдѣланы приливы, имѣющіе форму сферическаго трехугольника (рис. 319). По отношенію другъ къ другу приливы эти располагаются такимъ образомъ, что отверстія грохота получаютъ прямоугольную форму (рис. 320).

Благодаря своеобразной формѣ приливовъ на колосникахъ, уголь, находящійся на грохотѣ, подвергается очень мягкому качательному сотрясенію, причемъ не измельчается и хорошо очищается отъ приставшей къ нему мелочи.

Размѣры грохотовъ системы Distl-Susky, ихъ производительность и сила, потребная на приведеніе въ движеніе, приблизительно тѣ же, что у грохотовъ Бріара и у другихъ вышеописанныхъ грохотовъ.

3. Опрокидыватели.

Если при работѣ грохотовъ обращается такое вниманіе на возможно полное избѣжаніе измельченія угля, то, очевидно, совершенно такого же вниманія заслуживаетъ вопросъ о способахъ

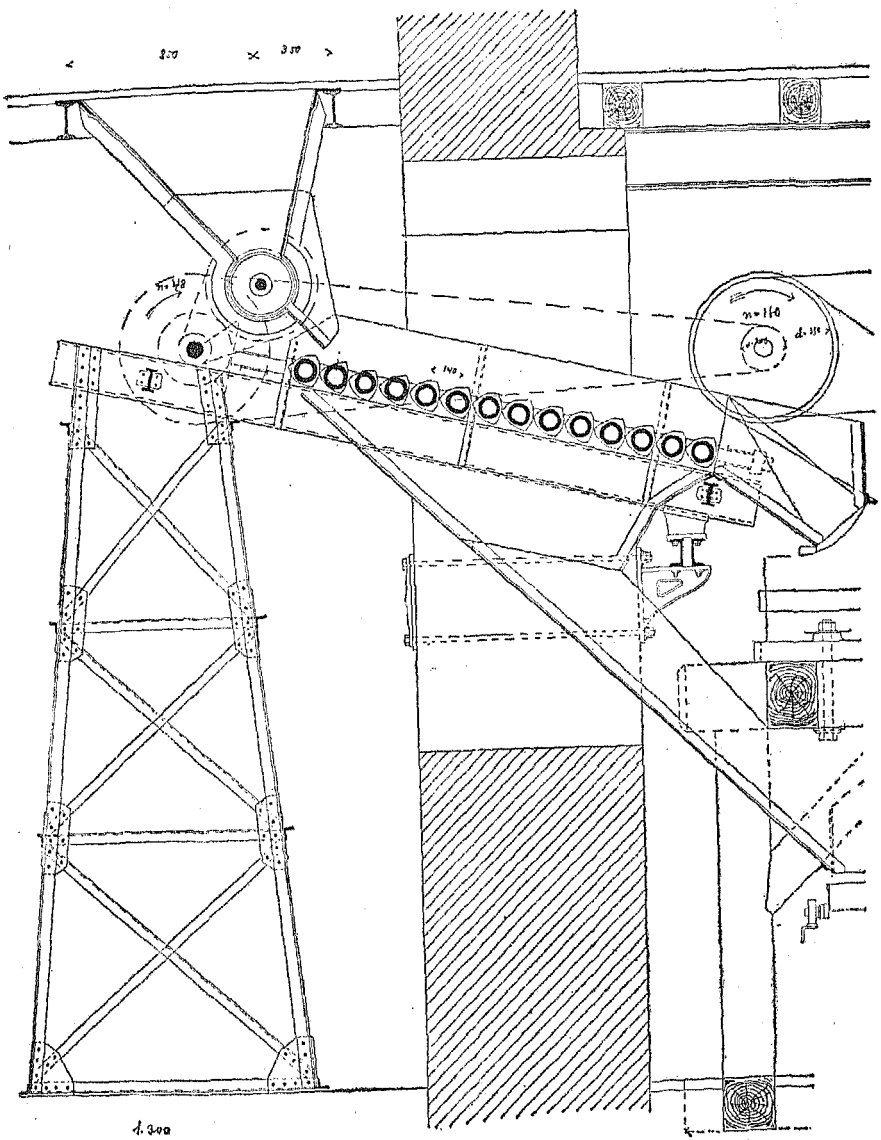


Рис. 319.

разгрузки угля изъ вагонетокъ, въ которыхъ онъ подается изъ рудника на описанные грохота.

Устройства, служащія для этой цѣли, называются опрокидыва-

телями, причемъ въ зависимости отъ того, опрокидывается ли вагончикъ съ углемъ черезъ короткую свою стѣнку или же черезъ

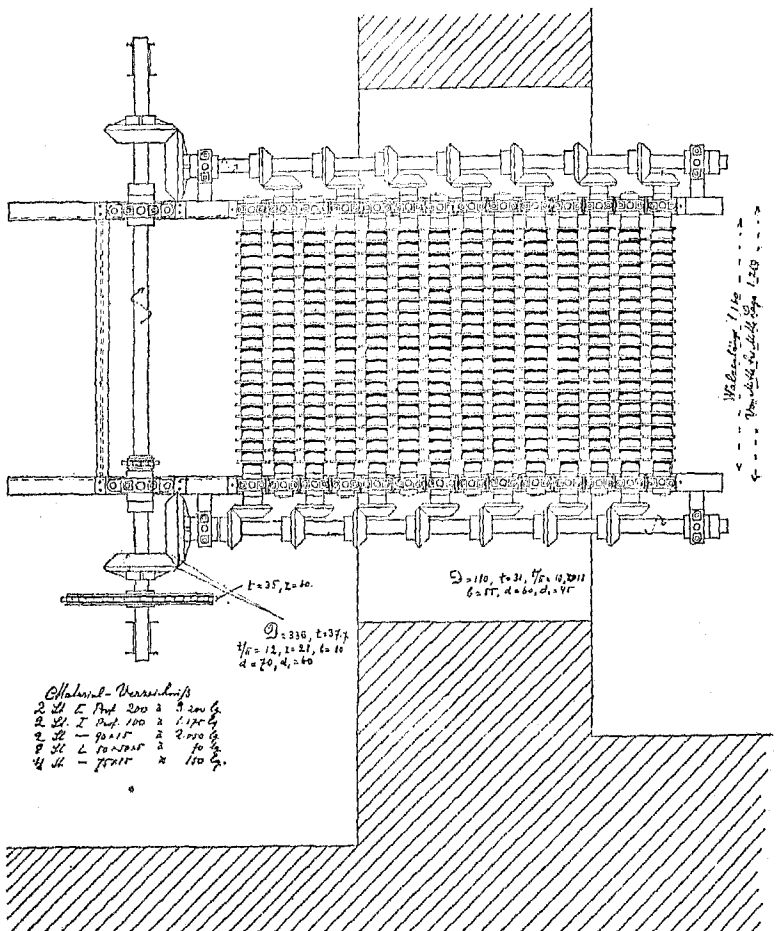


Рис. 320.

длинную, боковую, различаютъ двѣ основныхъ категоріи опрокидывателей: головные или боковые опрокидыватели. Послѣдніе, впрочемъ, чаще называются вращающимися.

Головной опрокидыватель изображенъ на рис. 321. Устройство его понятно изъ чертежа.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что, какъ легко понять, уголь при выгрузкѣ его въ головномъ опрокидывателѣ будетъ всегда дробиться сильнѣе, чѣмъ въ боковыхъ, т. е. вращательныхъ, опрокидывателяхъ, которые и получили на практикѣ преобладающее распространеніе. Простѣйшее устройство ихъ изображено на рис. 323.

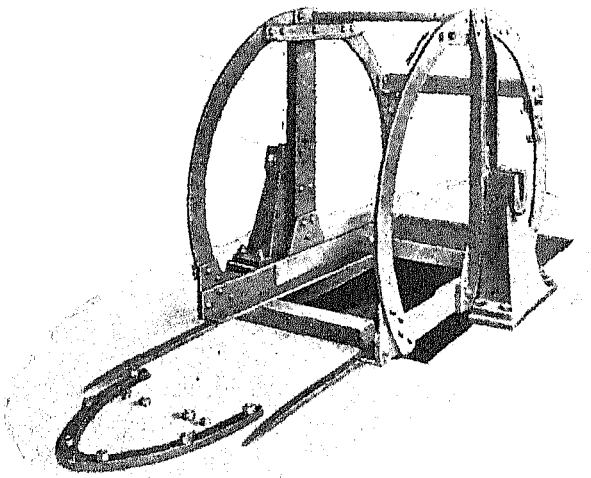


Рис. 321.

a—продольныя балки, на которыхъ приблизительно на разстояніи 1 м. другъ отъ друга расположены поперечныя балочки *b*, къ которымъ укрѣплены короткія оси *c*. На осяхъ этихъ насажены 4 колеса (ролика) *d*, на которыхъ лежитъ и вращается собственно опрокидыватель, представляющій собой 2 кольца изъ полосоваго желѣза, связанныхъ между собой желѣзными тягами. Въ перспективномъ видѣ подобный опрокидыватель изображенъ на рис. 322.

Въ нижней части опрокидывателя укрѣплены поперечные бруски, на которыхъ укрѣплены полосы изъ углового желѣза *f*, концы которыхъ примыкаютъ къ концамъ рельсовъ, по которымъ подкатывается вагонетка.

Въ верхней части опрокидывателя также придѣланы уголки, назначеніе которыхъ—удерживать вдвинутый въ опрокидыватель

вагончикъ. Для большей прочности этого закрѣпленія слу. скобка *i*.

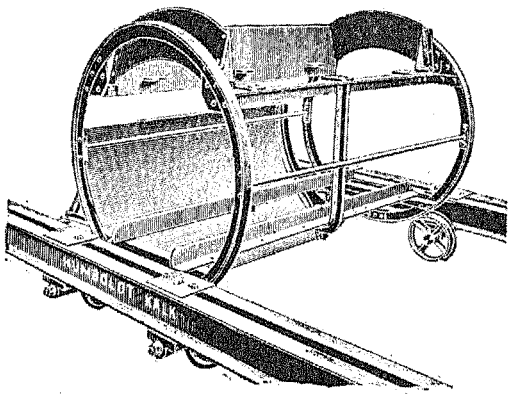


Рис. 322.

Опрокидыватель удерживается на мѣстѣ посредствомъ собачки *q*, входящей въ соотвѣтственное углубленіе въ немъ. Когда ва-

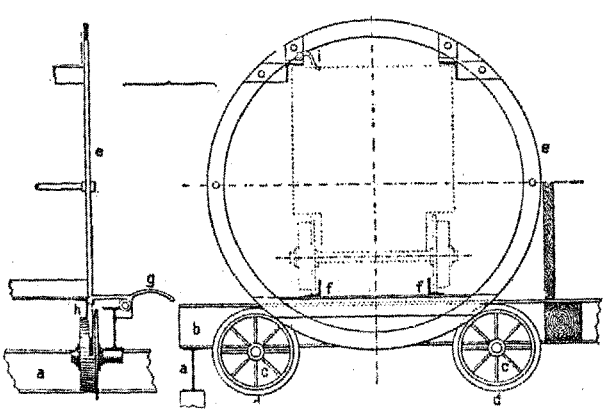


Рис. 323.

гончикъ стоитъ въ опрокидывателѣ и закрѣпленъ, рабочій нажимомъ ноги освобождаетъ опрокидыватель, послѣ чего онъ можетъ быть повернутъ на 180°. По окончаніи опоражниванія вагончика, опрокидыватель приводятъ въ прежнее положеніе, закрѣпляютъ на

мѣстѣ при помощи собачки g, освобождаютъ вагончикъ отъ скобки i и выкатываютъ послѣдній изъ опрокидывателя.

Нѣкоторымъ усовершенствованіемъ по сравненію съ описаннымъ типомъ опрокидывателя является паровой опрокидыватель, изображенный на рис. 324—325.

Здѣсь опрокидыватель поворачивается не силой человѣка, а посредствомъ зубчатой передачи отъ парового или какого-либо иного двигателя.

Опрокидыватель, лежащій на 4 роликахъ b, снабженъ зубчатымъ вѣнцомъ a, съ которымъ сцѣпляется зубчатое колесо e_1, сидящее на валу d и приводимое въ движеніе шкивами $c\,c_1$, одинъ изъ которыхъ холостой. Переводъ приводнаго ремня съ холостого шкива на рабочій производится вилкой g и рычагомъ f.

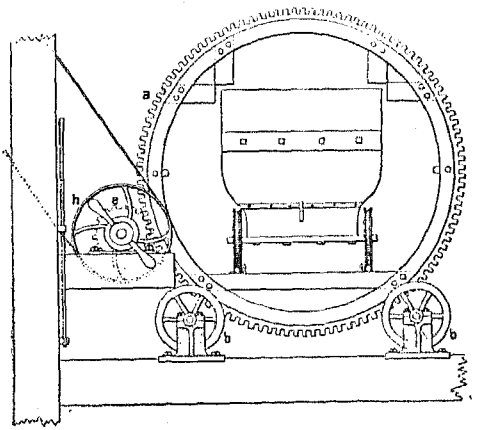


Рис. 324.

Ручное колесико h служитъ для болѣе точной установки опрокидывателя.

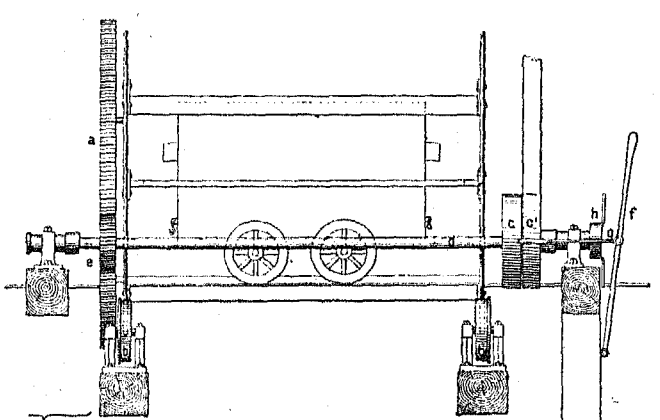


Рис. 325.

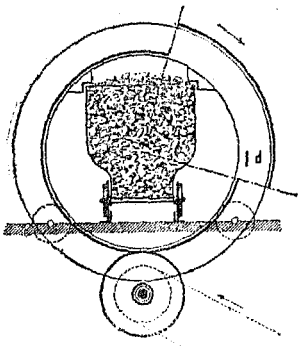


Рис. 326.

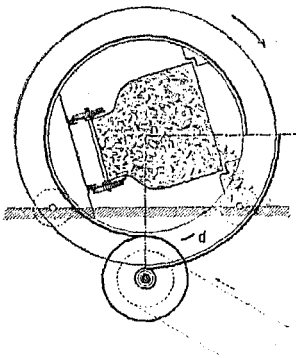


Рис. 327.

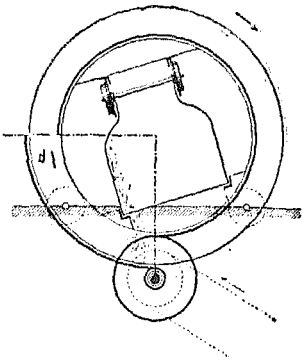


Рис. 328.

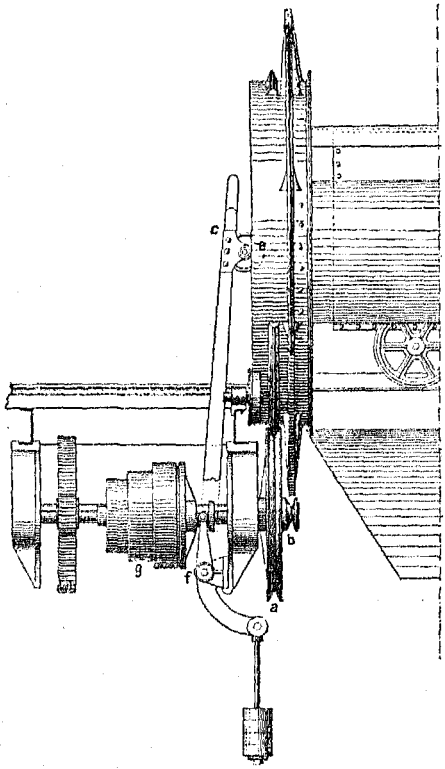


Рис. 329.

Описанный опрокидыватель отличается тѣмъ, что расходъ силы человѣка сведенъ въ немъ до minimum'а.

Неудобство его, какъ и передъ нимъ описаннаго, состоитъ въ томъ, что время, въ теченіе котораго происходитъ высыпаніе угля изъ вагонетки, слишкомъ незначительно по сравненію со временемъ, потребнымъ на вращеніе опрокидывателя, что конечно дѣлаетъ работу опрокидывателя мало производительной.

Этотъ недостатокъ устраненъ устройствомъ опрокидывателя, предложеннымъ Карликомъ и изображеннымъ на рис. 326—330.

Устройство опрокидыва-

теля системы Карлика таково, что вращеніе его въ той части его оборота, когда уголь не высыпается изъ вагонетки, происходитъ съ большой скоростью, въ тотъ же періодъ, когда вагонетка опоражнивается, со скоростью сравнительно незначительной.

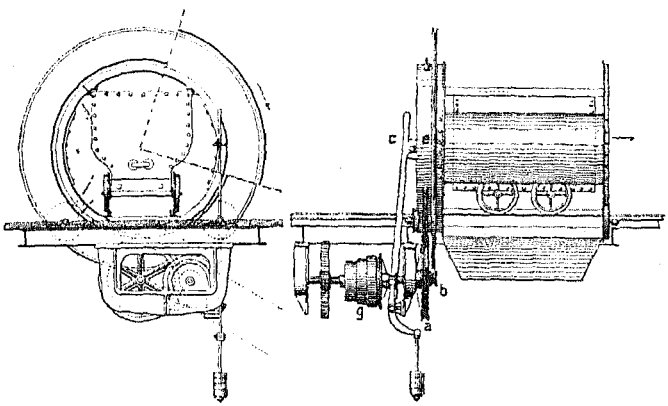


Рис. 330.

Достигается это тѣмъ, что внѣшняя окружность опрокидывателя обладаетъ какъ бы двумя діаметрами, причемъ въ той части

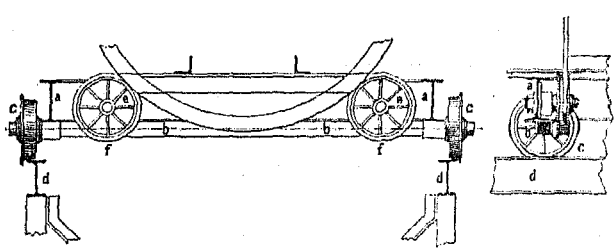


Рис. 331.

окружности, которая при движеніи опрокидывателя соотвѣтствуетъ лишь вращенію его и бездѣйствію въ смыслѣ опоражниванія вагонетки, діаметръ опрокидывателя меньше, чѣмъ въ той части, которая соотвѣтствуетъ періоду опоражниванія.

Опрокидыватель приводится въ движеніе посредствомъ фрикціонной передачи двумя колесами тренія *a* и *b* (рис 329—330).

Въ тотъ моментъ, когда колесо *a* перестаетъ сцѣпляться съ соотвѣтствующей его діаметру частью окружности опрокидывателя,

колесо b приходитъ въ соприкосновеніе съ другой частью ея, и движеніе опрокидывателя продолжается, но уже съ другой, меньшей скоростью.

Различныя фазы движенія опрокидывателя изображены на рис. 326—328.

Движеніе свое опрокидыватель получаетъ отъ привода g, съ которымъ колеса тренія a и b сцѣпляются посредствомъ фрикціоннаго конуса f (рис. 329). Это сцѣпленіе осуществляется посредствомъ рычага c, къ которому прикрѣплено колесико e. Когда опрокидыватель стоитъ неподвижно, колесико это входитъ въ щель d опрокидывателя, когда же требуется привести опрокидыватель въ движеніе, то рычагомъ c выдергиваютъ это колесико изъ щели, причемъ происходитъ нажатіе фрикціоннаго конуса f на приводъ g. Опрокидыватель приходитъ въ движеніе, колесико же e начинаетъ скользить по его поверхности,—чѣмъ поддерживается сцѣпленіе—пока при вращеніи опрокидывателя снова не попадетъ въ щель d.

Насколько экономично описанное устройство, видно изъ слѣдующаго разсчета Ламprехта.

Если передачу колесъ тренія принять равной 1 : 1,875 и 1 : 20, то при 17 оборотахъ приводнаго вала въ минуту, на весь путь опрокидывателя отъ момента начала движенія до момента начала опоражниванія вагонетки потребуется всего 2 секунды въ то время, какъ опоражниваніе вагонетки займетъ 19 секундъ.

Для приведенія опрокидывателя въ нормальное положеніе потребуется еще $4^1/_2$ секунды, такъ что время полнаго оборота опрокидывателя будетъ равняться $25^1/_4$ секундамъ. Если $4^3/_4$ секунды положить на перемѣну вагонетки, то въ 30 секундъ окажется возможнымъ выгрузить вагонетку средней емкости въ 600 кгр., что въ 10-часовую смѣну дастъ 720,000 кгр. угля.

При обыкновенномъ же устройствѣ опрокидывателя при томъ же времени оборота въ $25^1/_4$ секундъ лишь $6^1/_4$ секундъ будутъ употреблены на опоражниваніе вагонетки, что конечно уменьшитъ производительность устройства въ $\frac{6{,}25}{19} = 0{,}34$ раза.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣсто выгрузки угля при помощи опрокидывателей должно мѣняться, опрокидыватель устанавливаютъ на особой телѣжкѣ, какъ это видно на рис. 231.

Въ заключеніе сказаннаго надо упомянуть, что, каково-бы ни было устройство опрокидывателей, нужно всегда стараться уменьшать высоту паденія угля при опоражниваніи вагонетокъ, что можетъ быть достигнуто посредствомъ различнаго устройства скатовъ и т. п.

4. Дробленіе.

Дробленіе угля преслѣдуетъ по самому своему существу совершенно ту же цѣль, что и описанное дробленіе рудъ.

Результатомъ его должно являться полученіе такой смѣси зеренъ угля и пустой породы, въ которой каждое зерно являлось бы или чистымъ углемъ, или чистой пустой породой (сланцемъ).

Вполнѣ очевидно, что въ полномъ объемѣ своемъ такая цѣль недостижима: къ ней можно только болѣе или менѣе приблизиться, но только строгое и разумное преслѣдованіе ея позволитъ намъ раціонально рѣшить вопросъ объ обогащеніи той части угля, которая прошла черезъ одинъ изъ описанныхъ или подобный имъ грохотовъ.

Выше было изложено предложеніе С. Г. Войслава раздѣлять всѣ угли въ зависимости отъ характера распредѣленія въ нихъ сланцевъ на двѣ категоріи, и слѣдуетъ сказать, что принятіе такого предложенія во многомъ можетъ облегчить намъ данную задачу.

Если мы имѣемъ дѣло съ углями первой категоріи, т. е. съ такими углями, въ которыхъ сланцы включены въ видѣ большей или меньшей величины вкрапленностей, то прежде чѣмъ рѣшать вопросъ, пускать ли въ дробленіе весь уголь, прошедшій черезъ грохота, на которыхъ былъ отъ него отдѣленъ уголь штуфный, необходимо путемъ опыта хотя-бы приблизительно опредѣлить величину включеній сланца.

При этомъ, если мы убѣдимся, что включенія эти настолько малы, что всѣ куски угля, прошедшаго черезъ описанные грохота, являются нечистыми, конечно, весь такой уголь по выходѣ изъ грохотовъ необходимо пустить въ дробленіе.

Если наоборотъ включенія сланца въ уголь достигаютъ такой величины, что въ углѣ, прошедшемъ черезъ грохота, мы имѣемъ извѣстное количество кусковъ чистаго угля и чистаго сланца, то

дробленіе всей угольной массы, прошедшей черезъ грохота, будетъ прямо вреднымъ, вызывая излишній расходъ силы и т. п.

Въ этомъ случаѣ грохоченіемъ нужно угольную массу раздѣлить на классы и опять-таки въ зависимости отъ характера каждаго класса для каждаго изъ нихъ рѣшить, что выгоднѣе: пустить классъ въ отсадку, промежуточный продуктъ которой подвергнуть измельченію и затѣмъ снова пустить въ отсадку, или же пустить весь классъ въ измельченіе и лишь въ измельченномъ видѣ подвергнуть его отсадкѣ.

Само собой очевидно, что рѣшеній указанныхъ вопросовъ можетъ быть нѣсколько, чѣмъ и объясняется то разнообразіе схемъ обогащенія, которое можно наблюдать въ современныхъ каменноугольныхъ обогатительныхъ фабрикахъ.

Иногда вопросъ объ измельченіи угля рѣшается и на основаніи чисто экономическихъ соображеній. Такъ, если положеніе рынка таково, что можно предвидѣть, что добытому углю придется лежать на воздухѣ болѣе или менѣе продолжительное время, то можетъ оказаться болѣе раціональнымъ избѣжать полученія крупныхъ мытыхъ классовъ, измельчая весь уголь передъ тѣмъ, какъ подвергнуть его отсадкѣ, такъ какъ, очевидно, при лежаніи на воздухѣ крупные куски угля легче подвергаются разрушенію, чѣмъ мелкіе.

Что касается углей второй группы Войслава, то, очевидно, дробленіе ихъ ни къ какимъ результатамъ привести не можетъ точно такъ же, какъ и невозможно вообще ихъ обогащеніе.

На практикѣ каменные угли представляютъ собой, какъ извѣстно, нѣчто среднее между обѣими теоретическими группами.

На основаніи изложеннаго слѣдуетъ притти къ заключенію, что разсмотрѣть въ рядѣ готовыхъ схемъ механическую обработку каменнаго угля по отношенію къ дробленію практически невозможно, и вопросъ этотъ для каждаго даннаго случая долженъ быть рѣшенъ на основаніи указаній опыта.

Можно только указать двѣ слѣдующихъ основныхъ схемы каменноугольнаго обогащенія.

I. Весь уголь, прошедшій черезъ первые грохота, подвергается дробленію, затѣмъ классифицируется и послѣ этого подвергается раздѣленію.

II. Уголь, прошедшій черезъ первые грохота, идетъ, не под-

вергаясь дробленію, на грохота для раздѣленія на классы, которые могутъ итти въ раздѣленіе или всѣ или же частью, причемъ остальная часть ихъ передъ отсадкой подвергается дробленію.

Что касается процессовъ раздѣленія въ этомъ случаѣ, то изъ нихъ можетъ получаться:

а) готовый чистый уголь и чистая (или считаемая таковой) пустая порода или

b) готовый чистый уголь, промежуточные продукты и пустая порода, причемъ промежуточные продукты поступаютъ въ измельченіе и затѣмъ во вторичное раздѣленіе (конечно, въ видѣ болѣе мелкихъ классовъ и сортовъ).

Переходя къ описанію собственно дробильныхъ механизмовъ для угля, слѣдуетъ прежде всего замѣтить, что ими могутъ служить всѣ описанные выше дробильные механизмы для рудъ, поскольку они не являются вредными вслѣдствіе того, что уголь по существу своему вообще гораздо мягче и легче превращается въ пыль, чѣмъ руда.

Легко понять, напримѣръ, что шаровыя мельницы и песты совершенно непримѣнимы для дробленія каменнаго угля, такъ какъ обусловили бы превращеніе угольной массы въ угольную пыль, недоступную для механической обработки.

Надо помнить, что, если при дробленіи рудъ всѣми силами нужно стремиться къ возможно меньшему образованію мелочи (пыли), то еще въ большей мѣрѣ это требованіе относится къ углю.

При обогащеніи рудъ получившаяся при дробленіи рудная мука и пыль поступаетъ, какъ извѣстно, въ обработку на гердахъ, гдѣ изъ нея извлекается большая часть заключеннаго въ ней цѣннаго ископаемаго.

Съ углемъ дѣло обстоитъ иначе.

Не говоря уже про то, что обработка угольной пыли на гердахъ затруднительна, нужно замѣтить, что угольная пыль, какъ товаръ, на рынкѣ не имѣетъ никакой цѣны.

Уловивъ ее, мы не можемъ пустить ее на рынокъ и можемъ только или сжечь подъ собственными котлами, устроивъ въ нихъ соотвѣтственныя топки, или же, если уголь коксовый, пустить ее въ коксованіе съ другими классами (или сортами) угля.

Въ обоихъ случаяхъ, однако, приходится считаться съ тѣмъ, что угольная пыль, будучи уловлена не на гердахъ, а просто въ воздушныхъ камерахъ, гдѣ она осядаетъ изъ воздуха, или же въ освѣтлительныхъ бассейнахъ, не является такимъ чистымъ продуктомъ, какъ рудные шлихи, а потому и для названныхъ цѣлей можетъ быть примѣнена съ извѣстной осторожностью.

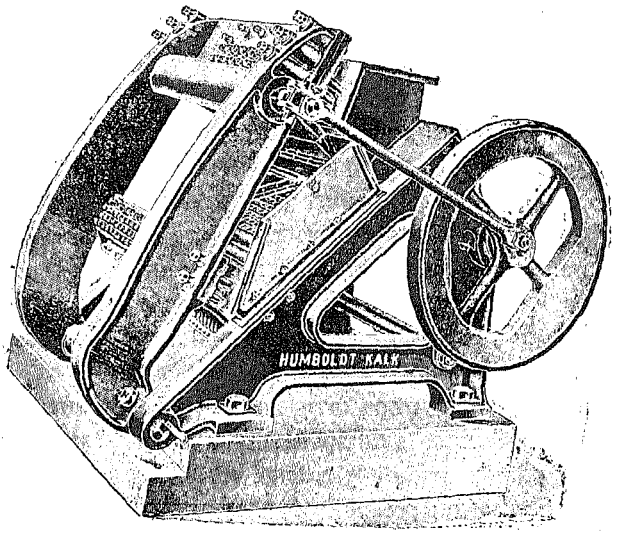


Рис. 332.

Дробилки системы Блэка и ей подобныя примѣняются для дробленія угля сравнительно рѣдко, причемъ эти случаи примѣненія ограничиваются случаями твердаго угля для перваго наиболѣе крупнаго дробленія.

Какъ на интересное видоизмѣненіе идеи Блэка въ цѣляхъ приспособленія ея къ цѣлямъ дробленія угля слѣдуетъ указать на дробилку Humboldt'a, изображенную на рис. 332.

Здѣсь дробленіе производится не щеками дробилки, а прикрѣпленными къ нимъ иглами, которыя проникаютъ въ массу угля, заставляя его растрескиваться.

Другой особенностью этихъ дробилокъ является то, что дробильныя щеки ихъ раздѣлены на двѣ части: верхнюю и нижнюю.

Измельченный въ достаточной степени въ верхней части щекъ уголь дальнѣйшему дробленію не подвергается, такъ какъ про-

валивается черезъ сѣтку, помѣщенную между обѣими частями щекъ, вслѣдствіе чего въ нижнюю часть щекъ поступаетъ лишь недостаточно раздробленный еще матеріалъ.

По даннымъ фирмы производительность отъ подобныхъ дробилокъ 10—15 тоннъ угля въ часъ, причемъ получается:

около 4— 6 % I орѣшника . . (80—50 мм.)
„ 60—70 % II орѣшника. . (50—20 мм.)
„ 25—30 % мелочи. . . . . (менѣе 20 мм.).

Сила, потребная для приведенія въ дѣйствіе дробилки,—около 5 *HP*, пространство, занимаемое,—2,7 × 2,4 мм., вѣсъ же—5,8 тоннъ.

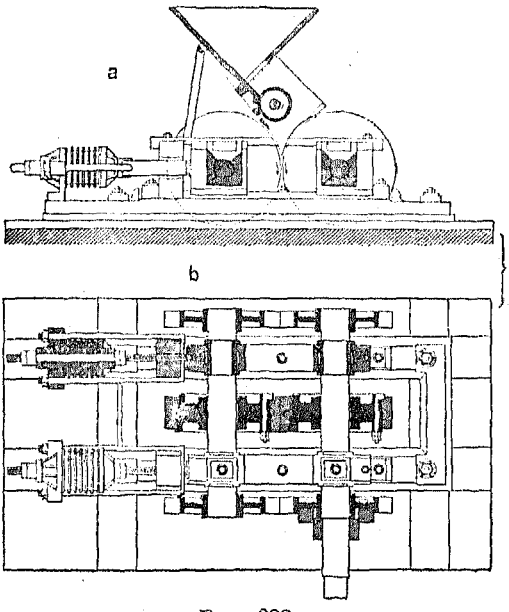


Рис. 333.

Весьма употребительнымъ приборомъ для дробленія угля являются дробильные валки, подобные описаннымъ при дробленіи рудъ, одна изъ простѣйшихъ формъ которыхъ изображена на рис. 333.

Въ виду того, что уголь, поступающій въ валки, благодаря примѣси къ нему сланца, нерѣдко идетъ въ кускахъ въ видѣ плитокъ, которыя могутъ пройти черезъ валки, не подвергнувшись раздробленію, дробильные валки для угля дѣлаются нерѣдко съ зубчатой поверхностью, что достигается тѣмъ, что въ одежду ихъ вставляютъ стальные зубцы или же снабжаютъ ее приливами.

Одна изъ подобныхъ конструкцій изображена на рис. 334. На рис. 335 изображены двойные угольные валки формы Humboldt.

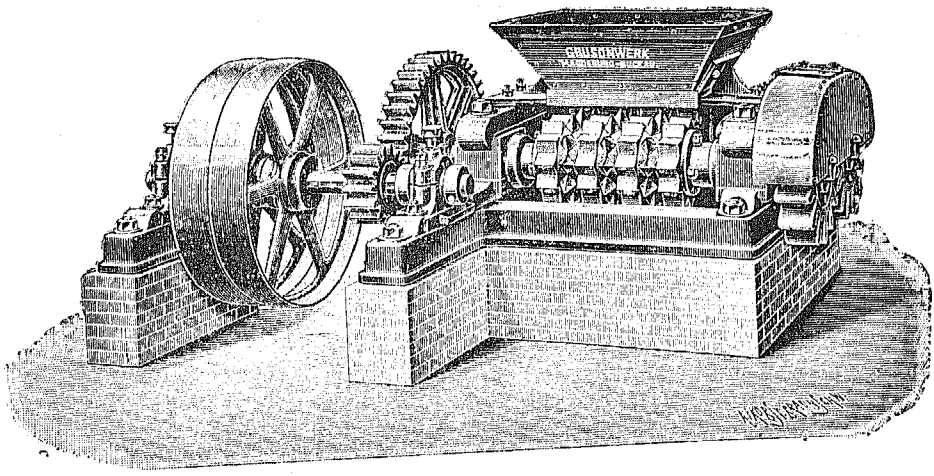


Рис. 334.

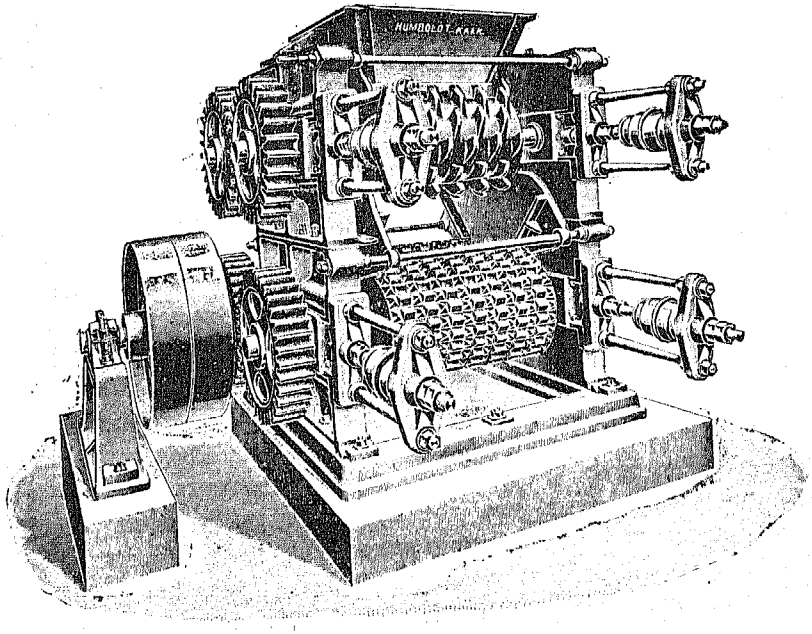


Рис. 335.

Такъ какъ, однако, опытъ показалъ, что вставные зубья, какъ бы тщательно мы ихъ ни вставляли, довольно часто выпадаютъ и ломаются, то въ Пенсильваніи было предложено устройство валковъ съ продольными зубцами, какъ это изображено на рис. 336.

Послѣ описанія валковъ для дробленія рудъ устройство валковъ для дробленія угля не требуетъ особыхъ поясненій, и можно ограничиться лишь слѣдующими табличными данными, относящимися къ валкамъ изображеннаго на рис. 334 типа.

№ модели.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Діаметръ валковъ . мм.	260	300	300	350	350	400	450	525	535
Длина ихъ . . . . . мм.	380	500	750	500	800	500	800	500	800
Діаметръ приводн. шкива . . . . . мм.	600	700	700	800	800	800	1000	800	1200
Ширина шкива . . . мм.	100	120	130	130	150	150	180	150	170
Число оборотовъ послѣдняго въ минуту . . .	200	180	180	180	180	165	165	150	150
Расходъ силы . . . HP.	2	3	4	4	6	5	8	8	10
Производительность въ часъ:									
При 600 мм. разстояніи между валками . кгр.	5000	7500	10000	12500	15000	18000	20000	22500	25000
Мѣсто, занимаемое приборомъ. Длина м.	1,4	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,2	2,2
Ширина м.	1,7	2,0	2,3	2,0	2,3	2,0	2,8	2,0	2,9
Высота »	0,6	0,75	0,75	0,75	0,75	0,8	0,8	0,9	8,0
Вѣсъ полнаго прибора кгр.	700	950	1400	1400	1950	1000	2200	2500	3000
Стоимость полнаго прибора . . . . . марокъ	800	1020	1250	1200	1350	1250	1000	1650	1950

Значительнымъ распространеніемъ для дробленія каменнаго угля пользуются такъ называемыя угольныя (колокольчатыя) мельницы (Kohlen-Glockenmühlen), одна изъ которыхъ изображена на рис. 337.

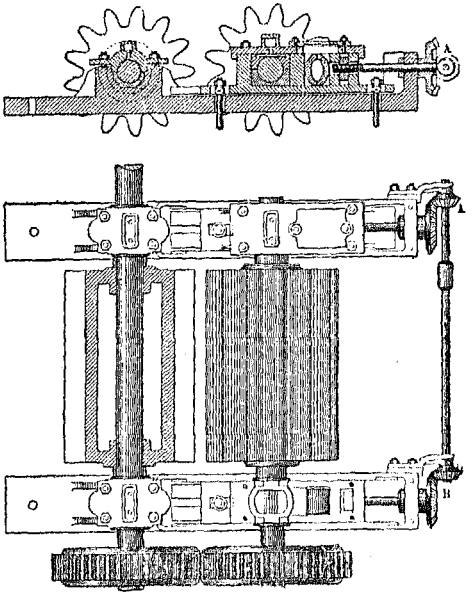


Рис. 336.

Здѣсь дробленіе производится зубьями *z* и *y* четырехъ различныхъ величинъ частью скалываніемъ, частью раздавливаніемъ попавшихъ между зубьями кусковъ угля.

Устройство мельницы понятно изъ рисунковъ, а потому, не касаясь его, приведемъ только слѣдующую таблицу для мельницъ, конструируемыхъ фирмою Humboldt.

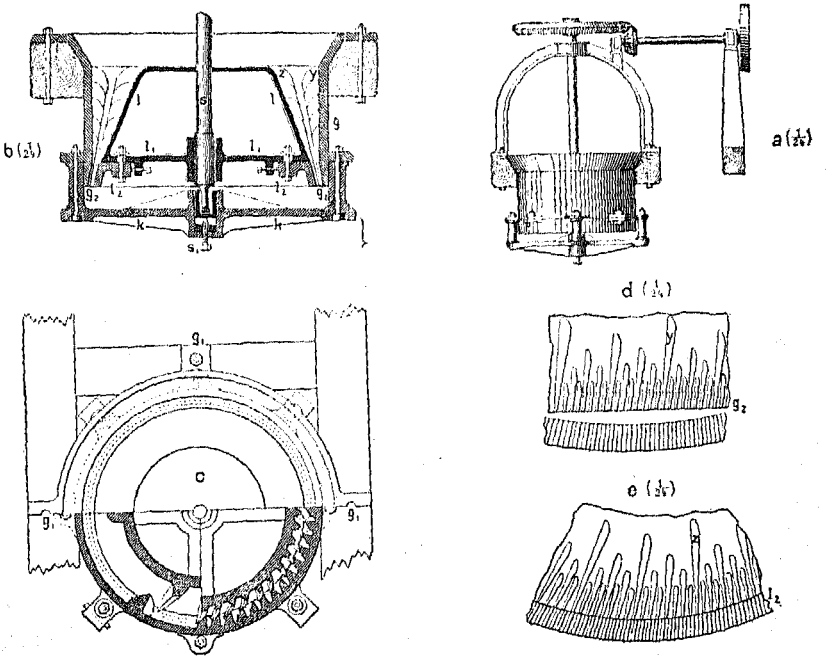


Рис. 337.

№ МОДЕЛИ.	1	2	3	4	5	6	7	8
	приводъ внизу *)			приводъ вверху *)				
Діаметръ вращающейся части . . . . . мм.	260	370	600	640	850	1000	1250	1500
Число оборотовъ приводнаго шкива въ минуту	250	250	200	200	200	200	200	200
Діаметръ приводнаго шкива мм.	450	600	800	600	1000	1200	1400	1600
Ширина » » мм.	100	120	120	120	140	150	160	560
Расходъ силы въ *HP*.	1—2	2—3	3—4	4—5	6—8	8—10	10—14	16—20
Производит. въ часъ около клг.	800	2000	3000	3500	5000	6500	8000	12000
Мѣсто, занимаемое мельницей: длина мм. . . .	1100	1500	1700	1700	2000	2000	2200	2600
ширина мм. . .	1000	1200	1350	1350	15000	1600	1800	2000
высота мм. . .	1400	1800	2000	2000	2400	2700	3000	3500
Приблизит. вѣсъ мельницы . .	850	1725	3050	2000	2600	3400	4500	8500

Фирма Krupp Grusonwerk готовитъ подобныя же мельницы, причемъ о цѣнахъ ихъ можетъ дать понятіе слѣдующая таблица:

Производительность кгр. въ часъ.	Цѣна марки.
1500— 2500	900
3500— 4500	1600
5000—10000	2100
7500—30000	3850

Не рѣдко для дробленія угля примѣняются такъ называемыя винтовыя мельницы (Schraubenmühle), одна изъ которыхъ изображена на рис. 338.

Она состоитъ изъ чугуннаго ящика, въ которомъ вращается валокъ изъ закаленнаго чугуна съ винтообразными приливами, какъ это видно на рисункѣ. Подъ валкомъ, на разстояніи, которое можно произвольно измѣнять, имѣется полукруглая рѣшетка, черезъ которую проваливается въ достаточной степени измельченный матеріалъ.

*) Разсматривая рис. 337a, легко понять, что приводъ, т. е. коническія колеса, можетъ быть помѣщенъ какъ въ верхней части мельницы, какъ это изображено на рисункѣ, такъ и внизу ея.

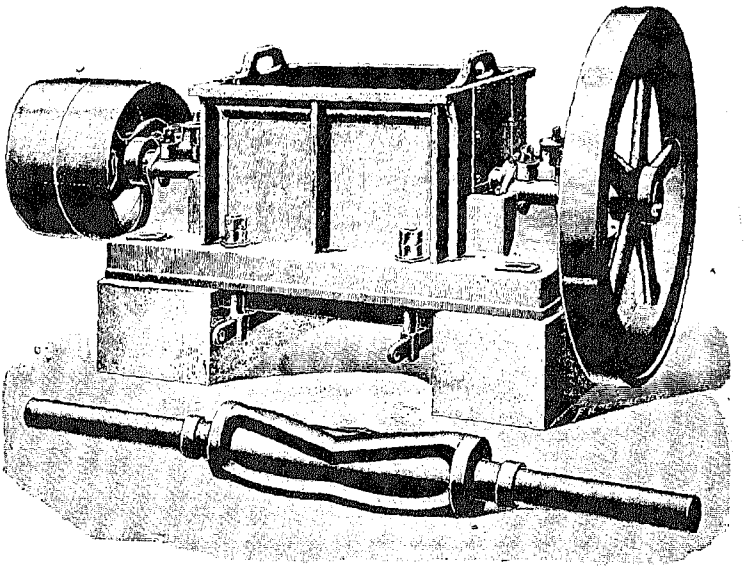


Рис. 338.

Вотъ нѣкоторыя ближайшія данныя относительно описываемыхъ мельницъ, изготовляемыхъ фирмою Humboldt.

№ модели.		1	2	3	4
Діаметръ валка . . . . . мм.		185	220	250	300
Длина ящика въ свѣту. . . . мм.		400	550	750	900
Число оборотовъ валка въ минуту .		300—600	250—550	200—500	150—450
Діаметръ приводнаго шкива . . мм.		400	550	600	700
Расходъ силы въ НР.		1—4	2—5	4—8	6—10
Часовая производительн. мельницы кг.		2500	3500	6000	8000
Вѣсъ мельницы вмѣстѣ съ фундаментными болтами . . . . кг.		1200	1600	2800	4300
Приблиз. пространство, занимаемое мельницей	Длина . . . . м.	1,8	2,2	2,6	2,9
	Ширина . . . »	0,7	0,75	0,9	1,1
	Высота . . . »	0,6	0,75	0,85	1,0

Стоимость винтовыхъ мельницъ въ зависимости отъ ихъ размѣровъ колеблется отъ 850 (№ 1) до 2500 (№ 4) марокъ.

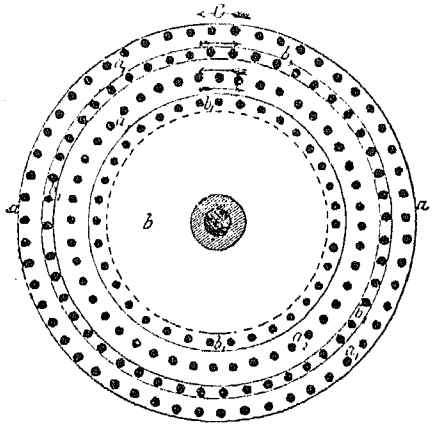


Рис. 339.

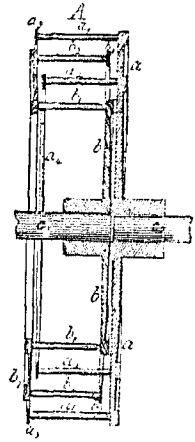


Рис. 340.

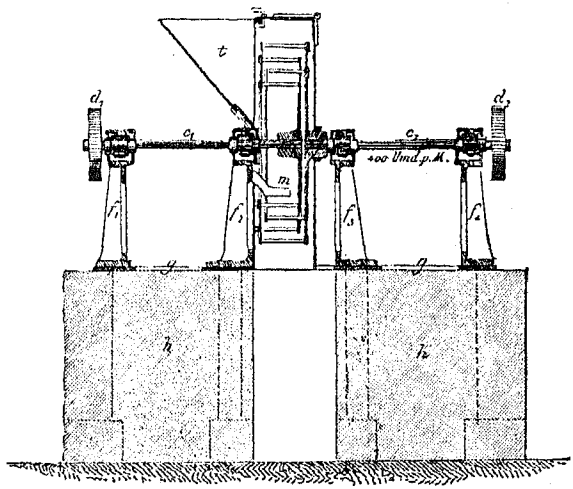


Рис. 341.

Въ заключеніе изложеннаго объ измельчающихъ уголь механизмахъ необходимо описать еще одинъ, пользующійся очень значительнымъ распространеніемъ, а именно дезинтеграторъ Карра, изображенный на рис. 339—343.

Дѣйствіе его основано на дробленіи свободно падающихъ въ немъ кусковъ угля ударами двухъ системъ круглыхъ брусковъ (a_1 и a_2, b_1 и b_2), вращающихся въ противоположныя стороны, какъ это видно на рис. 339.

Обѣ системы круглыхъ брусковъ, каждая изъ которыхъ состоитъ изъ двухъ серій ихъ, расположенныхъ по двумъ концентрическимъ окружностямъ, укрѣплены въ своихъ вращающихся дискахъ.

Система a_1 и a_2—въ большомъ дискѣ a, система b_1 и b_2—въ маломъ дискѣ b, концы брусковъ a_1 закрѣплены съ другой своей стороны кольцомъ a_3, концы брусковъ a_2—кольцомъ a_4, въ то время какъ кольцо b_3, къ которому прикрѣплены концы брусковъ b_1, дѣлается настолько широкимъ, что къ нему прикрѣпляются и концы брусковъ b_2, другой конецъ которыхъ закрѣпленъ въ кольцѣ b_3.

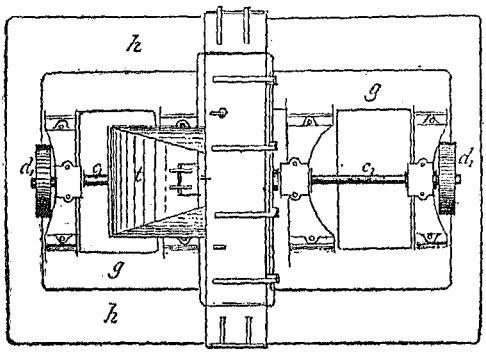


Рис. 342.

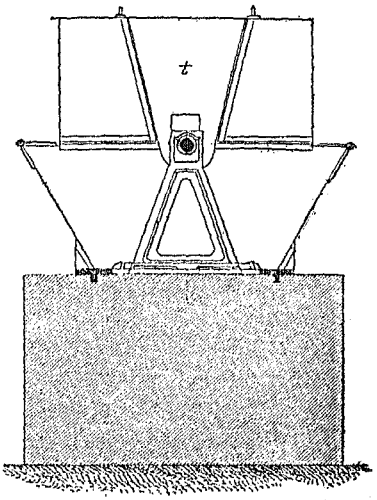


Рис. 343.

Обѣ системы располагаются, какъ это изображено на рис. 339—341, и вращаются со значительными скоростями въ противоположныхъ направленіяхъ, дробя попадающій въ дезинтеграторъ черезъ воронку t уголь.

Система b_1 b_1 приводится въ движеніе отъ вала c_1, система же a_1 a_2—отъ вала c_2. Оба этихъ вала приводятся въ движеніе отъ приводныхъ шкивовъ d d_1.

Разстояніе между двумя сосѣдними брусками должно быть таково, чтобы между ними могли пройти самые крупные куски поступающаго въ дезинтеграторъ матеріала.

Если это условіе не соблюдено, то крупные куски, попадая въ дезинтеграторъ, прижимаются подъ вліяніемъ центробѣжной силы къ внутреннему кольцу брусковъ и не только не измельчаются, но и препятствуютъ измельченію болѣе мелкихъ кусковъ.

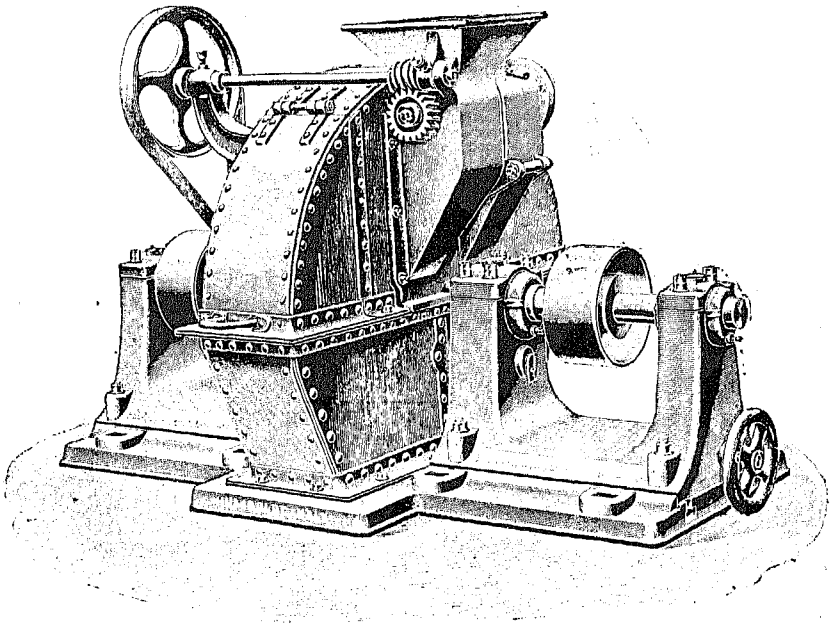


Рис. 344.

Для того, чтобы имѣть возможность исправить такое положеніе дѣла въ дезинтеграторѣ, которое можетъ образоваться и благодаря случайно попавшимъ въ него крупнымъ кускамъ, въ дезинтеграторѣ устраивается задерживатель *m*, представляющій собой прочный металлическій ножъ, отстоящій отъ внутреннихъ брусковъ миллиметровъ на 50. Крупные куски попавшаго въ приборъ матеріала ударяются объ этотъ ножикъ и измельчаются.

Дезинтеграторъ примѣняется для мелкаго дробленія, и отличительной чертой его работы служитъ большая однородность даваемаго имъ матеріала.

Нужно замѣтить, что дезинтеграторомъ нерѣдко пользуются на коксовыхъ фабрикахъ такимъ образомъ, что засыпаютъ въ него въ нужныхъ пропорціяхъ нѣсколько сортовъ углей, которые не только измельчаются, что важно для полученія плотнаго кокса·

но и весьма хорошо смѣшиваются. Дезинтеграторъ, конечно, закрывается кожухомъ, въ которомъ имѣются отверстія для засыпной воронки, а внизу—для выхода измельченнаго матеріала.

Вотъ нѣкоторыя данныя о размѣрахъ дезинтеграторовъ, конструируемыхъ фирмою Humboldt (рис. 344—345).

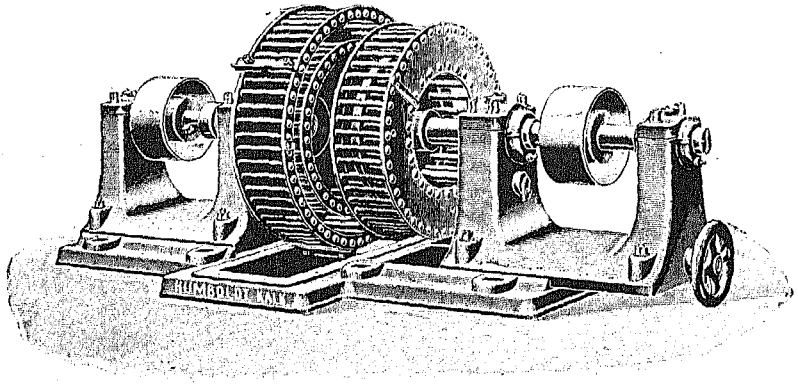


Рис. 345.

№ модели.	1	2	3	4	5	6	7
Діаметръ наружнаго кольца . . . . . мм.	500	640	800	1000	1250	1600	2000
Внутренній діаметръ наружнаго кольца . . мм.	125	160	200	250	320	400	500
Діаметръ приводнаго шкива . . . . . мм.	200	260	320	400	500	640	800
Расходъ силы въ HP . . .	2—3	3—5	5—8	8—12	14—20	24—32	36—45
Число оборотовъ въ минуту при дробленіи угля. . .	720	540	450	350	280	220	180
Приблизительная производительность при дробленіи угля . . . кгр.	2000	3500	6000	11,000	20,000	32,000	48,000
Число оборотовъ въ мин. при дробленіи рудъ . .	1000	900	800	600	450	300	220
Прибл. производительн. при дробленіи рудъ въ часъ куб. м.	0,5—0,7	1,25	2	4	9	15	25
Мѣсто, занимаемое дезинтегратор. Длина . . м.	1,4	1,7	2	2,1	3	3,7	4,3
Ширина . м.	0,9	1,1	1,2	1,4	1,7	2	2,5
Высота . м.	0,6	0,8	1,2	1,4	1,8	2,2	2,6
Вѣсъ . . . . . кгр.	600	1000	1900	2500	4300	7200	11,500

Дополненіемъ къ этой таблицѣ можетъ служить слѣдующая, показывающая зависимость между производительностью и цѣнами дезинтеграторовъ по каталогу Krupp'a.

Производительность кгр. въ часъ.	Цѣны марки.
500	950
1000	1150
2000	1500
4000	2050
6000	2300
9000	3000
15000	4100

Какъ видно изъ первой таблицы, дезинтеграторы примѣняются и для дробленія рудъ; слѣдуетъ, однако, замѣтить, что для твердыхъ рудъ они мало пригодны, такъ какъ бруски ихъ слишкомъ быстро изнашиваются, вслѣдствіе чего примѣненіе ихъ при обогащеніи рудъ должно быть ограничено рудами мягкими и, самое большее, средней твердости.

Въ заключеніе слѣдуетъ упомянуть, что иногда дезинтеграторы строятся не съ 4 концентрическими окружностями брусковъ, а съ шестью, что, конечно, влечетъ за собой лишь болѣе сильное измельченіе дробимаго матеріала.

5. Классификація обогащаемаго угля.

Классификація каменнаго угля производится совершенно такъ же, какъ классификація рудъ, описанная выше, причемъ приборами, на которыхъ производится классификація, являются грохота, раздѣляющіеся на тѣ же самыя категоріи, которыя были указаны на стр. 117.

Что касается схемъ, по которымъ можно классифицировать уголь, то онѣ тѣ же, что и при классификаціи рудъ. Описаніе ихъ помѣщено на стр. 120.

Неподвижные грохота, отличающіеся своей малой производительной способностью, которые, какъ мы видѣли, не особенно часто примѣняются и для обогащенія рудъ, еще менѣе примѣнимы для обогащенія угля, гдѣ обрабатываемыя количества матеріала, вообще говоря, всегда болѣе значительны, чѣмъ при обработкѣ

рудъ. Поэтому грохота для классификаціи угля, вообще говоря, всегда дѣлаются подвижными.

Какъ примѣръ грохота съ качательнымъ движеніемъ можно привести грохотъ Берара, изображенный на рис. 346.

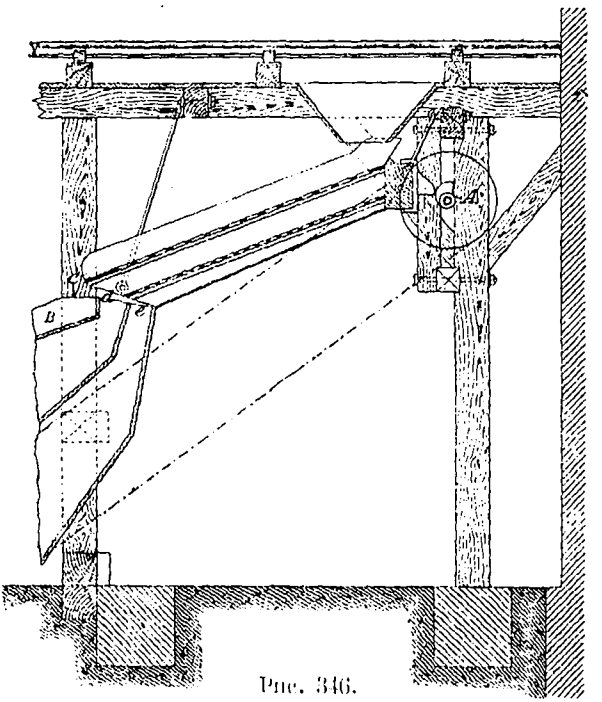


Рис. 346.

Устройство его понятно изъ чертежа, примѣромъ же его расположенія на обогатительной фабрикѣ можетъ служить рис. 347, гдѣ видно, какъ угольная мелочь, проваливаясь черезъ рѣшето, поступаетъ въ каменный резервуаръ, откуда поднимается къ мѣстамъ своей дальнѣйшей обработки поріей, уголь же, не прошедшій черезъ грохотъ, идетъ на грохотъ *B*. Здѣсь изъ него отбираются крупные куски, въ то время какъ болѣе мелкій уголь, пройдя черезъ грохотъ, попадаетъ въ валки, гдѣ измельчается и поступаетъ въ резервуаръ для мелочи, прошедшей сразу черезъ грохотъ.

Особенное распространеніе при классификаціи угля получили на практикѣ сложные грохота съ вращательнымъ движеніемъ, изъ которыхъ преждевсего опишемъ грохотъ Klönne, изображенный на рис. 348.

Здѣсь мы имѣемъ рядъ грохотовъ (рис. 348), расположенныхъ другъ подъ другомъ въ общемъ кожухѣ, который при помощи

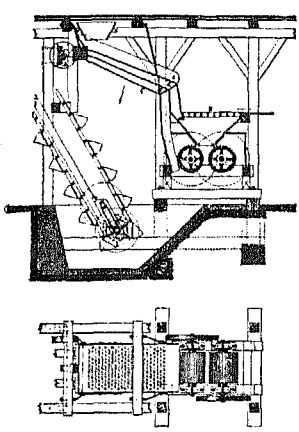
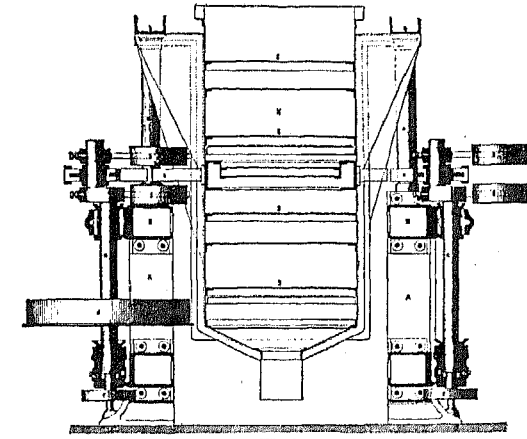


Рис. 347.



кривошиповъ приводится въ качательное движеніе.

Расположеніе грохотовъ по отношенію другъ къ другу видно на рис. 349 и 350, причемъ расположеніе ситъ на рис. 350 имѣетъ цѣлью сбереженіе высоты.

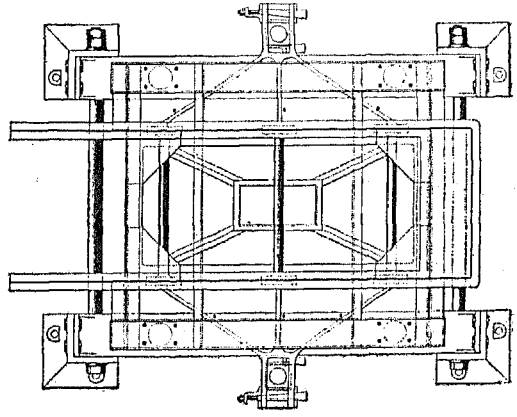


Рис. 348.

Что касается передачи грохоту соотвѣтственнаго движенія, то оно можетъ быть осуществлено различными способами.

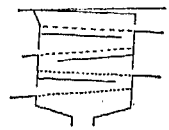


Рис. 349.



Рис. 350.

Прежде всего этой цѣли достигали посредствомъ трехъ кривошиповъ W, W_1, W_2 одинаковой длины (рис. 351), укрѣпленныхъ на возможно далекомъ разстояніи другъ отъ друга къ кожуху A.

Устройство это оказалось не особенно практичнымъ, такъ какъ при немъ изнашиваніе кривошиповъ идетъ неравномѣрно, вслѣдствіе чего при движеніи грохота начинаютъ происходить удары, еще болѣе ускоряющіе изнашиваніе. Въ виду этого одинъ изъ

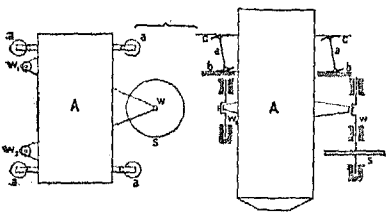


Рис. 351.

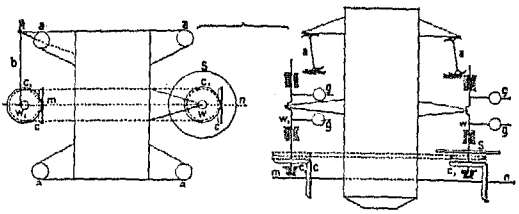


Рис. 352.

кривошиповъ былъ уничтоженъ и замѣненъ штокомъ b (рис. 352), который соединяется съ кожухомъ A въ точкѣ p.

Такимъ образомъ, все устройство представляется въ слѣдующемъ видѣ. Оба кривошипа находятся на двухъ вертикальныхъ валахъ W и W_1, приводимыхъ въ движеніе коническими зубчатыми колесами c c_1 отъ вала mn. Кривошипъ, находящійся на валу W, соединяется съ кожухомъ A лишь въ одномъ мѣстѣ, въ то время какъ кривошипъ вала W_1 кромѣ того соединяется со штокомъ (шатуномъ), въ который прикрѣпляется къ кожуху A въ точкѣ p.

Описанное устройство оказалось на практикѣ весьма удовлетворительнымъ, но недостаткомъ его является неравномѣрная нагрузка приводныхъ валовъ W и W_1. Въ то время какъ одинъ валъ при одномъ положеніи кривошипа долженъ воспринимать половину всей развивающейся при работѣ грохота центробѣжной силы, при другомъ же, перпендикулярномъ къ нему положеніи — всю эту силу, нагрузка другого вала въ соотвѣтственныхъ положеніяхъ равняется всего $^1/_2$ этой силы и 0.

Другимъ неудобствомъ описаннаго устройства является присутствіе въ приборѣ зубчатыхъ колесъ, которыя и замѣняются шкивами для ремневой или канатной передачи, какъ это пунктиромъ изображено на рис. 352.

Преимущество ремней или канатовъ состоитъ въ томъ, что они помогаютъ кривошипамъ переходить черезъ мертвыя точки.

Нѣсколько отличное отъ только что описаннаго устройство изображено на рис. 353, гдѣ движеніе свое грохотъ получаетъ отъ колѣнчатыхъ кривошиповъ W, соединенныхъ съ кожухомъ, причемъ для предотвращенія остановокъ движенія на мертвыхъ точкахъ служитъ тяга $W_2—W_2$, свободно проходящая черезъ грохотъ и укрѣпленная къ тѣмъ концамъ колѣнчатыхъ кривошиповъ, которые не соединены съ кожухомъ.

Наконецъ еще одинъ способъ приведенія въ движеніе грохота описываемой системы изображенъ на рис. 354 и 355.

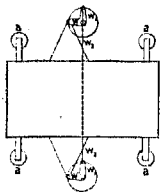


Рис. 353.

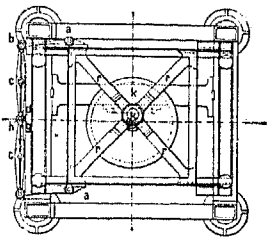


Рис. 354.

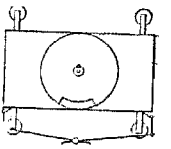


Рис. 355.

Здѣсь движеніе свое грохотъ получаетъ отъ одного центральнаго вала съ соотвѣтственной величины кривошипомъ. Для того, чтобы всѣ части грохота двигались равномѣрно, служатъ два маленькихъ балансира, однимъ концомъ укрѣпленные къ кожуху A, другимъ же сцѣпляющіеся другъ съ другомъ посредствомъ зубчатыхъ сегментовъ (рис. 354) или же входящіе въ общую муфту (рис. 355), благодаря чему концы ихъ, соединенные съ кожухомъ, могутъ слѣдовать движенію грохота.

Что касается способа подвѣшиванія грохота, то онъ виденъ на рис. 351 и 352, гдѣ весь кожухъ съ заключенными въ немъ ситами лежитъ на опорахъ a, представляющихъ собой вырѣзанные изъ шара два сегмента.

Идея устройства подобныхъ опоръ понятна изъ слѣдующаго разсужденія:

Представимъ себѣ (рис. 356) на неподвижномъ основаніи шаръ c съ лежащимъ на немъ тѣломъ $adrb$. Если это тѣло подвинется вправо на разстояніе $ad=be$, причемъ точка b прійдетъ въ точку c, то точка опоры его r (расположенная вертикально надъ точкою r_1) передвинется на разстояніе

$rp = \frac{ad}{2}$. Точка p расположится вертикально надъ точкою p_1. Тѣло при этомъ передвинется по шару на разстояніе $\frac{ad}{2}$, въ то время какъ самый шаръ перемѣстится по своему основанію также на разстояніе $\frac{ad}{2}$. При обратномъ движеніи тѣла будутъ работать тѣ же самыя точки поверхности шара, а потому, не измѣняя ни въ чемъ характера движенія тѣла $adrb$, мы можемъ вмѣсто шара взять лишь часть его ss_1 (рис. 357), если же тѣло должно двигаться не прямолинейно, а описывать окружности, то намъ достаточно вмѣсто шара взять лишь два опредѣленной величины сегмента его, что и сдѣлано при конструкціи опоръ a (рис. 351 и 352).

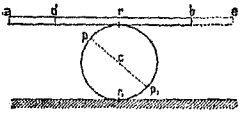


Рис. 356.

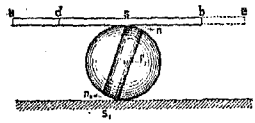


Рис. 357.

При раціональномъ устройствѣ, какъ описаннаго грохота Klönne, такъ и всѣхъ грохотовъ съ вращательнымъ движеніемъ главной задачей конструктора является его уравновѣшеніе.

Lamprecht по этому поводу приводитъ слѣдующія соображенія. Грохоченіе на вращающихся грохотахъ происходитъ такимъ образомъ, что лежащая на нихъ масса полезнаго ископаемаго лишь въ очень слабой степени можетъ отъ этого вращенія передвигаться внизъ по грохоту, что и достигается приданіемъ послѣднему небольшого уклона (4—5°). Скорость движенія грохота, кромѣ того, должна быть такова, чтобы лежащій на немъ матеріалъ не слѣдовалъ за движеніемъ рѣшета, такъ какъ въ противномъ случаѣ грохоченіе оказалось бы невозможнымъ.

Такимъ образомъ, во вращающихся грохотахъ происходящій процессъ прямо противоположенъ процессу, происходящему на грохотахъ неподвижныхъ, гдѣ подвергающійся грохоченію матеріалъ двигается въ зависимости отъ своей тяжести и угла тренія.

Работа, производимая въ этомъ послѣднемъ случаѣ полезнымъ ископаемымъ, вѣсъ котораго G, уголъ же тренія α, равняется, очевидно

$$P = Gt\,g\alpha.$$

Эту работу мы должны считать безусловно необходимой для осуществленія всякаго процесса грохоченія, а потому во вращающемся грохотѣ, гдѣ эта работа исполняется не вѣсомъ полезнаго ископаемаго, а машиною, работа послѣдней должна быть равна именно этой величинѣ.

Такъ какъ центробѣжная сила, развивающаяся при движеніи вращающагося грохота, равняется, очевидно, $M.\frac{v^2}{r}$, гдѣ M обозначаетъ массу, v—скорость на окружности грохота и r—средній діаметръ вращающагося грохота, то мы должны имѣть

$$P = Gtg\alpha = M\frac{v^2}{r}, \quad \text{откуда,}$$

замѣняя G черезъ g (ускореніе силы тяжести), опредѣляемъ

$$v = \sqrt{r.g.tg\alpha}.$$

Если взять для численнаго примѣра случай грохоченія бураго угля (наиболѣе легкаго ископаемаго, а слѣдовательно являющагося наиболѣе труднымъ для классификаціи), уголъ тренія котораго равенъ 37^0, то зная, что $tg\alpha = tg\,37^0 = 0{,}754$, и принимая согласно указаніямъ опыта средній діаметръ грохота равнымъ 0,1 м., имѣемъ

$$v = \sqrt{0{,}05.\ 9{,}81 \cdot 0{,}754} = 0{,}608, \text{ откуда}$$

число оборотовъ грохота въ минуту будетъ

$$t = \frac{0{,}608 \times 60}{3{,}1416 \times 0{,}1} = 116.$$

Цифра эта, вполнѣ точная теоретически, и на практикѣ оказывается вполнѣ пригодной, но въ виду того, что, какъ показалъ опытъ, находящейся на грохотѣ массѣ необходимо сообщать извѣстный толчокъ для облегченія ея движенія по слабому уклону грохота, найденное вышеуказаннымъ образомъ число оборотовъ приходится умножать на нѣкоторый практическій коэффиціентъ, который для бураго угля, а слѣдовательно и для другихъ углей равняется 1,25.

Кромѣ того для цѣлей практики выше найденную формулу

$$t = \frac{v}{2\pi r} = \sqrt{\frac{g.rtg\alpha}{2\pi r}}$$

или

$$t^2 = \frac{gr\,tg\alpha}{4\pi^2 r^2} = \frac{g\,tg\alpha}{4r\pi^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

обыкновенно упрощаютъ слѣдующимъ образомъ $g = 9{,}81$ принимаютъ равнымъ $\pi^2 = 9{,}87$, а $tg\alpha$ принимаютъ равнымъ 0,8; послѣ чего выраженіе (2) пріобрѣтаетъ слѣдующій видъ

$$t = \sqrt{\frac{0{,}8}{4r}} = \sqrt{\frac{0{,}2}{r}}.$$

Если принять во вниманіе, что на практикѣ r въ большинствѣ случаевъ равно 0,1 м., то въ среднемъ число оборотовъ въ секунду вращающагося грохота будетъ $= 1{,}25.\sqrt{\frac{0{,}2}{0{,}05}} = 2{,}5$ въ секунду или 150 въ минуту.

Такъ какъ центробѣжная сила, развивающаяся при вращеніи грохота, достигаетъ весьма значительной величины, что, конечно, не можетъ не отражаться вредно на конструкціи грохотовъ, то необходимо грохота снабжать надлежащими противовѣсами, какъ это изображено на рис. 348 (*Gg*).

Грохотъ системы Klönne съ поверхностью отдѣльныхъ рѣшетъ въ 2 кв. м. и вышиной кожуха въ 1,6 м. при постоянной нагрузкѣ въ 2 тонны угля можетъ весьма чисто расклассифицировать на пять классовъ около 100 тоннъ угля въ часъ, вѣсомъ около 2 тоннъ.

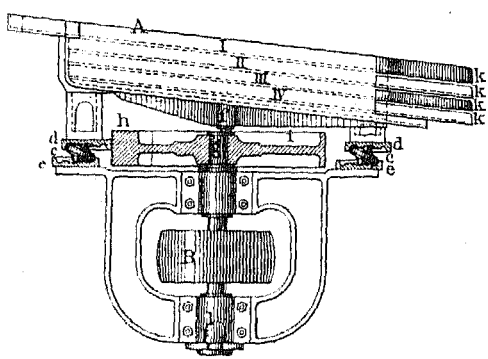


Рис. 358.

Грохотъ Кокса (Coxe), изображенный на рис. 358—361, по идеѣ своей весьма близко подходитъ къ описанному грохоту Klönne. Онъ состоитъ изъ ящика *A*, въ которомъ расположены другъ надъ другомъ сита. Ящикъ опирается въ 4 точкахъ поверхностями *dd* на двойные конуса *cc*, лежащіе въ свою очередь на основаніяхъ *ee*, и приводится въ вращательное движеніе кри-

вошипомъ f вертикальнаго вала g. При вращеніи ящика A движенію его слѣдуютъ, конечно, и двойные конуса cc, причемъ всѣ пункты ящика описываютъ окружности, діаметръ которыхъ равенъ длинѣ кривошипа.

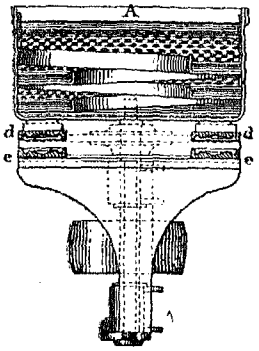


Рис. 359.

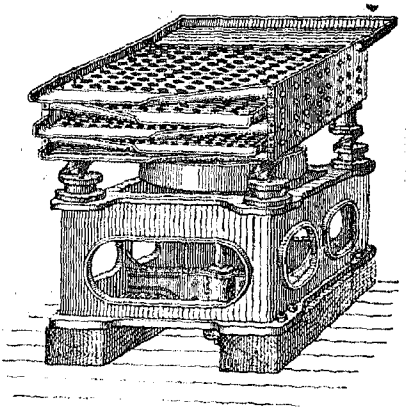


Рис. 360.

Вліяніе центробѣжной силы уничтожается противовѣсомъ h, а также сопротивленіемъ опорныхъ плоскостей ee.

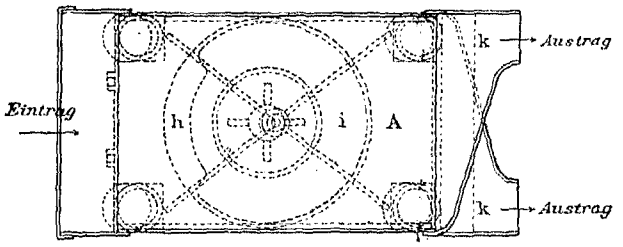


Рис. 361.

Форма двойныхъ конусовъ ближайшимъ образомъ зависитъ отъ числа оборотовъ грохота. Когда это число незначительно, для этихъ конусовъ выбираютъ форму, изображенную на рис. 363—364, при большомъ же числѣ оборотовъ—форму, изображенную на рис. 362—365.

Уклонъ ситъ, помѣщающихся въ ящикѣ A, зависитъ отъ числа оборотовъ грохота, а также отъ величины просѣиваe-

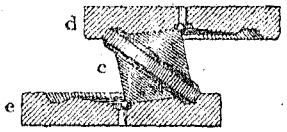


Рис. 362.

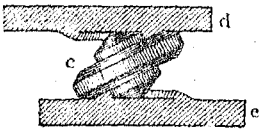


Рис. 363.

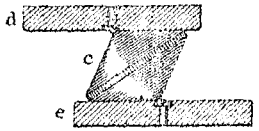


Рис. 364.

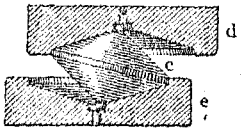


Рис. 365.

маго матеріала. При 110—120 оборотахъ грохота уклонъ рѣшетъ дѣлается слѣдующимъ:

для	классовъ	38—95 мм.	1 : 96
„	„	22 „	1 : 38,4
„	„	14,28 „	1 : 27,7
„	„	9,52 „	1 : 21
„	„	4,76 „	1 : 16
„	„	1,58 „	1 : 12
„	менѣе	1,58 „	1 : 8

Обыкновенные размѣры описаннаго грохота: 4 фут. шириною и 6 фут. длиною при общемъ уклонѣ рѣшетъ около 5°. При 4 просѣивающихъ рѣшетахъ глубина ящика, въ которомъ они помѣщаются, около 15 дюймовъ.

При классификаціи сухого матеріала число оборотовъ грохота дѣлается около 145, при употребленіи же воды даже нѣсколько болѣе. Радіусъ кривошипа дѣлается около 2 дюймовъ.

Производительность описаннаго грохота при классификаціи антрацита равняется: орѣшника $\left(\frac{5''}{8}\right)$ — 16.800 фунтовъ въ часъ, болѣе мелкаго орѣшника $(^3/_8'')$ — 12.000 ф., крупы $\left(\frac{3''}{16}\right)$ — 9.600 ф. и муки $\left.\frac{3''}{32}\right)$ — 600 ф. въ часъ.

Вгоја, говоря о примѣненіи грохотовъ Кокса, описываетъ устройство двойныхъ грохотовъ подобной системы, причемъ два

грохота, совершенно подобныхъ описанному, располагаются рядомъ и приводятся въ движеніе отъ общаго кривошипа, Шульцъ

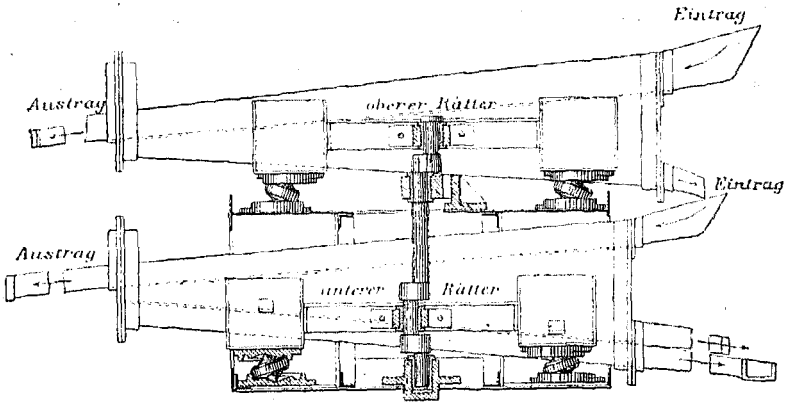


Рис. 366.

же приводитъ описаніе тоже двойного грохота этой системы, въ которомъ ящики съ рѣшетами помѣщены другъ надъ другомъ, какъ это изображено на рис. 366. Здѣсь колѣна приводнаго вала расположены другъ къ другу подъ угломъ въ 180^0.

По словамъ автора, подобное устройство оказалось на практикѣ весьма удачнымъ.

Очень большой извѣстностью, какъ хорошій приборъ для классификаціи угля, пользуется качающійся (маятниковый) грохотъ Карлика, изображенный на рис. 367—373.

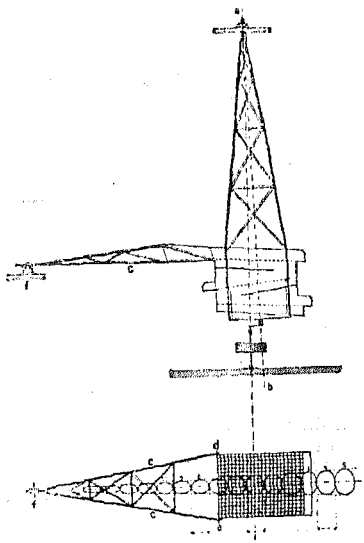


Рис. 367.

Приборъ (рис. 367) состоитъ изъ подвѣшенной въ точкѣ *a* пирамиды изъ углового желѣза, въ нижней части которой расположенъ рядъ рѣшетъ для просѣиванія угля. Все это устройство приводится во вращательно качающееся движеніе кривошипомъ, укрѣпленнымъ внизу грохота, отъ

приводнаго вала. Къ описанной пирамидѣ въ точкахъ e и d на шарнирахъ прикрѣплена направляющая CC, также склепанная изъ желѣза, другимъ концомъ своимъ лежащая на роликѣ f.

Направляющая эта препятствуетъ пирамидѣ притти во вращательное движеніе и придаетъ ей поступательно-вращательное

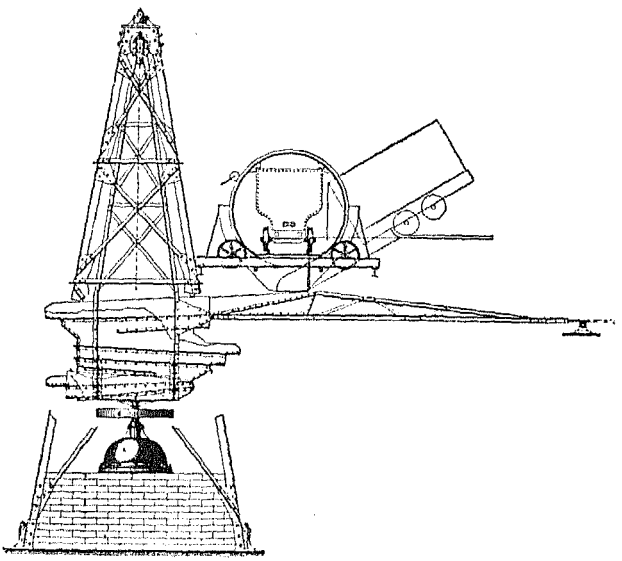


Рис. 368.

движеніе, вслѣдствіе чего каждая точка пирамиды, а слѣдовательно и рѣшетъ описываетъ, за исключеніемъ конечно расположенныхъ по идеальной средней ея оси, эллиптическія кривыя, величина и положеніе которыхъ зависитъ отъ положенія этихъ точекъ по отношенію къ оси вращенія.

Такъ какъ подобный приборъ отличается равномѣрнымъ распредѣленіемъ въ ней двигающихся массъ, то при движеніи отъ точки, расположенной внизу и центрально, величина моментовъ его не мѣняется, какъ это бываетъ въ другихъ вращающихся грохотахъ. Кромѣ того, при подобномъ устройствѣ не приходится преодолѣвать мертвыхъ точекъ. Благодаря этому работа аппарата происходитъ съ очень малой затратой силы и очень спокойно.

Конструктивное устройство аппарата изображено на рис. 368,

верхняя же часть его въ нѣсколько большемъ масштабѣ—на рис. 369.

Пирамида грохота склепана изъ полосъ углового желѣза, которыя соединяются вверху въ литой части *a*, въ которую входитъ также винтъ *b* съ обточенной въ видѣ полушарія гайкой. Эта послѣдняя лежитъ и вращается въ чашкообразномъ углубленіи подпятника, укрѣпленнаго въ потолочныхъ балкахъ зданія, въ которомъ установленъ грохотъ, или же на желѣзныхъ опорахъ, какъ это видно на рис. 369.

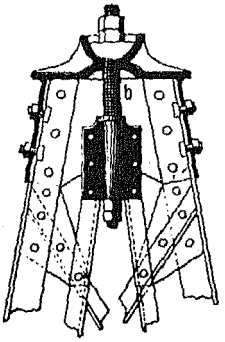


Рис. 369.

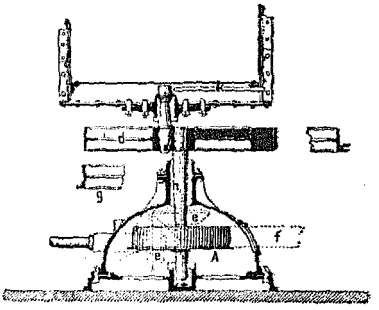


Рис. 370.

Расположеніе рѣшетъ въ грохотѣ видно на рис. 367 и 368, гдѣ кожухъ, которымъ окружаются эти рѣшета, частью удаленъ.

Детали приводнаго устройства грохота изображены на рис. 370—372.

Приводный валъ *h* (рис. 370) приводится въ движеніе или отъ ремневаго шкива, или же отъ пары коническихъ зубчатыхъ колесъ *e* (показаны пунктиромъ).

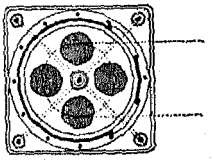


Рис. 371.

Все это устройство закрывается для предохраненія отъ пыли кожухомъ въ видѣ полушарія, въ которомъ дѣлаются отверстія для приводнаго ремня или же приводнаго вала (въ случаѣ зубчатыхъ колесъ).

Если по какимъ либо причинамъ подобное устройство неудобно, то валъ *h* можетъ быть приводимъ въ движеніе отъ шкива *d* ремнемъ или канатомъ. Въ послѣднемъ случаѣ у этого шкива дѣлаются закраины, какъ изображено въ деталя *g* на томъ же рисункѣ 370.

Для вращенія грохота служитъ цапфа i, входящая съ одной стороны во втулку шкива d, съ другой же—въ нижнюю раму грохота.

Смазка всего устройства производится черезъ трубку k.

Для уравновѣшенія движенія шкива (диска) d въ части его, противолежащей мѣсту прикрѣпленія, устраиваются приливы подобно тому, какъ это дѣлается въ колесахъ локомотива (рис. 372).

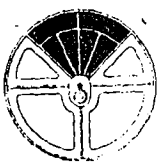


Рис. 372.

Расходъ силы на приведеніе въ движеніе описаннаго грохота при производительности въ 1,2 тонны въ минуту составляетъ всего $1\frac{1}{2}$ HP, считая въ томъ числѣ и потерю силы въ трансмиссіи. Засыпка угля въ грохотъ можетъ производиться однимъ изъ способовъ, показанныхъ на рис. 366, причемъ слѣдуетъ отмѣтить остроумное использованіе, для цѣлей засыпки направляющей. Высота пирамиды довольно значительна (около 6м.).

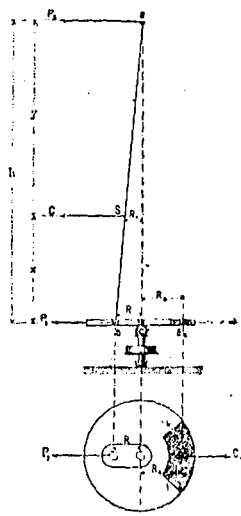


Рис. 373.

Что касается разсчета описаннаго грохота, то онъ представляется по Lamprecht'y въ слѣдующемъ видѣ:

Пусть на рис. 373 линія ab представляетъ идеальную среднюю линію грохота, S—его центръ тяжести, x и y—разстоянія этого центра тяжести отъ точки подвѣса и точки приложенія двигательной силы, $h = x + y$ — высота грохота, $bc = R$ — длина кривошипа и наконецъ R_1 — радіусъ окружности, описываемой центромъ тяжести. Центробѣжная сила, развивающаяся при вращеніи какого-нибудь тѣла, въ данномъ случаѣ грохота равняется, какъ извѣстно

$$C = 0{,}00112 \cdot n^2 r \cdot g,$$

гдѣ

n — число оборотовъ,

r — радіусъ окружности, описываемой центромъ тяжести (въ нашемъ случаѣ R_1), и

g — вѣсъ грохота.

Такъ какъ число оборотовъ грохота извѣстно: оно равняется 130—145, то намъ для вычисленія центробѣжной силы нужно только найти величину окружности, описываемой центромъ тяжести, и вѣсъ грохота.

Для опредѣленія R_1 пользуются чисто-опытнымъ путемъ, помѣщая грохотъ въ горизонтальномъ положеніи на какую-нибудь точку опоры.

Найдя такимъ образомъ и отмѣтивъ центръ тяжести, измѣряютъ разстоянія x и y ($x + y = h$), послѣ чего изъ выраженія

$$R : R_1 = h : y$$

находятъ

$$R_1 = \frac{Ry}{h}.$$

Вѣсъ грохота опредѣляютъ также опытнымъ путемъ, послѣ чего опредѣленіе величины центробѣжной силы C изъ приведенной формулы уже не представляетъ затрудненій.

Дѣйствіе этой центробѣжной силы проявляется въ теченіе всего оборота грохота въ точкѣ подвѣса a въ видѣ горизонтальнаго давленія P_2, въ точкѣ же приложенія силы b—въ видѣ силы P_1. Обѣ эти силы могутъ быть опредѣлены изъ выраженій

$$C : P_2 = h : x, \text{ откуда } P_2 = \frac{Cx}{h}$$

и

$$C : P_1 = h : y, \text{ откуда } P_1 = \frac{Cy}{h}.$$

При нормальной конструкціи грохота сила P_1 оказывается въ $2^1/_2 — 3$ раза болѣе силы P_2, но дѣйствіе ея можетъ быть совершенно уничтожено устройствомъ упомянутаго выше противовѣса въ шкивѣ d (рис. 372).

Для этого противовѣсъ этотъ долженъ развить центробѣжную силу $C_0 = P_1$.

Такъ какъ P_1 извѣстно точно такъ же какъ радіусъ R_0 точки приложенія противовѣса и число оборотовъ шкива, то вѣсъ противовѣса

$$q = \frac{C_0}{0{,}0012\, n^2 R_0} \text{ килограммовъ.}$$

Барабанные грохота.

Все, что было сказано по поводу примѣненія барабановъ для цѣлей классификаціи рудъ, относится и къ случаю примѣненія ихъ для классификаціи угля.

Какъ примѣръ одной изъ конструкцій барабанныхъ грохотовъ, опишемъ барабанъ Neuerburg'a, изображенный на рис. 374.

Neuerburg насаживаетъ на одной оси нѣсколько барабановъ, т. е. пользуется идеей, изображенной на рис. 73 (стр. 127).

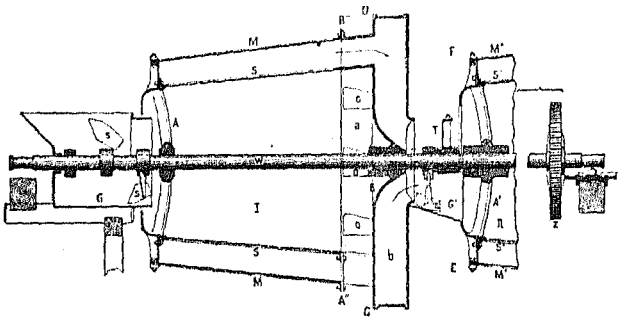


Рис. 374.

Существенной частью каждаго барабана являются чугунныя розетки *A* и *B*, къ которымъ прикрѣпляются сито барабана *j* и желѣзный кожухъ *M*.

Классифицируемый матеріалъ поступаетъ въ резервуаръ *G*, откуда скребками *s* подается въ первый барабанъ (I).

Не прошедшій черезъ сѣтку барабана матеріалъ удаляется черезъ отверстія *o* въ розеткѣ *B* изъ аппарата, прошедшая же черезъ сѣтку часть матеріала собирается въ часть *b*, изъ которой подается въ резервуаръ G_1 и т. д.

Примѣняемые Neuerburg'омъ размѣры сѣтокъ слѣдующіе:

I барабана	діаметръ	отверстій	47—49	мм.	при	толщинѣ	листа	въ	4 мм.
II	»	»	30—31	»	»	»	»	»	4 »
III	»	»	14—15	»	»	»	»	»	3 »

Само собой разумѣется, однако, что руководящимъ началомъ въ этомъ отношеніи долженъ явиться опредѣленный коэффиціентъ классификаціонной шкалы (см. стр. 112—113).

Производительность описаннаго аппарата около 500 t въ 12 часовъ.

Весьма интереснымъ приборомъ для классификаціи угля, могущимъ служить и для классификаціи рудъ, является спиральный барабанъ Шмитта-Мандербаха (рис. 375—381).

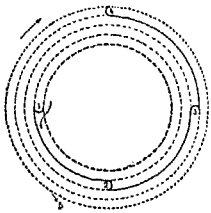


Рис. 375.

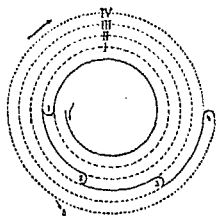


Рис. 376.

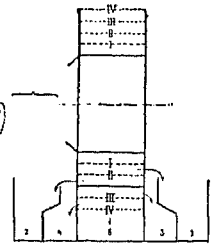


Рис. 377.

Онъ состоитъ изъ спирали, образованной полосами сѣтокъ, перемежающимися съ полосами изъ листового желѣза (рис. 375)

Величина отверстій сѣтокъ уменьшается отъ середины къ окружности.

Матеріалъ, поступившій въ центръ барабана, проходитъ черезъ сѣтку I (рис. 376—377), и часть его, не проходящая черезъ сѣтку II, т. е. опредѣленный классъ собирается въ пространствѣ между перегородкой 1 и 2, гдѣ сѣтка, черезъ отверстія которой онъ проходитъ, замѣнена сплошнымъ желѣзнымъ листомъ, и при движеніи барабана уходитъ черезъ боковое отверстіе (рис. 377 и 381). То же самое происходитъ на пространствѣ между 2 и 3, а также 3 и 4.

Такимъ образомъ, описанный барабанъ даетъ 5 классовъ, если считать и тѣ крупные куски подаваемаго въ него матеріала, которые не пройдутъ даже черезъ первую наиболѣе крупную сѣтку.

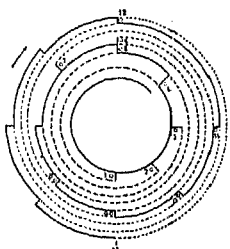


Рис. 378.

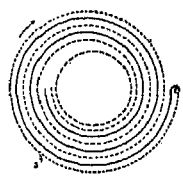


Рис. 379.

На рис. 378 изображенъ барабанъ описываемой системы, дающій 13 классовъ, на рис. 379—дающій 4 класса, на рисункахъ же 380—381—барабанъ съ 4 размѣрами ситъ, рабочія поверхности которыхъ послѣдовательно равны: 4, 5, 6, 1, 7, 5 и 9,5 кв. м.

Діаметръ внутренняго сита равенъ 1,2 м., наружнаго же— 2,18 м., при ширинѣ барабана въ 1,5 м.

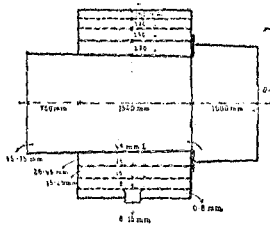


Рис. 380.

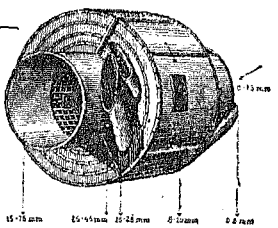


Рис. 381.

Подобный барабанъ при 8 оборотахъ въ минуту классифицируетъ 8—9 тоннъ угля въ часъ, въ то время какъ обыкновенный барабанъ приблизительно тѣхъ же размѣровъ при 11 оборотахъ въ минуту даетъ въ часъ всего 4,5 тоннъ угля.

Какъ на достоинство описанной системы можно указать на малый расходъ силы, такъ какъ при производительности отъ 8 до 12 тоннъ угля въ часъ потребно всего около 2—$2^1/_2$ *HP*.

Уголь при классификаціи измельчается очень слабо. Число классовъ, обыкновенно получаемое изъ подобныхъ барабановъ,— 5 — 6.

Минимальная величина отверстій ситъ около 5 мм.

Вѣсъ барабана среднихъ размѣровъ около 2.200 кгр., стоимость же его по Lamprecht'y—около 2.000 гульденовъ.

Раздѣленіе классовъ угля (отсадка).

Послѣ всего того, что было сказано выше на стр. 72—112 по поводу отсадки рудъ, спеціальное описаніе отсадки каменнаго угля совершенно излишне, такъ какъ никакихъ различій по существу между обоими случаями отсадки нѣтъ.

Какъ примѣръ отсадочнаго прибора для крупныхъ (не менѣе 8 мм.) классовъ угля можно привести отсадочное рѣшето Scoda, изображенное на рис. 382—383.

Устройство его понятно изъ чертежа. Собирающійся на ситѣ сланецъ, поскольку онъ не провалится черезъ сито, удаляется черезъ отверстіе, закрываемое заслонкой *A*, въ то время какъ

уголь, удаляющійся съ рѣшета, уходитъ черезъ особыя щели въ боковые отводные желоба *CC*.

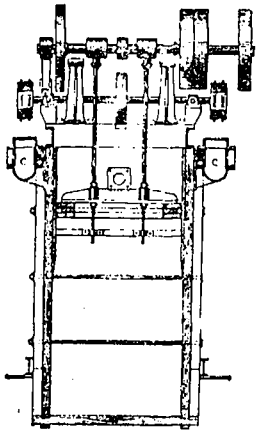


Рис. 382.

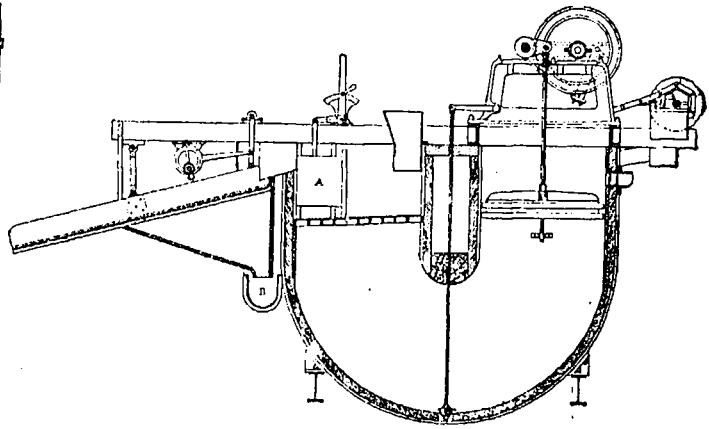


Рис. 383.

Одно изъ отсадочныхъ рѣшетъ для мелкихъ классовъ изображено на рис. 384 и 385.

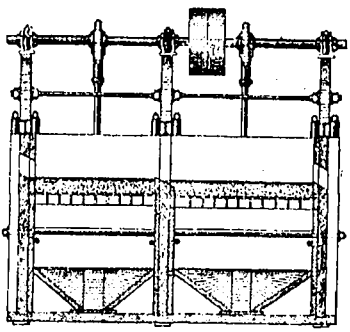


Рис. 384.

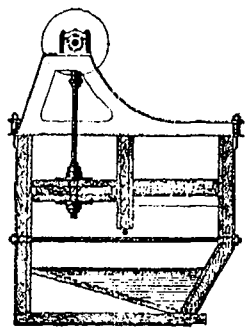


Рис. 385.

Слѣдуетъ замѣтить, что здѣсь, какъ и вообще при отсадкѣ мелкихъ классовъ угля, матеріаломъ для постели служитъ полевой шпатъ.

Послѣ всего сказаннаго въ своемъ мѣстѣ относительно отсадки рудъ подробное описаніе отсадочныхъ рѣшетъ для угля представляется излишнимъ.

Полезной можетъ оказаться слѣдующая таблица соотношеній

между величинами хода поршней, числомъ ударовъ ихъ и крупностью класса, по Humboldt'y.

Діаметръ зеренъ мм.	Величина хода поршня мм.	Число ударовъ поршня въ минуту.
100—70	160	50
70—45	100	55
45—30	80	65
30—20	70	70
20—12	50	80
12—8	30	120
8—3	6	240

Точно также небезынтересно привести слѣдующую таблицу отсадочныхъ рѣшетъ, конструируемыхъ формахъ Humboldt.

Число ситъ въ приборѣ.	Расходъ воды въ 1 мин. литры.	Величина ситъ. Длина мм.	Величина ситъ. Ширина мм.	Производит. въ часъ кгр.	Расходъ силы НР.	Вѣсъ съ деревянн. корыт. кгр.	Вѣсъ съ металл. корыт. кгр.
1		1560	800	6000	0,75—1	6000	3000
1		1540	1010	7500		6500	3300
1		1560	1250	9200		7000	3600
1	500	1560	1400	10500	1—1,5	7500	3800
1	—	1560	1600	12000		8300	4200
1	600	1560	1800	13000		9100	—
1		1560	2000	15000		10000	—
2		1750	800	12000		—	4000
2		1750	1000	1500		—	4600
2	300	1100	640	4000	0,75	3500	1450
2	300	1100	800	5000		3600	—
4	500	1100	640	8000	1,25	9000	—
4	500	1100	800	10000		9100	—

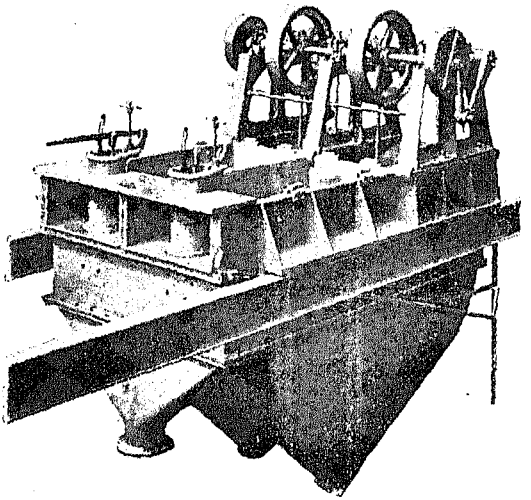


Рис. 386.

Не вдаваясь въ дальнѣйшія детали устройства отсадочныхъ приборовъ, отмѣтимъ здѣсь все болѣе и болѣе распространяющуюся за послѣднее время установку отсадочныхъ рѣшетъ посредствомъ ихъ подвѣшиванія къ стропильнымъ балкамъ зданія обогатительныхъ фабрикъ.

Примѣромъ подобной конструкціи можетъ служить рис. 386.

Говоря объ отсадочныхъ приборахъ, нельзя не упомянуть, ради историческаго его значенія, отсадочнаго устройства Эвра-

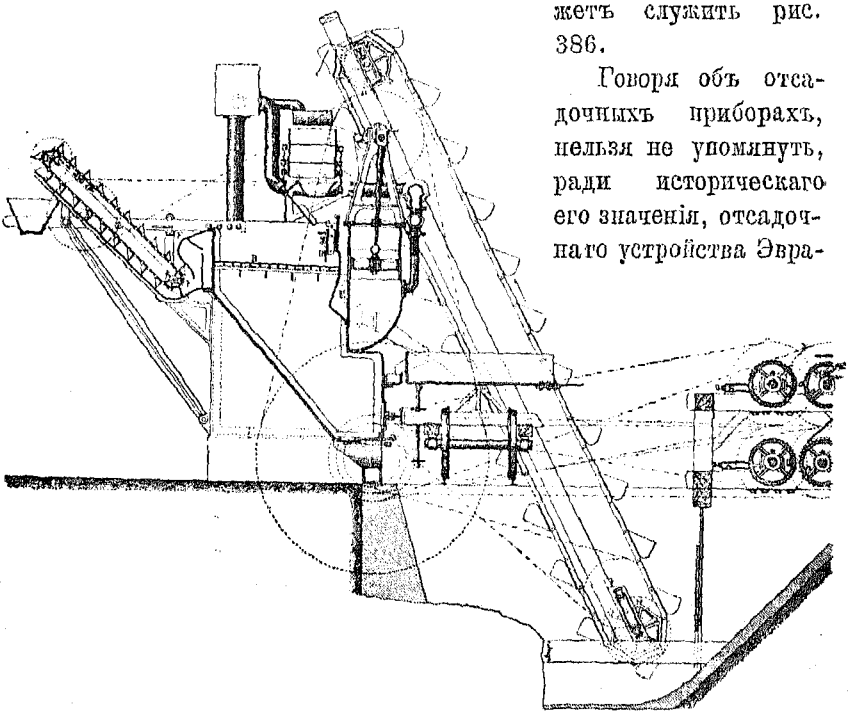


Рис. 387.

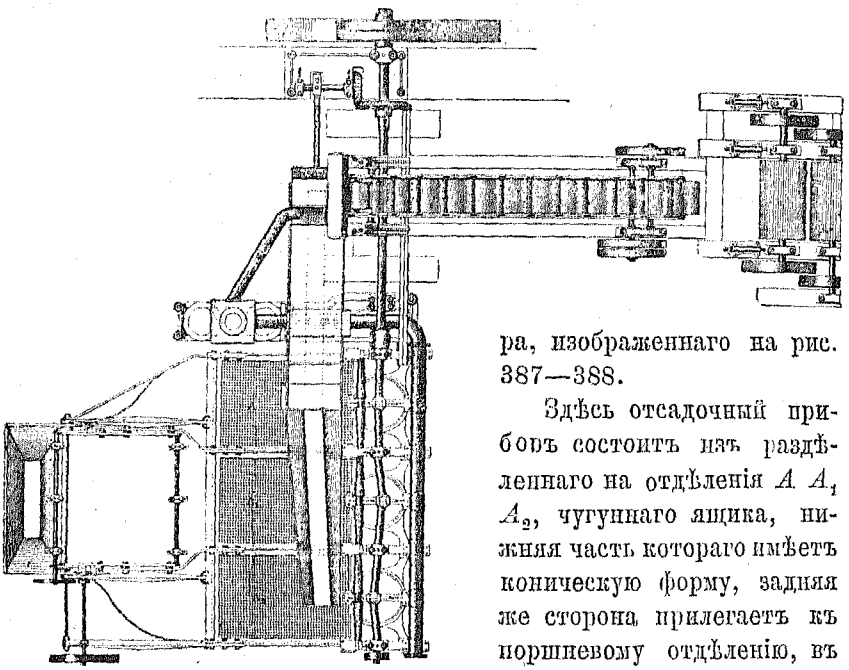


Рис. 388.

ра, изображеннаго на рис. 387—388.

Здѣсь отсадочный приборъ состоитъ изъ раздѣленнаго на отдѣленія A A_1 A_2, чугуннаго ящика, нижняя часть котораго имѣетъ коническую форму, задняя же сторона прилегаетъ къ поршневому отдѣленію, въ которомъ ходятъ три круглыхъ поршня.

Сита BB_1 изъ продырявленныхъ мѣдныхъ листовъ слегка наклонены подъ угломъ около 3^0 къ поршневому отдѣленію, причемъ надъ нижележащей частью ихъ расположена чугунная перекладина C (рис. 387), въ которой укрѣплена заслонка D, регулирующая поступленіе сланца въ ловушку E. Отмытый уголь переходитъ черезъ пороги въ верхней части рѣшетъ и поступаетъ въ резервуаръ F, откуда и поднимается постоянно норіей.

Производительность описаннаго прибора около 17 t въ часъ при величинѣ хода поршней въ 0,10 м. и діаметрѣ ихъ—0,6 м. и величинѣ площади ситъ—въ 1,6 м.

Весьма оригинальнымъ устройствомъ для отдѣленія сланца отъ угля, отличающагося отъ обыкновеннаго типа отсадочныхъ рѣшетъ, является кольцеобразное отсадочное рѣшето Эврара, предложенное имъ еще въ пятидесятыхъ годахъ прошлаго столѣтія и изображенное на рис. 389—391.

Приборъ состоитъ изъ кольцеобразнаго сита A, лежащаго на

роликахъ надъ воронкообразнымъ углубленіемъ кирпичной кладки *B*. Посредствомъ зубчатой передачи это сито приводится въ мед-

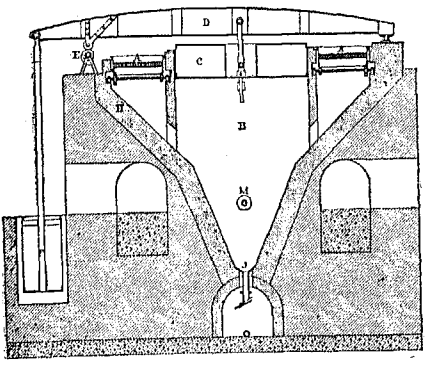


Рис. 389.

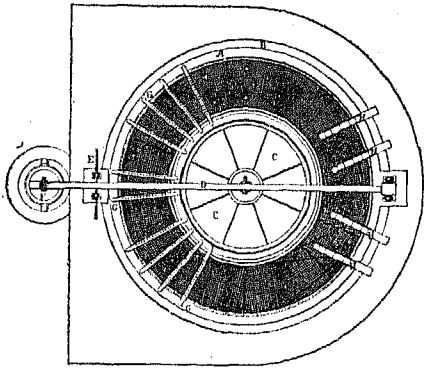


Рис. 390.

ленное вращательное движеніе, причемъ расположеніе его на упомянутыхъ роликахъ таково, что одна сторона его на 30 см. ниже другого противоположнаго его края.

Поршень *C* движется во внутренней цилиндрической части воронки, получая свое движеніе отъ рычага (балансира) *D*, перекрывающаго весь приборъ и поднимаемаго кулачнымъ валомъ *E*. Къ другому концу этого рычага прикрѣплено имяло *F*, которое замедляетъ движеніе поршня внизъ, чѣмъ достигается, по мнѣнію Эврара, лучшее отдѣленіе сланца отъ угля.

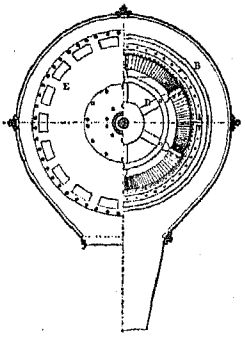


Рис. 391.

Работа описаннаго прибора происходитъ слѣдующимъ образомъ. Допустимъ, что вся кирпичная воронка наполнена водою, причемъ верхній край сита выдается изъ воды на 10 см., нижній же, слѣдовательно, находится на 20 см. ниже уровня воды. На выступающую изъ воды часть сита помѣщается подлежащій раздѣленію уголь, причемъ, конечно, никакой классификаціи его не требуется. Медленно вращаясь, сито погружаетъ находящійся на немъ уголь въ воду, причемъ бруски *GG* разравниваютъ его на поверхности сита. По мѣрѣ погруженія угля въ воду на угольную массу все сильнѣе и сильнѣе начинаютъ дѣйствовать удары

поршня, подъ вліяніемъ которыхъ уголь устремляется вверхъ по ситу, сланецъ же—внизъ. Въ концѣ концовъ раздѣленный такимъ образомъ матеріалъ подходитъ подъ бруски *НН*, которыми и раздѣляется на 4 части различной чистоты, которыя затѣмъ и удаляются съ сита.

Надо замѣтить, что описанный приборъ Эврара по существу своему очень напоминаетъ способъ обогащенія угля, примѣняемый китайцами и состоящій въ слѣдующемъ.

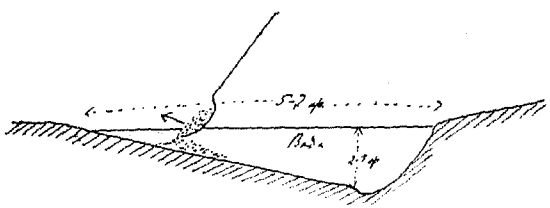


Рис. 392.

Рядомъ съ кучей угля, подлежащаго промывкѣ, устраивается яма, наполняемая водою, часть дна которой представляетъ наклонную плоскость, какъ видно на рис. 392.

Рабочій забираетъ лопатой уголь и, перемѣщая лопату изъ глубокой части ямы въ мелкую (по направленію стрѣлки на рисункѣ), заставляетъ массу угля падать въ водѣ, причемъ тяжелый сланецъ, конечно, собирается въ болѣе глубокой части ямы, легкій же уголь—въ верхнихъ частяхъ упомянутой наклонной плоскости.

Въ большинствѣ случаевъ отсадкой на ситахъ для мелкихъ классовъ (Feinkornsetzmaschinen) оканчивается собственно обогащеніе каменнаго угля.

Сортировка и затѣмъ раздѣленіе угля на гердахъ при механической обработкѣ твердаго минеральнаго горючаго не примѣняются, и шламмы, уходящіе съ отсадочныхъ рѣшетъ, такъ называемыя дикія воды (wilde Flut) поступаютъ въ освѣтлительные бассейны, гдѣ изъ воды и осаждается угольная мелочь, идущая въ топки котловъ, на коксованіе, или какія-либо другія потребности, но не поступающая на рынокъ.

Само собой разумѣется, что подобная постановка дѣла теоретически представляется не особенно раціональной, но съ точки

зрѣнія практики, въ виду малой стоимости угля, ее слѣдуетъ признать все-таки болѣе или менѣе допустимой.

Въ виду того, однако, что по теоретическимъ соображеніямъ все-таки весьма желательно подвергать обработкѣ и угольную мелочь, неоднократно дѣлались и дѣлаются въ настоящее время попытки изобрѣсти приборы, которые позволяли бы экономически выгодно обрабатывать названную часть обогащаемаго угля. Одной изъ самыхъ первыхъ и удачныхъ попытокъ въ этомъ направленіи было предложенное Эвраромъ устройство „промывного классификатора“, изображеннаго на рис. 393. Приборъ этотъ состоитъ изъ цилиндрическаго сосуда A въ 3 м. глубиною, дно котораго образовано рамою B, закрытою продырявленнымъ желѣзомъ и соединенною съ поршневымъ штокомъ цилиндра C. Въ этотъ послѣдній впускается по мѣрѣ надобности паръ (или вода подъ давленіемъ), который поднимаетъ находящійся въ немъ поршень со штокомъ, а слѣдовательно и раму B. Въ нижней части своей сосудъ A расширяется, переходя въ сосудъ A_1, около 4 м. длины, который погруженъ въ наполненный водою резервуаръ D, закрытый сверху, какъ и снизу, и въ который по трубкѣ E проводится паръ.

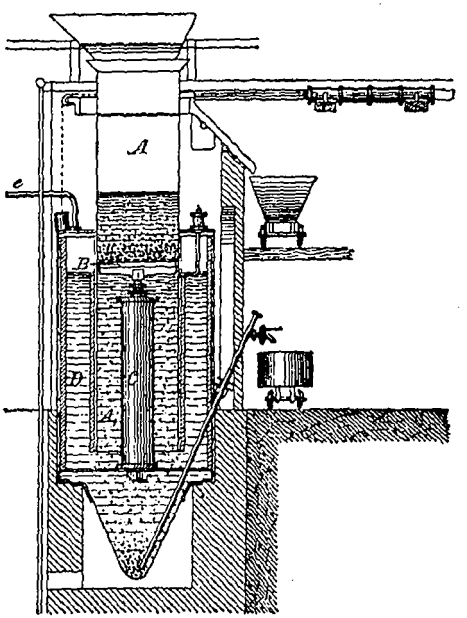


Рис. 393.

Паръ впускается въ резервуаръ толчками, вслѣдствіе чего находящаяся въ резервуарѣ вода толчками же дѣйствуетъ на лежащій на ситѣ B уголь.

Сначала толчки дѣлаются болѣе сильными, но затѣмъ силу ихъ постепенно уменьшаютъ, а затѣмъ и вовсе прекращаютъ на 1—2 минуты, чтобы дать осѣсть мельчайшимъ частицамъ

угля. Когда это случится, впуская паръ (или воду) въ цилиндръ *C*, поднимаютъ сито *B* въ сосудѣ *A* до верхняго его края, гдѣ съ него послѣдовательно снимаютъ расположившіеся слоями (см. стр. 138) продукты.

Вся операція длится около 5 минутъ.

По словамъ Bilharz'a, подобный аппаратъ съ сѣченіемъ сита около 6 кв. м., работая вполнѣ удовлетворительно, даетъ въ часъ 20—30 тоннъ угля.

Затѣмъ какъ приборы для обработки угольной мелочи можно упомянуть описанные выше (стр. 184) шпицлутты и шпицкастены и наконецъ отсадочныя рѣшета Бильгарца (стр. 201).

Весьма часто при обогащеніи каменнаго угля приходится слышать о такъ называемыхъ штроманпаратахъ самаго разнообразнаго устройства. По существу своему это—или шпицкастены, или шпицлутты, служащіе или для окончательнаго раздѣленія угольной мелочи, или же освобождающіе поступающіе на мелкія отсадочныя рѣшета классы отъ мелкихъ ихъ составныхъ частей.

Подобно тому, какъ отсадка при обогащеніи рудъ являлась не единственнымъ, хотя и наиболѣе распространеннымъ способомъ „раздѣленія“, и для раздѣленія каменнаго угля былъ предложенъ рядъ способовъ, болѣе или менѣе отличающихся отъ описанныхъ. Изъ нихъ опишемъ два.

1) Аппаратъ Соттіо (Sauttiaux), въ которомъ раздѣленіе угля происходитъ на основаніи различія твердости, а слѣдовательно и способности дробиться сланца и угля.

Приборъ (рис. 394) состоитъ изъ желѣзнаго кожуха, въ нижней конической части котораго собирается измельченный уголь, и внутренняго барабана *A*.

Обѣ эти части неподвижны, но въ барабанѣ вращается дробилка *D*, со стальными лопастями.

Независимо отъ движенія лопастей вращается примыкающій къ неподвижному барабану барабанъ *E*.

Подлежащая обогащенію угольная масса поступаетъ черезъ засыпную воронку въ неподвижный барабанъ *A*, гдѣ дробится лопастями *D*. Измельчающійся при этомъ уголь проходитъ черезъ отверстія сѣтки *A*, менѣе же измельчаемый сланецъ проходитъ черезъ барабанъ *E* и выходитъ изъ него у *T*.

Аппаратъ работаетъ безъ участія воды и при расходѣ въ 15 *PH* можетъ переработать въ 10 часовъ около 350—500 *t* угля, поступающаго въ него въ кускахъ въ 8—10 м.

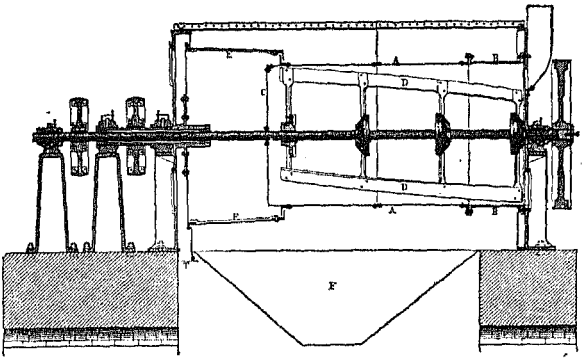


Рис. 394.

Какъ на недостатокъ аппарата слѣдуетъ указать на то, что онъ дробитъ весь поступающій въ него уголь, вслѣдствіе чего

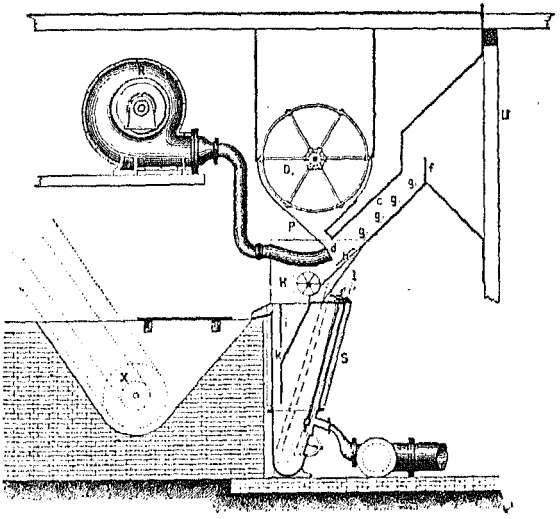


Рис. 395.

при примѣненіи его нельзя получать крупныхъ классовъ угля, напримѣръ, орѣшника, который между тѣмъ имѣетъ значительную цѣну на рынкѣ.

Какъ на положительную сторону дѣйствія аппарата можно указать на то, что въ немъ почти не приходится считаться со способностью сланца дробиться въ плоскіе куски, что обыкновенно представляетъ значительныя затрудненія.

2) Воздушный сепараторъ Hochstrate, изображенный на рис. 395—397.

Поступающій изъ барабана D (рис. 395) „классъ“ угля подхватывается струей воздуха изъ вентилятора R и направляется по возстающему (подъ угломъ около 60°) каналу C, причемъ мелкія и чистыя угольныя частицы его, какъ болѣе легкія, уно-

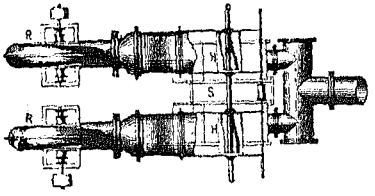


Рис. 396.

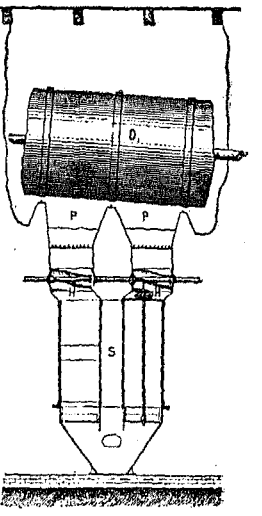


Рис. 397.

сятся въ камеры U, а болѣе же крупныя и тяжелыя частицы какъ сланца, такъ и угля осѣдаютъ въ каналѣ C и падаютъ затѣмъ въ штроманпаратъ S.

Перегородки ggg, а также перегородка f, служатъ для того, чтобы ослабить дѣйствіе струи воздуха на осѣвшія уже частицы и дать имъ возможность спокойно двигаться или по каналу C, внизъ, или же осѣдать въ камерѣ U.

Силу струи воздуха, конечно, можно регулировать, но слѣдуетъ замѣтить, что при данномъ устройствѣ для каждаго класса долженъ быть поставленъ особый вентиляторъ.

Устройство, предложенное Hochstrate, имѣетъ свои значительныя преимущества, такъ какъ при немъ угольная пыль улавливается въ сухомъ состояніи (въ камерахъ U) и можетъ итти въ употребленіе безъ всякаго обезвоживанія, какъ это необходимо при мокромъ обогащеніи.

Съ другой стороны, при устройствѣ Hochstrate классы, поступающіе въ штроманпаратъ, являются освобожденными отъ мель-

чайшихъ частицъ угля, которыя, очевидно, существенно могутъ вліять на процессъ раздѣленія.

Обогащеніе золотыхъ рудъ.

Обогащеніе рудъ золота основано совершенно на тѣхъ же принципахъ, какъ и обогащеніе полезныхъ ископаемыхъ вообще. Особенностью, которая позволяетъ выдѣлить эту область механической обработки рудъ въ особую категорію, является прежде всего то обстоятельство, что содержаніе золота въ рудахъ настолько мало, что даже измѣряется не процентами отъ общей массы руды, а золотниками и долями въ 100 пудахъ или же граммами и миллиграммами на тонну. Обстоятельство это, конечно, не можетъ не отражаться на конструкціи обогатительныхъ приборовъ, которымъ приходится выдѣлять изъ поступающей на нихъ массы руды самую ничтожную по вѣсу часть ея, въ то время какъ удаляемая съ нихъ въ отвалъ пустая порода по вѣсу практически совершенно равна вѣсу поступающей на нихъ массы.

Другой отличительной чертой обогащенія золотыхъ (и платиновыхъ) рудъ является та единственная въ практикѣ механической обработки разница въ удѣльныхъ вѣсахъ, которая наблюдается между золотомъ (и платиной) и заключающей его пустою породой.

Огромная величина этой разницы отразилась на развитіи обработки золотыхъ рудъ тѣмъ, что до послѣдняго времени приборы, примѣняемые для „раздѣленія“ золотыхъ рудъ, почти совершенно не считались съ тѣми теоретическими требованіями, исполненіе которыхъ уже признано обязательнымъ при обогащеніи всѣхъ другихъ рудъ.

Не мало найдется спеціалистовъ и въ настоящее время, которые будутъ утверждать, что теорія Риттингера и др. совершенно излишня по отношенію къ золоту.

Изъ всего нижеслѣдующаго описанія будетъ видно, что не теорія Риттингера непримѣнима къ золоту, а та форма приборовъ, которые выработаны на основаніи этой теоріи для другихъ рудъ.

Врядъ ли нужно говорить о томъ, что многіе изъ описанныхъ выше приборовъ для раздѣленія рудъ дѣйствительно совершенно неприменимы для обогащенія золотыхъ рудъ, но не подлежитъ сомнѣнію, что законы паденія тѣлъ въ водѣ и т. п. должны точно такъ же соблюдаться при обогащеніи золота, какъ и при механической обработкѣ всякихъ другихъ полезныхъ ископаемыхъ.

Покойный проф. С. Г. Войславъ, а также нѣкоторые спеціалисты въ Западной Европѣ неоднократно высказывали мысль, что обогащеніе золота въ настоящее время поставлено невѣрно въ самомъ основаніи своемъ, и что здѣсь нужна коренная реформа въ строгомъ согласіи съ выясненной уже теоріей обогащенія.

Третьимъ и немаловажнымъ обстоятельствомъ, придающимъ обогащенію золота довольно самостоятельныя черты, являются химическія и физическія свойства золота, встрѣчающагося, главнымъ образомъ, въ самородномъ состояніи въ частицахъ, могущихъ плющиться въ мельчайшіе лепестки, не тонущіе въ водѣ и, кромѣ того, образующаго съ жидкостью большого удѣльнаго вѣса (ртутью) своеобразное химическое соединеніе—амальгаму.

Хотя этотъ послѣдній процессъ и не относится, строго говоря, къ процессамъ механической обработки рудъ, но на практикѣ онъ настолько тѣсно связанъ съ послѣдними, что приходится описывать его вмѣстѣ съ ними.

Золото, какъ извѣстно, встрѣчается въ природѣ въ мѣсторожденіяхъ двухъ категорій: коренныхъ и розсыпныхъ.

Руды этихъ двухъ категорій мѣсторожденій рѣзко отличаются другъ отъ друга.

Золотая руда коренныхъ мѣсторожденій, или, какъ часто говорятъ, рудное золото представляетъ собой въ добытомъ изъ земли видѣ массу, состоящую, какъ вообще всякая руда, изъ самой разнообразной величины кусковъ, обладающихъ значительною твердостью.

Руды этой категоріи для цѣлей механической обработки должны прежде всего (если, конечно, не говорить о рудоразборкѣ) быть измельчены подобно тому, какъ это приходится дѣлать со всякой обогащаемой рудой. Единственная отличительная черта дробленія золотыхъ рудъ отъ дробленія другихъ рудъ — это то, что для золота постепенное дробленіе руды по частямъ совершенно излишне, такъ какъ включенія золота въ рудѣ никогда

не достигаютъ той величины, какъ это бываетъ въ рудахъ другихъ металловъ.

Руды разсыпныхъ мѣсторожденій золота являются, наоборотъ, всегда мягкими и представляютъ собой болѣе или менѣе рыхлую массу. Весьма часто поэтому руды этой категоріи, такъ называемые пески, не подвергаясь никакой обработкѣ, поступаютъ прямо на промывныя устройства, но бываютъ случаи, когда они заключаютъ въ себѣ или состоятъ изъ болѣе или менѣе прочныхъ комковъ и кусковъ глинистой породы, представляя собой такую массу, которую непосредственной промывкѣ подвергнуть невозможно (мясниковатые пески), такъ какъ вода не въ состояніи образовать съ ними мути (шламма).

Въ этихъ случаяхъ пески необходимо передъ промывкой подвергать растиранію, которое при притокѣ воды и образуетъ изъ мелкихъ частей песковъ шламмы, въ то время какъ заключенные въ пескахъ куски твердыхъ породъ (галька, галя), обмытые водою отъ обволакивавшей ихъ глины, удаляются въ отвалъ.

Согласно сказанному, механическая обработка золотыхъ рудъ производится по двумъ схемамъ:

1) Обогащеніе рудъ коренныхъ мѣсторожденій, состоящее изъ:
   a) рудоразборки,
   b) измельченія и
   c) собственно раздѣленія полученныхъ шламмовъ (мути).

Измельченіе весьма часто сопровождается упомянутой выше амальгамаціей, которая производится или одновременно съ измельченіемъ, или же слѣдуетъ непосредственно за нимъ.

2) Обогащеніе рудъ разсыпныхъ мѣсторожденій въ наиболѣе полномъ своемъ видѣ состоитъ изъ:

1) растиранія (протирки) и

2) раздѣленія, причемъ слѣдуетъ замѣтить, что весьма часты случаи, когда первая операція почти совпадаетъ со второй или же почти совершенно отсутствуетъ, что-же касается процессовъ раздѣленія, то они, какъ мы увидимъ ниже, ничѣмъ существеннымъ не отличаются въ случаяхъ обработки рудного золота отъ случаевъ обработки разсыпного золота.

1. Обработка руднаго золота.

По доставкѣ золотыхъ рудъ изъ рудника на поверхность онѣ прежде всего подвергаются процессамъ рудоразборки, о которой подробно было сказано на стр. 12—18, а потому здѣсь добавлять къ сказанному представляется излишнимъ.

По отношенію къ дробленію нужно замѣтить, что оно и въ данномъ случаѣ, какъ вообще при рудахъ, раздѣляется на крупное и мелкое. Къ описаннымъ выше приборамъ для крупнаго дробленія послѣ всего вышеизложеннаго на стр. 19—72 добавлять что-либо представляется излишнимъ, что же касается приборовъ для мелкаго дробленія, то, являясь весьма часто совершенно подобными тѣмъ, которые были описаны для мелкаго дробленія обыкновенныхъ рудъ, они въ другихъ случаяхъ отличаются тѣмъ, что одновременно съ дробленіемъ въ нихъ происходитъ и амальгамація золота.

Изъ различныхъ приборовъ, примѣняемыхъ для дробленія золотыхъ рудъ, наибольшимъ распространеніемъ пользуются толчеи, а въ Россіи — такъ называемые бѣгуны. Затѣмъ слѣдуютъ шаровыя и другихъ системъ мельницы.

Что касается толчей, то описаніе ихъ помѣщено было выше, на стр. 50—72, а потому касаться ихъ здѣсь не будемъ. Толчеи для измельченія золотыхъ рудъ имѣютъ широкое распространеніе во всѣхъ главныхъ золотодобывающихъ пунктахъ міра, но въ Россіи практика склонилась на сторону бѣгуновъ, которые съ теоретической стороны требуютъ задолженія меньшаго числа лошадиныхъ силъ для измельченія одного и того же количества рудъ, чѣмъ песты.

Кромѣ того, какъ на преимущества бѣгуновъ передъ толчеями, можно указать:

1) На отсутствіе въ бѣгунахъ мертвыхъ пространствъ, т. е. такихъ мѣстъ, гдѣ руда не можетъ измельчаться.

2) На большую сложность конструкціи толчей по сравненію съ бѣгунами, что вызываетъ бо́льшій расходъ на ремонтъ, а также требуетъ большаго ухода во время работы.

Наконецъ, можно думать, что амальгамація въ бѣгунахъ, въ чашу которыхъ наливаютъ ртуть, происходитъ совершеннѣе, чѣмъ въ толчеяхъ. Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что мнѣніе ряда спеціалистовъ объ амальгамаціи въ толчеяхъ и бѣгунахъ прямо противоположно этому.

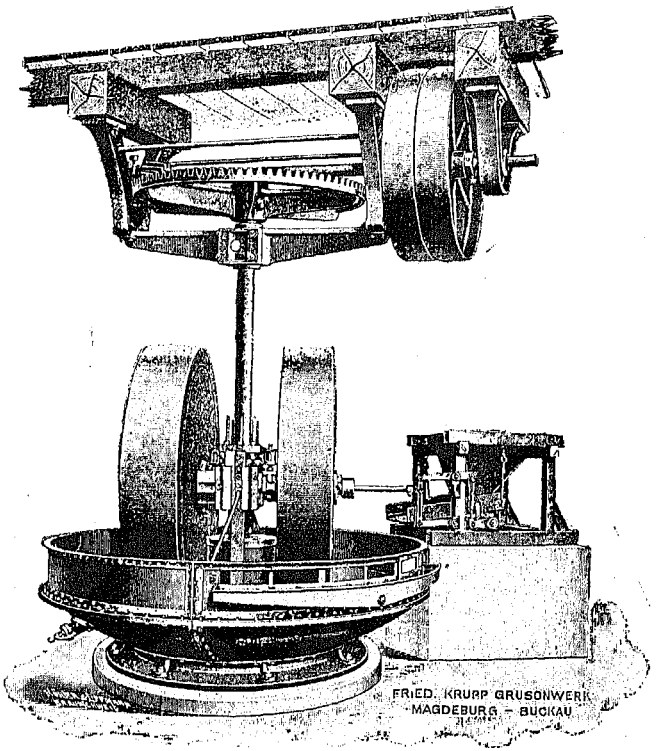


Рис. 398.

Такъ указываютъ на то, что для хорошаго измельчителя руды необходимо, чтобы измельченныя частицы руды немедленно уходили изъ прибора (ср. стр. 19—72), въ то время какъ для успѣха амальгамаціи важно по возможности долго задержать ихъ въ приборѣ. Отсюда заключаютъ, что амальгамація въ бѣгунахъ не можетъ быть допустима.

Сравнивая эти два противоположныя мнѣнія, необходимо за-

мѣтить, что опытъ наиболѣе передовыхъ въ техническомъ отношеніи странъ, повидимому, говоритъ за отрицательное мнѣніе, такъ какъ бѣгуны, по крайней мѣрѣ, въ томъ видѣ, какъ они употребляются на Уралѣ, постепенно вытѣсняются другими дробильными устройствами, точно такъ же впрочемъ, какъ то же явле-

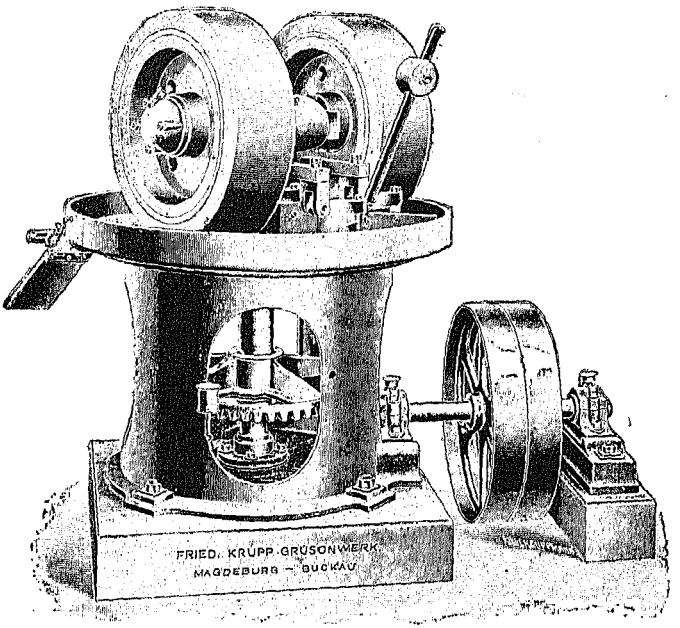


Рис. 399.

ніе можно отмѣтить за послѣднее время по отношенію къ толчеямъ въ Трансваалѣ, гдѣ за послѣднее время замѣчалось распространеніе шаровыхъ мельницъ.

Внѣшній видъ бѣгунной дробилки изображенъ на рис. 398. Устройство и дѣйствіе прибора вполнѣ понятно изъ чертежа: зубчатое колесо, приводящее бѣгуны во вращеніе, можетъ помѣщаться какъ надъ чашей прибора (рис. 398), такъ и подъ нею, какъ это изображено на рис. 399.

Вотъ нѣкоторыя данныя относительно бѣгуновъ, какъ ихъ строитъ фирма Фр. Круппъ, Грузонверкъ.

№	1	2	3	4	5
Діаметръ бѣговъ . . . . . мм	1000	1260	1500	1700	2000
Ширина бѣговъ. . . . . »	250	320	400	400	500
Число оборотовъ бѣговъ . . . . . въ минуту	22	19	15	13	12
Діаметръ ременаго шкива . . . . . мм	1000	1200	1600	1700	1800
Ширина ременаго шкива . . . . . »	140	170	210	220	250
Число оборотовъ ременаго шкива. . . . въ минуту	90	80	62	60	60
Требуемая сила . . . . . лош. силъ около	4	6	9	12	15
Производительность въ часъ					
въ зависимости отъ качества руды. . кгр. около	250—300	450—600	600—800	1000—1200	1200—1800
Мѣсто, занимаемое машиною: Длина . . . . . м	2,5	2,8	3,8	4,8	6,0
Мѣсто, занимаемое машиною: Ширина . . . . . »	1,8	2,1	2,5	2,8	3,1
Мѣсто, занимаемое машиною: Вышина . . . . . »	2,4	2,8	3,6	4,0	4,5
Вѣсъ машины . . . . . кгр. около	4200	8000	12600	18000	22500
» одного бѣгуна . . . . . » »	950	2000	2900	4500	6800
» » наружнаго кольца . . . . . » »	530	1050	1400	1700	2400
» » комплекта плитъ . . . . . » »	220	500	1000	1500	1900
Цѣна машины съ передачей . . . . . Марокъ	2450	4150	6150		

Само собой разумѣется, что въ виду сравнительной простоты конструкцій бѣгуновъ весьма нерѣдко бѣгуны строятся хозяйственнымъ способомъ.

Г. Дорошенко даетъ слѣдующія указанія для постройки бѣгуновъ. Чаша для бѣгуновъ отливается или вся изъ чугуна, или же чугуннымъ дѣлается лишь дно ея, борта же — изъ дерева. Можно дѣлать также чаши изъ кубоваго желѣза.

Верхній діаметръ чашъ 7′—9½′, высота бортовъ — 11 — 17″. Діаметръ для чаши дюймовъ на 12 менѣе діаметра верхней ея окружности. Дно чаши можно дѣлать составнымъ изъ косяковъ, которые укладываются на кошму. Вѣсъ каждаго косяка — около 9 пудовъ. Косяки служатъ около 2 мѣсяцевъ. Бѣгуны отливаются изъ чугуна, причемъ обозъ дѣлается отдѣльно, изъ особо твердаго закаленнаго чугуна или литой стали и заклинивается на тѣлѣ бѣгуна деревянными клиньями.

Для выхода шламма изъ чаши въ борту ея дѣлается выпускное окно, шириною около 17″, закрываемое желѣзной рѣшеткой или сѣткой. Въ верхней части *i* выпускного окна отверстія сѣтки могутъ быть крупнѣе (до 4 мм.—по Дорошенко), въ нижней же мельче—въ 0,5 мм.

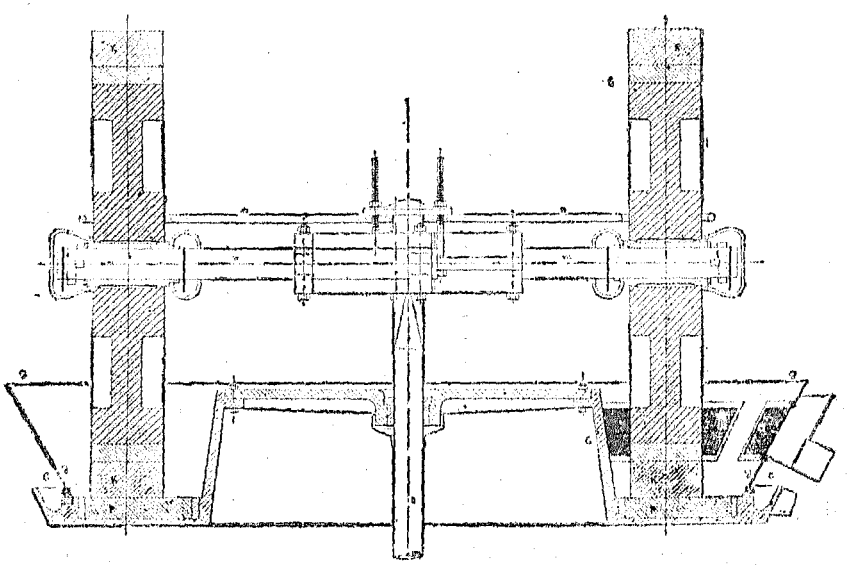


Рис 400.

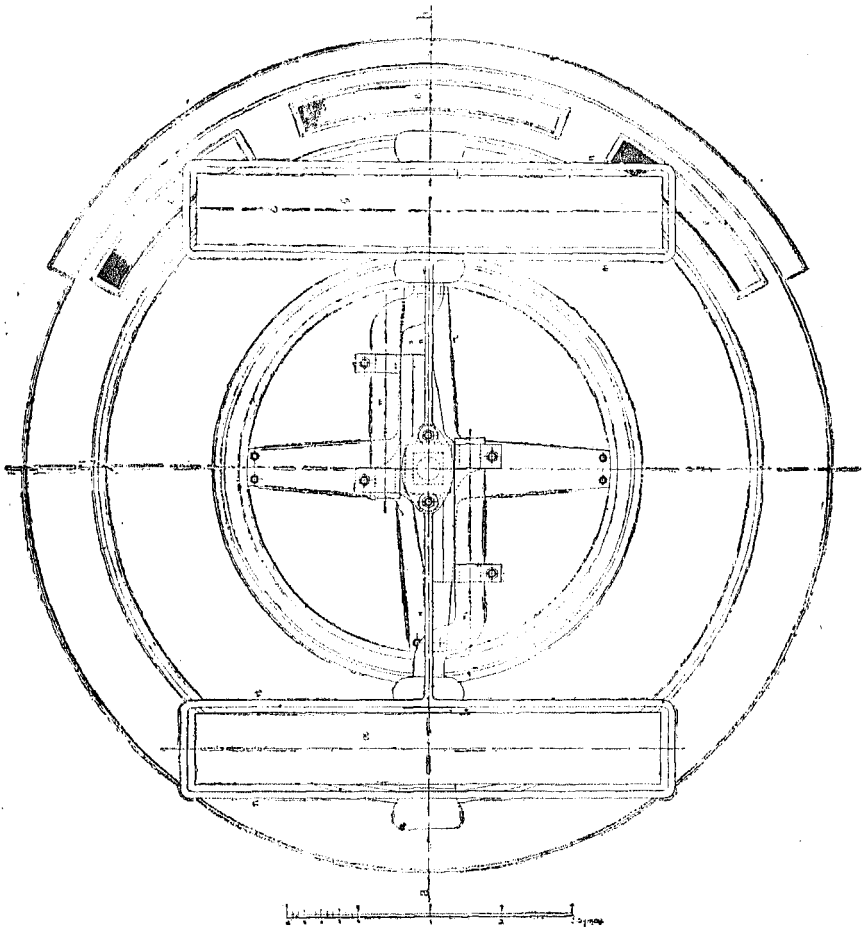


Рис. 401.

Дробленіе подъ бѣгунами производится въ присутствіи воды и ртути, которую прибавляютъ въ чашу въ количествѣ около $^1/_2$—1 ф. на смѣну. Въ одной чашѣ въ 8 ч., при вѣсѣ бѣгуновъ въ 150 пуд. можно переработать не менѣе 300 пуд. золотосодержащаго кварца, при очень крѣпкой кварцевой породѣ. При вѣсѣ бѣгуновъ въ 140 пуд. на чашу въ день приходится около 175 пуд.

Устройство бѣгунной чаши съ двумя бѣгунами на Березовской фабрикѣ по даннымъ С. И. Литтауера изображено на рис. 400—401.

Бѣгуны *a* и *b* расположены асимметрично, одинъ (*a*) поставленъ ближе къ наружному краю чаши, другой же (*b*)—къ внутреннему. Этимъ достигается равномѣрное размельченіе обрабатываемаго матеріала, уменьшается волненіе жидкости, а слѣдовательно и сносъ и наконецъ придаетъ необходимость въ особыхъ гребкахъ, укрѣпляемыхъ на валахъ бѣгуновъ для подведенія измельчаемаго матеріала подъ бѣгуны. Каждый бѣгунъ вѣсомъ въ 300 пудовъ насаженъ на самостоятельный колѣнчатый валъ *m* діаметромъ въ 5 дюймовъ. Оба этихъ вала насажены на вертикальный валъ также діаметромъ въ 5 дюймовъ.

Число оборотовъ бѣгуновъ въ минуту—11. Для предотвращенія несчастныхъ случаевъ при разрывѣ колѣнчатаго вала или при соскакиваніи бѣгуна съ вала имѣются кольца *n* изъ полосового желѣза.

На отлитые изъ чугуна бѣгуны одѣты стальныя кольца *k*, раскрѣпленныя деревянными клиньями. Дно чаши выложено стальными вкладышами *p*, тоже раскрѣпленными деревянными клиньями.

Для выноса размалываемаго матеріала имѣются въ бортахъ чаши въ трехъ секціяхъ рѣшетки *e*, площадь которыхъ, смотря по роду работы, можетъ быть измѣняема. Общая длина выносного отверстія—2,75 фута. Рѣшетки представляютъ листовое желѣзо со штампованными отверстіями прямоугольнаго сѣченія, расположенными по діагонали листа.

Весьма значительное распространеніе за послѣднее время для измельченія золотыхъ рудъ получили шаровыя мельницы, которыя были описаны выше на стр. 45—50.

Въ дополненіе къ сказанному тамъ можно привести лишь слѣдующія двѣ таблицы, относящіяся къ работѣ шаровыхъ мельницъ безъ воды, что можетъ имѣть значеніе въ мѣстностяхъ безводныхъ. (См. на стр. 431 и 432).

Довольно значительное распространеніе для дробленія золотыхъ рудъ получила мельница Хёнгтингтона (Hungtington), изображенная на рис. 402—403.

Она состоитъ изъ чугуннаго цилиндра *a*, въ верхней части котораго находится круглый дискъ *b*.

Размѣры, потребная сила, вѣсъ и цѣны.

№	1	2	3	4	5	6	7	8
Типъ	Для каменнаго фундамента (съ вращеніемъ вправо и влѣво)							
Родъ привода	Ременный							
Діаметръ барабана . . . . . мм.	1050	1330	1600	1900	2260	2260	2700	2700
Ширина его . . . . . »	720	950	980	990	1180	1380	1180	1380
Діаметръ ременаго шкива . . . . . »	1000	800	1000	1200	1200	1200	1350	2000
Ширина ихъ . . . . . »	130	150	180	200	220	250	250	260
Число оборотовъ ременаго шкива въ минуту	35	100	105	128	150	150	125	85
» барабана » »	35	33	30	27	25	25	21	21
Потребная сила . . . . . лош. силъ около	2	5	9	15	18	22	25	30
Величина нагрузки матеріала . . . . . литровъ	60	120	160	250	400	500	700	800
Вѣсъ мельницы съ шарами								
a. безъ упаковки прибл. . . . . кгр.	1900	3850	5250	7550	10800	11750	13780	15800
b. съ упаковкой . . . . . »	2180	4400	5930	8360	11840	12840	14900	17020
Вѣсъ комплекта стальныхъ шаровъ . . . . . »	150	300	450	700	1100	1350	1600	2000
Мѣсто, занимаемое мельницею: длина . . . . . м.	2,26	3,60	4,00	4,25	4,70	5,00	5,05	5,25
Мѣсто, занимаемое мельницею: ширина . . . . . »	1,52	1,80	2,00	2,90	2,90	2,90	3,50	3,75
Мѣсто, занимаемое мельницею: вышина . . . . . »	2,44	3,00	3,36	3,65	4,25	4,20	5,00	5,00
Цѣна мельницы безъ шаровъ . . . . . Мар.	1670	3150	4200	5100	6600	7150	8000	8800
» одного комплекта стальныхъ шаровъ . . . . . »	90	140	215	330	520	635	750	940

№	3					4									
Сито №	10	14	20	30	40	15	20	30	40	50	70	80	90	100	130
Родъ матеріаловъ	Приблизительная часовая производительность въ кгр.														
Золотая руда	—	—	—	690	650	—	—	1000	—	—	—	—	—	—	—
» » изъ Эдельфорса	—	—	—	—	860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » Атакамы	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	280	—	—	—
» » » Трансвааля	—	—	—	—	—	—	—	—	530	—	430	—	—	—	—
Золото-теллуристыя руды	—	—	—	575	520	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мышьяково-сѣрные колчеданы, содержащіе золото	—	—	—	—	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мышьяковыя руды	—	—	—	—	—	—	775	—	—	—	—	—	—	—	—
Серебряныя руды	—	—	—	—	—	—	—	560	—	—	—	—	—	—	—
» » изъ Мексики	—	—	—	—	—	—	—	1175	—	—	450	—	—	—	—
» » » Хуанчака	—	—	—	—	910	—	—	—	—	—	770	—	—	—	—
» » содержащія золото	—	—	—	—	460	—	—	—	600	—	500	—	—	—	—
Мѣдныя руды	1000	760	—	—	—	—	1400	—	—	—	—	—	250	—	—
» » изъ Швеціи	—	—	—	—	—	—	1080	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » «	—	—	—	—	—	—	—	—	—	900	—	—	—	—	—
» » содержащія серебро	—	—	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Мѣдистый сланецъ	—	—	—	—	500	1840	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сѣрные колчеданы, содержащіе мѣдь	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Свинцовыя руды изъ Гарца	—	—	—	—	—	1200	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Свинцово-цинковыя руды	1000	—	—	—	—	—	1635	—	—	—	—	—	815	—	—
Цинковыя руды	—	615	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Магнитный колчеданъ и пиритъ	—	1480	—	—	—	—	—	—	—	1300	—	—	—	—	500
Желѣзныя руды шведскія	—	—	—	—	—	—	—	—	500	—	350	—	—	—	—
Марганцовая руда	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	450	400
Хромистый желѣзнякъ, обожженный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300
» » необожженный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500	450
Марганцевыя руды	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1300	—	—	—	—	500
Кварцъ	—	—	—	—	800	—	—	—	—	—	—	290	—	—	—
» обожженный	—	—	—	—	—	—	—	—	—	750	—	—	—	—	—
» Ланг енштейнскій	—	—	—	—	—	—	2000	—	—	—	—	—	—	—	—
варцитъ Гомлерскій	1500	—	1170	1025	780	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Порфиръ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	300	—	—	—
» вывѣтрившійся	—	—	—	—	—	—	—	800	—	440	—	—	—	—	—

Мокрая обработка.

— 132 —

— 133 —

Ввиду физическаго разнообразія рудъ одного названія, производительность мельницъ колеблется въ извѣстныхъ предѣлахъ.

Въ сравненіи съ мельницею № 4, средняя производительность остальныхъ слѣдующая:

Шаровая мельн. № 1 = 1/4	Шаровая мельн. № 3 = 3/4	Шаровая мельн. № 5 = 1 1/2	Шаровая мельн. № 7 = 2 1/4
» » » 2 = 1/2	» » » 4 = 1	» » » 6 = 2 3/4	» » » 8 = 2 3/4

Дискъ этотъ укрѣпленъ на приводномъ валу *c*. Къ нему подвѣшены 3 или 4 бѣгуна со стальными башмаками такимъ образомъ, что нижняя поверхность ихъ не доходитъ на 2—3 мм.

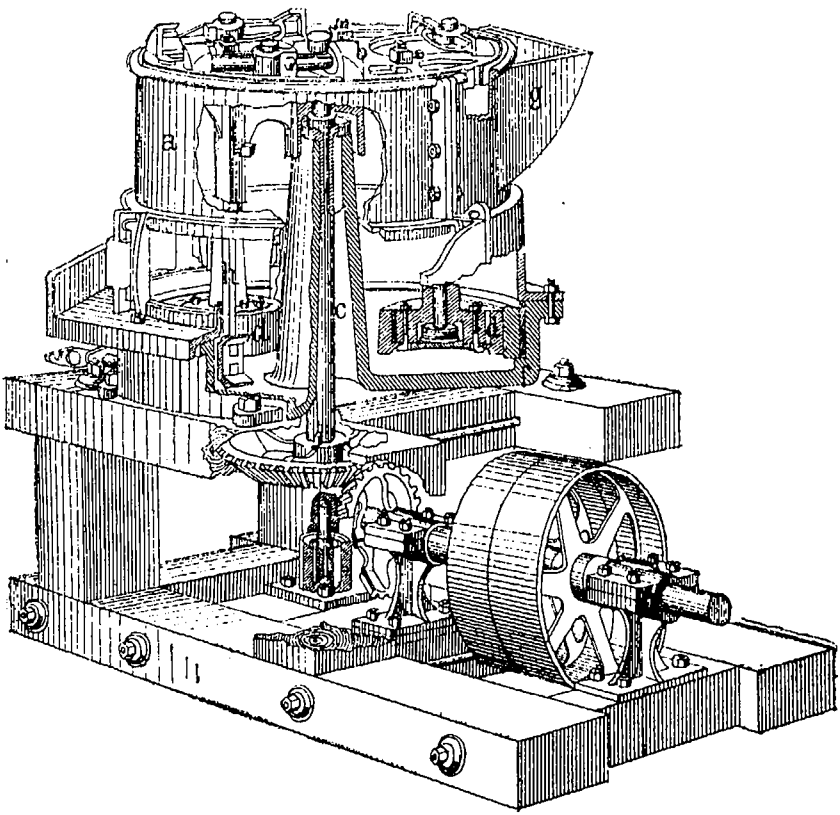


Рис. 402.

до поверхности чаши *f*. Благодаря этому при вращеніи вала *c*, а слѣдовательно и диска *b*, бѣгуны подъ вліяніемъ центробѣжной силы, вращаясь кромѣ того вокругъ оси, на которой они подвѣшены, прижимаются къ стѣнкѣ чаши *f* и дробятъ здѣсь руду, которая, поступая въ приборъ вмѣстѣ съ водою изъ засыпной воронки *g*, также подъ вліяніемъ центробѣжной силы, и скребковъ *h*, устремляется къ бортамъ чаши *f*.

На нѣкоторой высотѣ надъ дномъ чаши въ бортахъ ея рас-

ложено кольцеобразное сито *c*, черезъ которое изъ прибора удаляется измельченная въ достаточной степени руда.

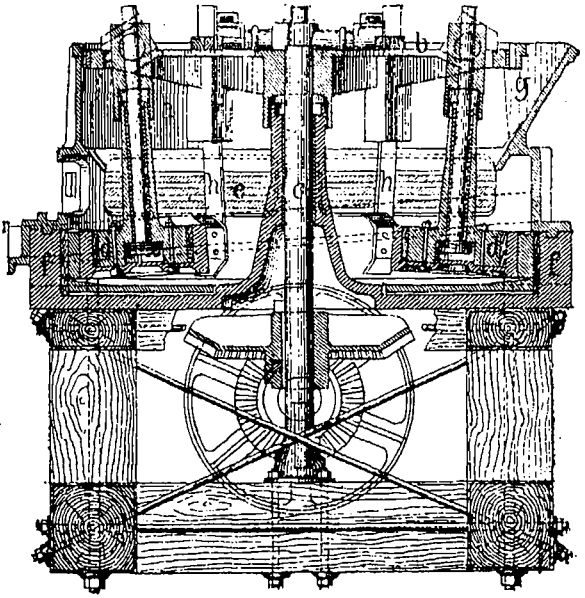


Рис. 403.

Fraser и Chalmers даютъ слѣдующія данныя для конструируемыхъ ими мельницъ Hungtington'a.

Діам. чаши въ футахъ.	Вѣсъ въ фунтахъ.	Пропз. въ 24 ч. въ тоннахъ.	Расходъ воды въ часъ въ галлонахъ.	Расходъ силы HP.	Число оборотовъ въ минуту.	Размѣръ подаваемой въ мельницу руды въ дюймахъ.	Сѣтка въ борту чаши.
$3^1/_2$	8000	12	750	4	90	—	—
5	15000	25	1000—1200	6	70	$^3/_4$—0	40 отв. въ кв. д.
6	24000	—	—	8	55	—	—

Ричардсъ изъ опыта американскихъ фабрикъ приводитъ слѣдующія данныя.

Размѣръ чаши въ футахъ.	Число бѣговъ.	Число оборотовъ.	Величина кусковъ подаваемой руды въ мм.	Расходъ силы HP.	Производительность каждой мельницы въ 24 часа въ тоннахъ.	Вѣсъ бѣговъ фунт.	Срокъ службы бѣговъ. Недѣли.	Срокъ службы бѣговъ. Тонн. измел. руды.	Стоим. бѣгун. на тонну руды. центы.
3½	3	90	3½	6	15	400	6	630	2,302
5	4	75	8,33—0	—	—	—	—	—	—
6	4	68	5—2	8	24	—	43	2500	2,2
5	4	65	2½—0	—	90	—	4	2520	—
5	4	65	8½—0	—	100	—	4	2800	—

Что касается общей стоимости дробленія руды въ мельницѣ Huntington'a, то по Ричардсу она слагается изъ слѣдующихъ отдѣльныхъ расходовъ:

	Въ мельницѣ въ 3½ ф. діаметромъ при измельченіи руды до величины 1/40 д. въ количествѣ 15 тоннъ въ 24 часа. на тонну падаетъ.	Въ мельницѣ въ 5 ф. діаметр. при измельченіи до 0,1 д. въ количествѣ 100 т. въ 24 часа.
Отъ изнашиванія ободовъ . .	2,303 центовъ	1,447 центовъ
Отъ изнашиванія бѣговъ . .	3,939 »	2,200 »
Отъ механ. силы.	0,865 »	0,129 »
Отъ изнашиванія сита	1,308 »	0,939 »
Отъ надзора	2,000 »	0,300 »
Отъ ремонта.	2,165 »	2,165 »
Всего .	12,579 цент.	7,180 цент.

Весьма сходна по своей идеѣ съ мельницей Hungtington'a мельница Гриффина (рис. 404) съ тою разницею, что здѣсь мы имѣемъ всего одинъ бѣгунъ (31), подвѣшенный на шаровомъ подшипникѣ (9).

Внутренній діаметръ рабочаго диска (70)—30 дюйм., вѣсъ его—250 фунтовъ. Діаметръ бѣгуна (31) равняется 18—20 дюйм. и рабочая одежда его вѣситъ около 100 фунтовъ. Скребки (5) въ нижней части бѣгуна служатъ для продвиганія руды къ рабочему диску.

Движеніе всему устройству передается отъ шкива (17), который вращается на осяхъ (26 и 27).

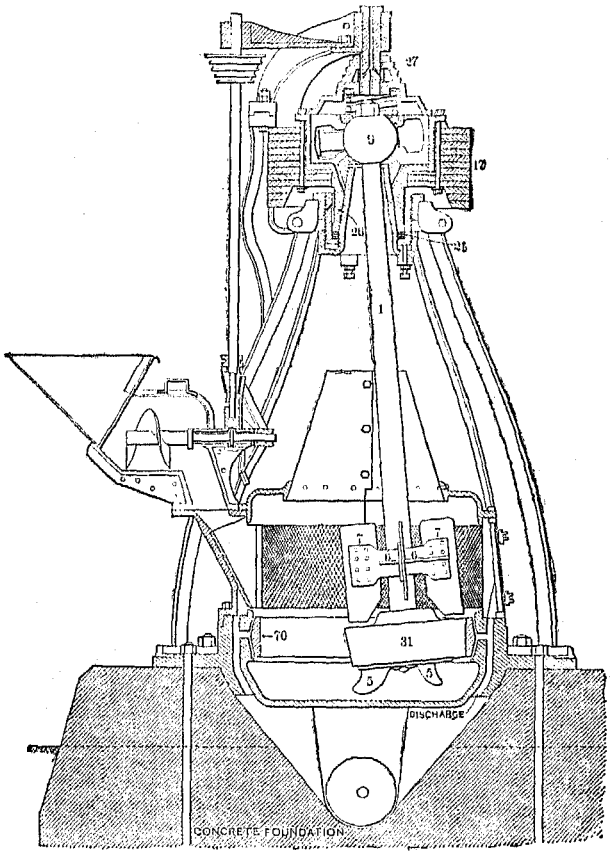


Рис. 404.

Дѣлая вмѣстѣ со шкивомъ 190—200 оборотовъ въ минуту, бѣгунъ вращается и вокругъ своей собственной оси (1), причемъ число этихъ оборотовъ равняется 285—300 по формулѣ $N = \frac{D}{d} - 1$, гдѣ D—діаметръ чаши, d—діаметръ бѣгуна и N—число оборотовъ вокругъ собственной оси. Слѣдуетъ замѣтить, что направленія движенія вала (1) и вращенія бѣгуна вокругъ собственной оси обратны. Руда, подаваемая въ приборъ, не должна содержать кусковъ болѣе $1^1/_2$ д. діаметромъ. Если работа ведется безъ притока воды, то къ

оси (1) прикрѣпляются лопасти 7, которыя обусловливаютъ движеніе воздуха, благодаря которому измельченная руда выносится черезъ сѣтку, если же работа идетъ съ притокомъ воды, то, конечно, эти лопасти излишни.

Амальгамація.

Во всѣхъ описанныхъ приборахъ для мелкаго дробленія можно, какъ это было упомянуто при описаніи бѣгуновъ, производить въ нѣкоторой, хотя и незначительной степени амальгамацію. Для этой цѣли въ толчеяхъ, какъ было описано на стр. 66 и др., къ внутреннимъ стѣнкамъ толчейнаго корыта прикрѣпляются амальгамаціонные листы, въ бѣгуны же и другіе приборы можетъ быть наливаема ртуть, которая и образуетъ съ получающимися при дробленіи чистыми частицами золота химическое соединеніе—амальгаму, которую затѣмъ, благодаря ея большему удѣльному вѣсу, легко уловить изъ мути. Какъ было уже объяснено, процессъ амальгамаціи въ измельчающихъ руду приборахъ всегда является по самому существу своему несовершеннымъ, такъ какъ интересы измельченія и амальгамаціи взаимно противоположны. Амальгамація, очевидно, будетъ происходить тѣмъ совершеннѣе, тѣмъ полнѣе, чѣмъ дольше частички золота будутъ имѣть возможность соприкасаться съ ртутью, при измельченіи же необходимо, во избѣжаніе черезчуръ сильнаго раздробленія частицъ, удалять ихъ изъ измельчающаго прибора, какъ только онѣ достигнутъ надлежащихъ размѣровъ.

Поэтому весьма понятно, что болѣе раціональнымъ является улавливать ртутью золото, заключающееся въ рудѣ, уже въ то время, когда руда выйдетъ изъ измельчающаго прибора.

Прежде, чѣмъ перейти къ описанію этихъ способовъ амальгамаціи, а также мѣста ихъ расположенія въ общемъ ходѣ обогащенія золотыхъ рудъ, необходимо коснуться общихъ свойствъ амальгамы.

По Ричардсу въ практикѣ амальгамаціоннаго дѣла можно различать три вида амальгамы. Первый—это жидкая амальгама, похожая по внѣшнему своему виду на ртуть. Она разсматривается обыкновенно какъ насыщенный растворъ твердой амальгамы въ ртути. Будучи профильтрована черезъ замшу, она при 15—16° С содержитъ около 0,1% золота, каковое содержаніе увеличивается съ температурой. Вторая разновидность амальгамы—твердая. Здѣсь

золото соединено со ртутью въ нѣкоторой опредѣленной химической пропорціи, и соединеніе обладаетъ опредѣленною кристаллической формой. Самородная амальгама изъ Калифорніи содержитъ отъ 39,02 до 41,63% золота, что соотвѣтствуетъ формулѣ $Au_3 Hg_2$. Получающаяся при процессахъ обогащенія твердая амальгама по всей вѣроятности имѣетъ именно этотъ составъ.

Третій видъ амальгамы—это кусочки золота, покрытые снаружи и связанные другъ съ другомъ первой и второй амальгамой.

Если пропустить полученную при обогащеніи амальгаму черезъ замшу, то мы получимъ: прошедшую черезъ замшу амальгаму № 1, а въ замшѣ останется остатокъ, приближающійся по составу къ амальгамѣ № 2.

Присутствіе въ амальгамѣ амальгамы № 1 уменьшаетъ въ ней содержаніе золота, присутствіе же второй разновидности ея—увеличиваетъ.

Серебряныя амальгамы могутъ быть *раздѣлены* на такіе же три класса, какъ и золотыя. Твердая серебряная амальгама можетъ представлять собою соединеніе, соотвѣтствующее химической формулѣ $Ag_2 Hg_3$ (26,25% Ag) до формулы $Ag_{10} Hg_3$ (64,2% Ag). Серебряныя амальгамы третьяго вида получаются на практикѣ гораздо рѣже, чѣмъ въ случаѣ золота, что объясняется минералогическими условіями нахожденія серебра. Слѣдуетъ замѣтить, что, кромѣ серебра и золота, ртуть легко образуетъ амальгамы съ мѣдью, свинцомъ, оловомъ, кадміемъ, цинкомъ, висмутомъ, натріемъ, каліемъ и нѣкоторыми рѣдкими металлами.

Для цѣлей практики главное значеніе имѣетъ, конечно, амальгама золота. На амальгамацію золота оказываютъ вліяніе многіе факторы: чистота поверхности частицъ золота, чистота самой ртути и наконецъ составъ рудъ.

Что касается вліянія качествъ поверхности амальгамируемыхъ кусочковъ золота, то нужно замѣтить, что чѣмъ чище эта поверхность, тѣмъ амальгамація происходитъ легче и полнѣе. Частицы золота съ загрязненною поверхностью, покрытыя, напримѣръ, смазочнымъ масломъ, саломъ и т. п., весьма трудно поддаются амальгамаціи, такъ называемое же ржавое золото, т.-е. такое, которое съ поверхности покрыто тонкою пленкою—окислами какого-нибудь металла, не поддается амальгамаціи вовсе.

Колчеданистыя соединенія нерѣдко образуютъ на поверхности частицъ золота пленку—такія руды также не амальгамируются вовсе или же очень плохо. Это такъ-называемое „золото въ рубашкѣ“ австралійскихъ рудокоповъ, или „непокорная руда“ (rebellous ore).

Что касается ртути, съ помощью которой происходитъ амальгамація, то она должна быть чистой и не содержать въ себѣ посторонних веществъ, такъ какъ въ присутствіи послѣднихъ она легко пемзуется, разбивается на мельчайшіе шарики и въ такомъ видѣ легко выносится вонъ изъ амальгамаціонныхъ аппаратовъ, обусловливая крупныя потери золота.

Пемзованію ртути особенно способствуетъ присутствіе въ рудахъ различныхъ сѣрнистыхъ, мышьяковистыхъ и сурьмянистыхъ соединеній.

Вливая ртуть въ приборы, въ которыхъ производится измельченіе руды, надо помнить, что при этомъ всегда возникаетъ возможность пемзованія ртути, а слѣдовательно и потери золота.

Для правильнаго осуществленія на практикѣ процесса амальгамаціи необходимо создать такія условія, чтобы возможно большее число частичекъ золота, свободныхъ отъ постороннихъ примѣсей и обладающихъ чистою поверхностью, могли прійти въ тѣсное соприкосновеніе со ртутью, и чтобы соприкосновеніе это было достаточно продолжительно, дабы частицы золота успѣли соединиться со ртутью. Лучше всего можно достигнуть этого по практикѣ такимъ образомъ, что, измельчивъ руду и образовавъ изъ нея муть, даютъ стекать этой мути по ртутной поверхности. По извѣстнымъ уже намъ законамъ частицы золота, какъ наиболѣе тяжелыя среди частицъ мути, будутъ осѣдать изъ нея на ртутную поверхность и амальгамироваться, въ то время какъ остальныя частицы мути—при извѣстной, конечно, скорости ея—будутъ оставаться въ подвѣшенномъ состояніи и удаляться изъ амальгамирующаго устройства.

При такой постановкѣ амальгамаціи намъ, очевидно, кромѣ надлежащаго качества мути необходимо еще имѣть амальгамирующую поверхность, на которой могли бы осѣдать изъ мути частицы золота. Въ виду легко понятныхъ причинъ поверхность эта на практикѣ не дѣлается изъ чистой ртути, а для достиженія данной цѣли пользуются свойствомъ ртути образовывать амальгамы съ нѣкоторыми другими, кромѣ золота, металлами, такъ какъ

амальгама этихъ металловъ совершенно такъ же улавливаетъ золото, какъ и чистая ртуть.

Такимъ образомъ, въ простѣйшемъ видѣ амальгамація въ процессѣ обогащенія рудъ занимаетъ слѣдующее положеніе. Рудная муть по выходѣ изъ измельчающаго прибора проводится тонкимъ слоемъ по амальгамированной поверхности мѣдныхъ или какихъ-нибудь другихъ листовъ совершенно подобно тому, какъ это дѣлается на обыкновенныхъ гердахъ или шлюзахъ при обогащеніи рудъ. Частицы золота, какъ наиболѣе тяжелыя среди частицъ мути, осѣдаютъ на амальгамированную поверхность листовъ и растворяются въ амальгамѣ, остающаяся же муть уносится со шлюзовъ и подвергается въ случаѣ надобности дальнѣйшей обработкѣ.

Весьма важнымъ вопросомъ при описываемомъ способѣ амальгамаціи является вопросъ приготовленія амальгамированныхъ листовъ.

По Ричардсу амальгамированные листы могутъ быть:

1) изъ мѣди, покрытой (натертой) ртутью;

2) изъ мѣди, покрытой серебряной или золотой амальгамой;

3) изъ мѣди, покрытой слоемъ серебра, который въ свою очередь покрытъ ртутью;

4) изъ чистаго серебра, покрытаго ртутью;

5) изъ сплава 60% *Cu* и 40% *Zn* (Muntz-Metall), покрытаго ртутью и, наконецъ,

6) изъ необструганныхъ досокъ, покрытыхъ амальгамой.

Полотняныя, суконныя или изъ кокосовыхъ матовъ поверхности, на которыхъ улавливаются частицы золота и амальгамы, также могутъ быть отнесены къ той же категоріи устройствъ, къ которой относятся амальгамированные листы.

Что касается мѣди, могущей итти на приготовленіе листовъ, то для этой цѣли нужно употреблять исключительно самую чистую и самую мягкую или же электролитическую мѣдь. Мѣдные листы, идущіе въ амальгамацію, для уничтоженія образующейся на нихъ при прокаткѣ твердой оболочки, должны быть отожжены.

Если имѣющіеся въ продажѣ листы не отожжены, то это необходимо сдѣлать самому. Для этой цѣли располагаютъ подлежащій амальгамаціи мѣдный листъ на какихъ-нибудь подкладкахъ на нѣкоторой высотѣ надъ поломъ тою стороною внизъ, которая

должна быть покрыта ртутью, и разводятъ подъ листомъ огонь. Когда листъ нагрѣется до такой степени, что положенныя на него стружки, опилки или бумага загораются, то тушатъ огонь и даютъ листу медленно охладиться или закаливаютъ, опуская сразу весь листъ въ воду. Оба способа даютъ чистую и пористую поверхность, которая и нужна для послѣдующей амальгамаціи.

Если на поверхности листа имѣются какія-нибудь неровности, то ихъ стараются устранить съ помощью деревянной колотушки.

Приготовивъ такой листъ, приступаютъ собственно къ амальгамированію, работу по которому можно раздѣлить на двѣ части.

Первая—это очистка поверхности листа отъ могущихъ находиться на ней окисловъ и загрязненій.

Окислы мѣди, или же сѣрнистыя соединенія мѣди, которыя, вообще говоря, легко образуются на поверхности мѣдныхъ листовъ, лучше всего удалять механически, посредствомъ тренія, напримѣръ, пескомъ. Можно достигнуть удаленія этихъ соединеній и при помощи слабыхъ растворовъ соляной, азотной или же сѣрной кислоты, раствора горсти поваренной соли и полчашки сѣрной кислоты въ $2^1/_2$ галлонахъ воды, амміачными и т. п. растворами, но за послѣднее время пришли къ заключенію, что примѣненія этихъ химическихъ агентовъ лучше всего по возможности избѣгать, за исключеніемъ раствора ціанистаго калія, такъ какъ всѣ названныя химическія средства такъ или иначе оказываютъ химическое вліяніе на поверхность мѣднаго листа, что и отражается на послѣдующемъ процессѣ покрытія листа амальгамой.

Жировыя и т. п. загрязненія поверхности листовъ удаляются при помощи раствора соды и т. д.

Приступая къ очисткѣ поверхности листа нужно помнить, что мѣдь крайне легко окисляется, а потому, амальгамируя листъ, все время нужно продолжать и его очистку.

Способовъ покрытія листовъ ртутью или амальгамою нѣсколько. Опишемъ по Ричардсу главнѣйшіе изъ нихъ.

1). Расположивъ мѣдный листъ горизонтально, моютъ его водою и затѣмъ широкой 4-дюймовой плоской кистью быстро покрываютъ его насыщеннымъ растворомъ ціанистаго калія. Однократнаго покрытія довольно. Наведенный на листъ слой ціанистаго

калія быстро высыхаетъ, но листъ оставляютъ въ покоѣ на 24 часа, въ теченіе которыхъ поверхность его дѣлается темно-зеленой. Затѣмъ мелкимъ пескомъ и скребкомъ, начиная съ головной части листа, счищаютъ этотъ образовавшійся слой и продолжаютъ эту работу, пока поверхность листа не сдѣлается блестящей. Добившись этого, обмываютъ листъ водой и, наливъ на его ртути, начинаютъ при помощи замшевой тряпки натирать поверхность листа, смачивая время отъ времени листъ и замшу растворомъ одной части ціанистаго калія въ пяти частяхъ воды. Ртуть быстро соединяется съ мѣдью, и одинъ рабочій въ теченіе 8 часовъ легко можетъ натереть листъ въ 10 футовъ длиной и $4^1/_2$ ф. шириною. По окончаніи работы поверхность листа должна быть зеркальною.

Послѣ этого располагаютъ листъ наклонно и въ теченіе ночи пускаютъ по нему воду. Если утромъ на поверхности листа окажутся зеленые выцвѣты, то, удаливъ ихъ, натираютъ эти мѣста снова ртутью.

2). Покрытіе ртутью мѣдныхъ листовъ съ покрытой серебромъ поверхностью производится слѣдующимъ образомъ. Поверхность листа очищается песчаной (стекляной), затѣмъ наждачной бумагой или же мелкимъ пескомъ до тѣхъ поръ, пока не станетъ блестящей. Въ случаѣ надобности песокъ смачивается слабымъ растворомъ ціанистаго калія, пятна же окисловъ можно удалять растворомъ азотной кислоты. Покрывъ затѣмъ листъ нѣсколько разъ крѣпкимъ растворомъ ціанистаго калія и давъ ему постоять въ такомъ видѣ два дня, можно приступать къ натиранію тряпкою ртути, достигая блестящей поверхности, для чего можно прибѣгнуть къ помощи мелкаго песка.

3). Покрытіе ртутью мѣднаго листа можно производить и слѣдующимъ образомъ. Очистивъ поверхность листа пескомъ, избѣгая, конечно, образованія царапинъ, очищаютъ еще болѣе поверхность листа при помощи наждачной бумаги. Затѣмъ приготовляютъ смѣсь изъ 10 частей песка и одной части амміачной соли, которую смачиваютъ водою, прибавляя въ нее ртути. Этою массой и натираютъ листъ, прибавляя время отъ времени свѣжей ртути, пока поверхность листа не сдѣлается блестящей и серебристой: на квадратный футъ поверхности листа расходуется около $1—^1/_2$ унціи ртути. По окончаніи натирки листъ об-

мываютъ водою и оставляютъ до слѣдующаго дня. Обыкновенно за это время листъ покрывается зеленовато сѣрой пленкой, которую и удаляютъ при помощи слабаго раствора ціанистаго калія и небольшого количества ртути.

Весьма важнымъ обстоятельствомъ при работѣ съ амальгамированными листами является то, что собственно мѣдная амальгама хуже улавливаетъ (т. е. амальгамируетъ) золото, чѣмъ золотая или серебряная.

Поэтому, какъ было упомянуто нѣсколько выше, покрытые мѣдной амальгамой листы въ нѣкоторыхъ случаяхъ покрываются сверху золотой или серебряной амальгамой, которую для этой цѣли собираютъ со старыхъ, бывшихъ уже въ работѣ листовъ. Листы эти немного нагрѣваются, послѣ чего скребкомъ удаляютъ съ нихъ амальгаму, которою, разбавивъ ее слегка свѣжей ртутью, и натираютъ амальгамированный уже листъ. Само собой разумѣется, что, употребляя амальгаму со старыхъ листовъ, нужно тщательно удалить изъ нея всѣ болѣе или менѣе крупныя частицы твердой амальгамы, что достигается отжиманіемъ ее черезъ замшу и давая отжатой амальгамѣ отстояться.

Если ни золотой, ни серебряной амальгамы достать нельзя, то, приступая къ работѣ впервые съ покрытыми ртутью мѣдными листами, необходимо помнить, что первые 5—6000 пудовъ руды, проходя надъ амальгамой, будутъ сравнительно несовершенно обработаны ртутью. Американскіе золотопромышленники называютъ потери золота, происходящія при этомъ, „грѣхомъ новыхъ листовъ“ (new plate error).

Въ цѣляхъ устраненія и самой возможности возникновенія подобныхъ потерь весьма полезно употреблять вмѣсто простыхъ мѣдныхъ листовъ мѣдные же листы, но покрытые (электролитически) слоемъ серебра. Натирая серебряную поверхность подобнаго листа мы, очевидно, сразу получимъ серебряную амальгаму, являющуюся очень хорошимъ уловителемъ золота.

Количество серебра, которое необходимо затратить для образованія достаточной толщины слоя на мѣдномъ листѣ, оцѣнивается различно: отъ $1^1/_3$ до 5 унцій на кв. футъ поверхности листа. Само собой разумѣется, что количество это зависитъ отъ содержанія золота въ рудѣ. Богатая руда, образуя на поверхности листа быстро амальгаму, которая предохраняетъ слой

серебра отъ механическаго изнашиванія, позволяетъ имѣть болѣе тонкій слой серебра, чѣмъ убогая руда. Время отъ времени (годъ—два) листы приходится заново серебрить. Относительныя достоинства мѣдныхъ и покрытыхъ серебромъ амальгамаціонныхъ листовъ оцѣниваются самымъ различнымъ образомъ, но въ общемъ можно принять, что покрытые серебромъ листы улавливаютъ лучше золото, чѣмъ просто мѣдные листы, какъ это между прочимъ видно изъ слѣдующей таблицы Ричардса.

Мѣста расположенія листовъ.	Мѣдные листы.	Первые листы покрыты серебромъ, ниже лежащіе—просто мѣдные.	Покрытые серебромъ листы.
	Уловлено золота.		
Корыто шестовъ	15,46%	14,99%	20,97%
Головные шлюза	53,975	66,7625%	69,17%

Достоинство листовъ изъ чистаго серебра, конечно, то-же, что и мѣдныхъ листовъ, покрытыхъ слоемъ серебра, но примѣненію ихъ мѣшаетъ высокая ихъ цѣна.

Листы изъ сплава 60% мѣди и 40% цинка, натертаго ртутью, были первоначально примѣнены въ Новой Зеландіи за отсутствіемъ болѣе подходящаго матеріала, но скоро опытъ показалъ, что они работаютъ вполнѣ удовлетворительно, почему и вошли въ употребленіе, а нѣкоторые новозеландскіе золотопромышленники даже предпочитаютъ ихъ мѣднымъ листамъ.

Деревянныя доски, покрытыя амальгамой, конечно, являются весьма несовершенными въ смыслѣ улавливанія золота, и примѣненіе ихъ можетъ объясняться лишь полнымъ отсутствіемъ возможности обзавестись какимъ-либо лучшимъ устройствомъ.

Уходъ за амальгамаціонными листами. Установивъ на мѣстѣ амальгамированные листы и пустивъ по нимъ муть, необходимо слѣдить за тѣмъ, чтобы образующаяся на нихъ амальгама не была ни слишкомъ твердой, ни слишкомъ мягкой. Слишкомъ твердая амальгама плохо улавливаетъ золото, при слишкомъ же мягкой происходитъ потеря ртути и золота.

Амальгама надлежащей консистенціи должна немного поддаваться давленію пальца и не должна выдѣлять изъ себя капель ртути. О состояніи амальгамаціонныхъ листовъ судятъ обыкновенно по состоянію верхняго листа, гдѣ она скорѣе всего можетъ сдѣлаться твердой. Если въ дробильныхъ приборахъ прибавляется ртуть, то состояніе амальгамы отчасти регулируется большимъ или меньшимъ прибавленіемъ ртути въ эти приборы, изъ которыхъ она и поступаетъ на амальгамаціонные листы. Если амальгама на листахъ слишкомъ тверда, количество ртути необходимо увеличить, и наоборотъ.

Въ уходѣ за амальгамаціонными листами необходимо различать двѣ категоріи работъ: правку листовъ и очистку.

Правка листовъ состоитъ въ удаленіи съ нихъ образовавшихся на нихъ выцвѣтовъ и налетовъ, очистка же представляетъ собой удаленіе съ листовъ получившейся на нихъ амальгамы. Правка листовъ въ огромномъ большинствѣ случаевъ производится каждые 12 и 24 часа, причемъ вышележащіе листы должны правиться чаще, чѣмъ нижележащіе.

Правка состоитъ въ натираніи листовъ ртутью и растворомъ ціанистаго калія при помощи куска замши или щетки.

Очистка листовъ производится рѣже, черезъ день, каждую недѣлю и рѣже. Само собой разумѣется, что срокъ этотъ находится въ прямой зависимости отъ содержанія золота въ рудѣ и количества получающейся амальгамы.

Очистка ведется такимъ образомъ, что покрытый болѣе или менѣе уже твердой амальгамой листъ натираютъ ртутью замшей или щеткой, съ цѣлью получить болѣе жидкую амальгаму, которую затѣмъ и удаляютъ съ листа при помощи пластинки изъ твердой резины или же стальнаго скребка, хотя примѣненіе послѣдняго во многихъ случаяхъ вызываетъ справедливыя нареканія изъ-за царапинъ и т. п., могущихъ при этомъ образоваться на поверхности листа.

По удаленіи амальгамы, которую собираютъ въ какой-либой сосудъ, листъ правятъ и пускаютъ по нему затѣмъ потокъ шламма. Надо замѣтить, что удаляя амальгаму, никогда не надо удалять ее сполна, а необходимо оставлять на листѣ самый нижній слой ея. Съ одной стороны, удаленіе этого послѣдняго слоя требуетъ особенныхъ усилій, вплоть до нагрѣванія всего листа

съ цѣлью сдѣлать амальгаму болѣе мягкой, съ другой же стороны—наличіе этого слоя при дальнѣйшей правкѣ листовъ улучшаетъ качества наводимой на листъ при правкѣ амальгамы, дѣлая ее болѣе способной улавливать золото. Само собой разумѣется, что допускать образованіе на листахъ слишкомъ толстаго слоя твердой амальгамы нельзя, и въ этомъ отношеніи на практикѣ надо установить извѣстные предѣлы.

Амальгамаціонные листы на обогатительныхъ фабрикахъ располагаются обыкновенно такимъ образомъ, чтобы муть, выходящая изъ дробильныхъ устройствъ, сразу попадала на нихъ, причемъ общая площадь, которую должны имѣть амальгамаціонные листы, зависитъ, конечно, прежде всего отъ количества того золота, которое мы должны уловить.

Ричардсъ приводитъ въ этомъ отношеніи слѣдующія интересныя данныя, полученныя имъ на американскихъ обогатительныхъ фабрикахъ.

Площадь листовъ въ кв. ф.	Колич. мути, прох. по листамъ въ галлонахъ.	Площадь листовъ въ кв. ф.	Колич. мути, прох. по листамъ въ галлонахъ.	Площадь листовъ въ кв. ф.	Колич. мути, прох. по листамъ въ галлонахъ.	Площадь листовъ въ кв. ф.	Колич. мути, прох. по листамъ въ галлонахъ.
9,75	16,72	92,27	18	42,35	10	88,16	10
52,84	20	37,91	10	40,00	16,25	48,00	10
64,00	15	67,38	15	51,85	38	38,66	10

Какъ видно изъ этой таблицы, колебанія въ размѣрахъ площади амальгамаціонныхъ листовъ очень значительны, что и понятно, такъ какъ единственнымъ условіемъ, опредѣляющимъ амальгамирующую площадь, является то, чтобы все свободное золото, заключающееся въ рудѣ, могло быть уловлено. Если золото крупное, то амальгамирующая поверхность можетъ быть меньше, и наоборотъ. Если амальгамація производится внутри измельчающихъ приборовъ, то площадь листовъ также можетъ быть меньше и т. д.

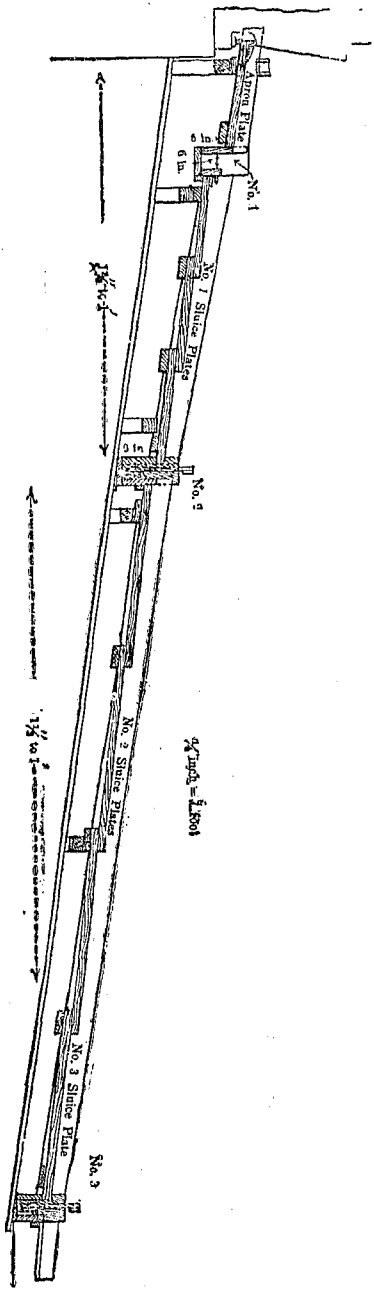


Рис. 405.

Размѣры листовъ опредѣляются условіями рынка, обыкновенно длина ихъ бываетъ въ 8—10 футовъ при ширинѣ въ 2—4 фута, вслѣдствіе чего для полученія требуемой амальгамирующей площади необходимо располагать листы послѣдовательно другъ за другомъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ листы располагаются сплошь, причемъ вышележащій листъ отчасти перекрываетъ нижележащій, въ другихъ случаяхъ листы располагаются отдѣльно, причемъ въ промежуткахъ между ними располагаются или пороги, или же ртутныя ловушки, какъ это видно на рис. 405.

Здѣсь *M*—часть корыта толчей, изъ котораго муть поступаетъ на верхній амальгамаціонный листъ (Apron plate), съ котораго, пройдя черезъ ловушку № 1, течетъ по тремъ расположеннымъ уступами по отношенію другъ къ другу плоскостямъ, покрытымъ амальгамаціонными листами. Затѣмъ слѣдуетъ вторая ловушка № 2, и т. д.

Уклонъ, подъ которымъ располагаются амальгамаціонные листы, зависитъ конечно отъ качества мути, т.-е. крупности подвѣшеннаго въ ней золота. Во всякомъ случаѣ онъ долженъ быть таковъ, чтобы скорость теченія мути была такою, чтобы

частицы, въ ней заключающіяся, успѣли осѣсть. Поэтому все сказанное выше на стр. 207—267 относительно устройства гердовъ въ большей своей части должно быть принято во вниманіе при расположеніи амальгамаціонныхъ листовъ.

Въ среднемъ по Ричардсу можно принять, что уклонъ амальгамаціонныхъ листовъ колеблется отъ 1 дюйма (4°46′) до $2^1/_2$ дюймовъ (10°46′) на погонный футъ ихъ длины.

Муть должна течь по листамъ, покрывая всю ихъ поверхность слабыми волнами, причемъ по Ричардсу скорость теченія ея на практикѣ колеблется отъ 23 до 42 дюймовъ въ секунду; что же касается толщины слоя текущей мути, то Ричардсъ приводитъ слѣдующія данныя, полученныя имъ непосредственнымъ измѣреніемъ. Измѣреніе это производилось въ мѣстахъ, обозначенныхъ на рис. 406 и 407 крестиками, причемъ на этихъ же рисункахъ фестончатой линіей показана приблизительная форма волны мути.



Рис. 406.



Рис. 407.

	Верхн. конецъ листа.		Нижн. конецъ листа.		Верхн. конецъ листа.		Нижн. конецъ листа.	
	У края.	Къ центрѣ.	У края.	Въ центрѣ.	У края.	Въ центрѣ.	У края.	Въ центрѣ.
Толщина въ дюйм. въ гребнѣ волны.	0,190	0,166	0,078	0,094	0,103	0,064	0,110	0,150
Толщина въ дюймахъ передъ гребнемъ волны . . .	0,179	0,140	0,045	0,014	0,078	0,052	0,049	0,020

Листы располагаются на наклонныхъ плоскостяхъ, сдѣланныхъ изъ деревянныхъ досокъ и снабженныхъ закраинами, лежащихъ или на поперечныхъ перекладинахъ, какъ на рис. 405,

или же, что, конечно, лучше въ цѣляхъ возможности измѣнить уклонъ подвѣшенныхъ, какъ это изображено на рис. 408.

Само собою разумѣется, что, пуская муть на листы, необходимо озаботиться тѣмъ, чтобы муть эта распредѣлялась по листу ров-

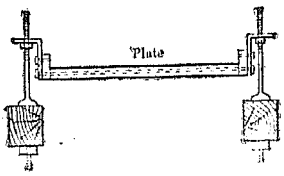


Рис. 408.

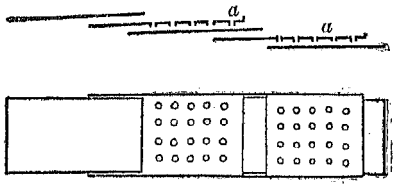


Рис. 409.

нымъ слоемъ. Для этого устраиваются такъ называемые распредѣлители, устройство которыхъ можетъ быть самымъ разнообразнымъ и о которыхъ было уже сказано выше при описаніи гердовъ.

Въ дополненіе къ сказанному по этому поводу можно упомянуть и слѣдующее устройство, изображенное на рис 409, гдѣ

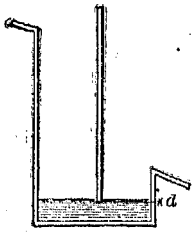


Рис. 410.

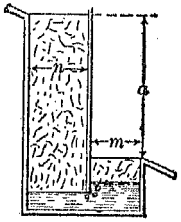


Рис. 411.

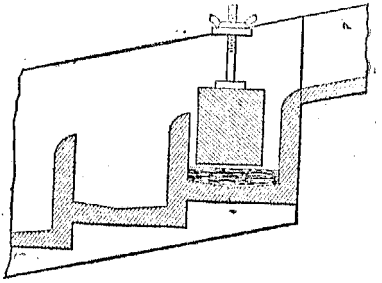


Рис. 412.

надъ верхней частью верхняго листа расположено два желѣзныхъ продырявленныхъ листа.

Выше было упомянуто объ амальгамаціонныхъ ловушкахъ. Детально устройство ихъ изображено на рис. 410 и 411. Назначеніе ихъ понятно. Муть, проходя подъ перегородкою, приходитъ въ тѣсное соприкосновеніе со ртутью, чѣмъ увеличиваются шансы на амальгамацію находящихся въ мути кусочковъ свободнаго золота.

Глубина, на которую перегородка можетъ быть погружена въ ртуть, вычисляется по формулѣ

$$d = \frac{am}{12{,}6\ (m+n)},$$

гдѣ d — искомая глубина, a — разница уровней мути въ обѣихъ колоннахъ ловушки, m и n—размѣры обѣихъ половинъ ловушки. 12,6—коэффиціентъ, показывающій, что столбъ ртути въ 1 дюймъ вышиной въ правой сторонѣ ловушки (на рисункѣ) въ состояніи уравновѣсить столбъ воды вышиною въ 13,6 дюймовъ.

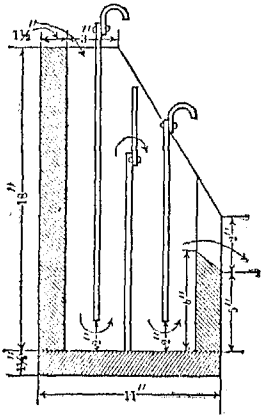


Рис. 413.

На рис. 412 изображена ловушка, употребляемая въ Венгріи, на рисункѣ же 413 — двойная ловушка, примѣняемая въ Блэкъ-Гиллѣ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда мы имѣемъ желоба (шлюзы), на которыхъ происходитъ

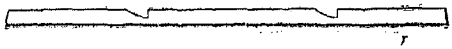


Рис. 414.

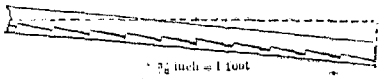


Рис. 415.

осажденіе изъ мути золота безъ помощи амальгамаціонныхъ листовъ, полезно устраивать въ днѣ ихъ углубленія той или другой формы (рис. 414 и 415), въ которыя и наливается ртуть.

Амальгаматоры.

Вмѣсто описаннаго способа амальгамаціи при помощи покрытыхъ амальгамою листовъ въ техникѣ обогащенія золотыхъ рудъ нерѣдко прибѣгаютъ къ устройству спеціальныхъ приборовъ, такъ называемыхъ амальгаматоровъ, назначеніе которыхъ смѣшать и привести тѣмъ самымъ въ тѣсное соприкосновеніе со ртутью измельченную передъ тѣмъ въ какомъ-либо изъ дробильныхъ приборовъ руду.

Примѣромъ расположенія амальгаматоровъ можетъ служить рис. 416.

Здѣсь a—толчея, c—желобъ, по которому муть изъ-подъ пестовъ попадаетъ сначала въ амальгаматоръ b, откуда по желобу f переходитъ въ амальгаматоръ e, d — ловушки для ртути.

Существеннымъ отличіемъ амальгаматоровъ отъ описанныхъ выше различныхъ мельницъ, въ которыхъ также производится

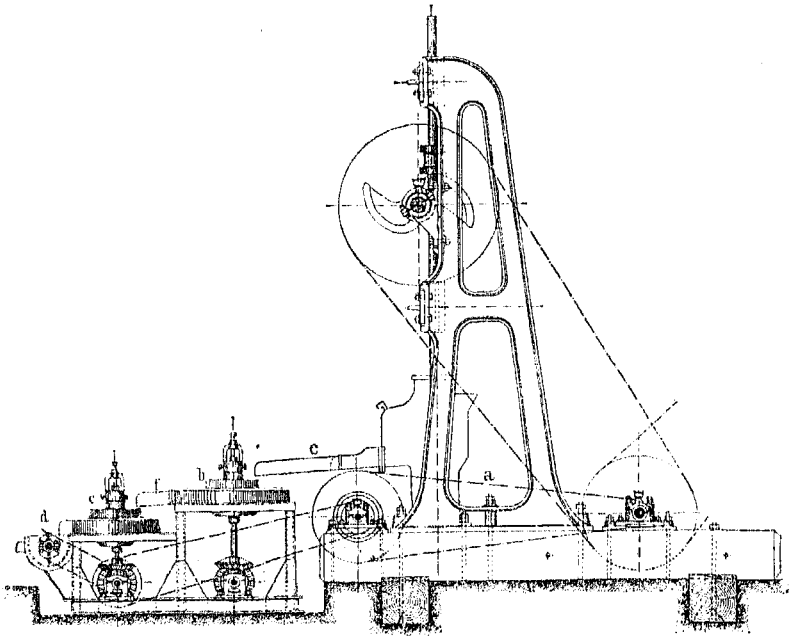


Рис. 416.

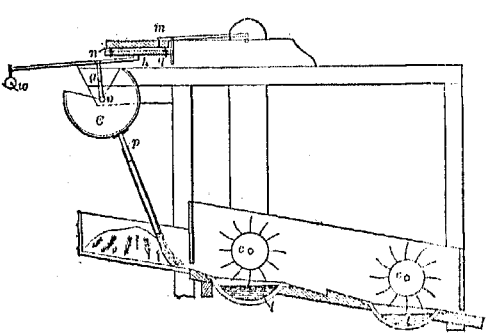


Рис. 417.

амальгамаціи, является то, что въ нихъ никакого дробленія руды не должно происходить. Старѣйшимъ типомъ такихъ амальгаматоровъ можетъ служить амальгаматоръ Атвуда, долгое время пользовавшійся обширнымъ распространеніемъ на практикѣ. Онъ изображенъ на рис. 417—418.

Устройство его понятно изъ чертежа. *t t''* —желоба (17″ длиною и 4—5″ глубиною, наполненные ртутью. Деревянные цилиндры *cc* снабжены лопастями изъ $^1/_4$″ круглаго желѣза, расположенными въ 12 рядовъ по 8 и 9 въ каждомъ ряду. Разстояніе

между осями цилиндровъ обыкновенно—2 ф. 10 дюймовъ, разница ихъ уровней—6 дюймовъ. Число оборотовъ цилиндровъ — 60 въ минуту.

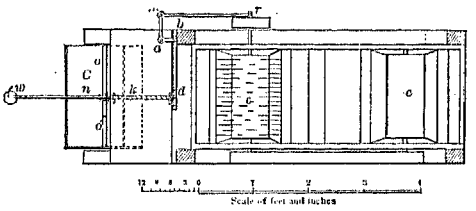
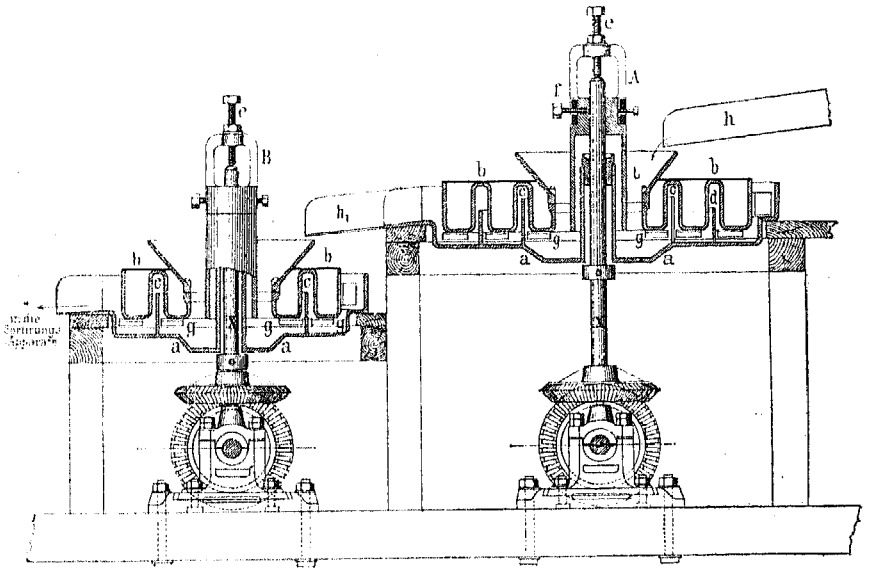


Рис. 418.

Подобнымъ амальгаматоромъ можно переработать около 3 тоннъ руды въ 24 часа при расходѣ воды въ 1 куб. ф. въ минуту.

Амальгаматоръ Ласло (László) изображенъ на рис. 419—420.

Обыкновенно, какъ это и изображено на рисункѣ, два амальгаматора располагаются рядомъ, образуя какъ бы одинъ приборъ. Муть поступаетъ сначала въ амальгаматоръ большихъ размѣровъ и затѣмъ переходитъ по желобу h_1 во второй амальгаматоръ.


Рис. 419.

Въ чашѣ бо́льшаго амальгаматора вставлено два желѣзныхъ кольца c и d, въ чашѣ же меньшаго всего одно кольцо c. Соотвѣтственно этимъ кольцамъ устраиваются бѣгуны b, къ нижнимъ горизонтальнымъ частямъ которыхъ прикрѣпляются

мѣшалки g, служащія для приведенія въ тѣсное соприкосновеніе ртути съ рудою.

На дно чаши амальгаматора слоемъ въ 10—15 мм. наливается ртуть, причемъ количество ея, помѣщающееся въ боль-

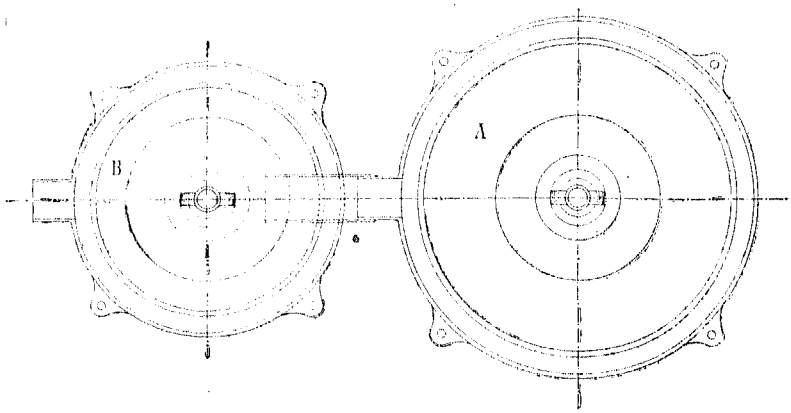


Рис. 420.

шемъ амальгаматорѣ, составляетъ около 50 кгр., въ меньшемъ же—около 25 кгр.

Расположеніе бѣгуновъ должно быть таково, чтобы при отсутствіи въ приборѣ руды мѣшалки g чуть-чуть не касались поверхности ртути (разстояніе около $^1/_{10}$ мм.), что достигается при помощи установительныхъ винтовъ l въ подпятникахъ амальгаматоровъ. Для этого устанавливаютъ сначала бѣгунъ такимъ образомъ, чтобы при вращеніи его мѣшалки слегка задѣвали поверхность ртути, и затѣмъ винтомъ e слегка поднимаютъ его до тѣхъ поръ, пока при вращеніи прибора не прекратится движеніе ртути.

Число оборотовъ бѣгуна зависитъ отъ содержанія шлиховъ въ мути. По Kirschner'у

при содержаніи шлиховъ въ 1—3% число оборотовъ въ минуту—8
" " " 3—6 " " " " 12
" " " свыше 6 " " " " 18

Подобный изображенному двойной амальгаматоръ можетъ переработать въ 24 часа до 2 тоннъ измельченной руды, при средней потерѣ ртути въ 24 грамма на тонну руды. Удаленіе скоп-

ляющейся въ приборѣ амальгамы производится черезъ каждые 5—10 дней въ зависимости отъ содержанія золота въ рудѣ. При содержаніи въ 5—6 золотниковъ удаленіе амальгамы можетъ производиться черезъ 10 дней.

Выходящую изъ амальгаматоровъ муть проводятъ черезъ особые резервуары (см. рис. 416 и 421), гдѣ изъ нея могутъ осѣсть частицы ртути и амальгамы, случайно унесенныя изъ амальгаматора движеніемъ жидкости.

Стоимость двойного амальгаматора системы Ласло съ желѣзной станиной и приводными устройствами около 1000 мар. при вѣсѣ около 600 кгр.

Приборъ, состоящій изъ шести паръ амальгаматоровъ Ласло, изображенъ на рис. 421. Вотъ нѣкоторыя данныя о немъ:

Наименованіе	Вѣсъ килогр.	Цѣна марокъ
6 паръ амальгаматоровъ László съ подпятниками и коническими шестернями, безъ горизонтальныхъ приводныхъ валовъ, и безъ желѣзной рамы	1800	4500
2 пріемника для ртути по 600 мм. діаметра	360	460
Горизонтальные приводные валы съ ступенчатымъ шкивомъ, цѣпью и цѣпными колесами . .	300	420
Желѣзная рама съ распредѣлительнымъ желобомъ .	1375	1390
Всего	3835	7770
Упаковка	1075	190

Говоря объ амальгамаціи, нельзя не сказать нѣсколько словъ о приборахъ для амальгамаціи серебряныхъ рудъ, хотя руды эти встрѣчаются въ природѣ сравнительно рѣдко и могутъ быть обогащаемы обыкновенными способами механической обработки рудъ. Въ прежнее время дробленіе и амальгамація серебряныхъ рудъ производилась въ однихъ и тѣхъ же приборахъ, называвшихся амальгаматорами, но за послѣднее время на основаніи указанныхъ причинъ начали предпочитать производить дробленіе серебряныхъ рудъ отдѣльно и пускать въ амальгаматоры уже измельченную руду.

Какъ понятно изъ сказаннаго, процессъ амальгамаціи при этомъ можетъ происходить гораздо совершеннѣе.

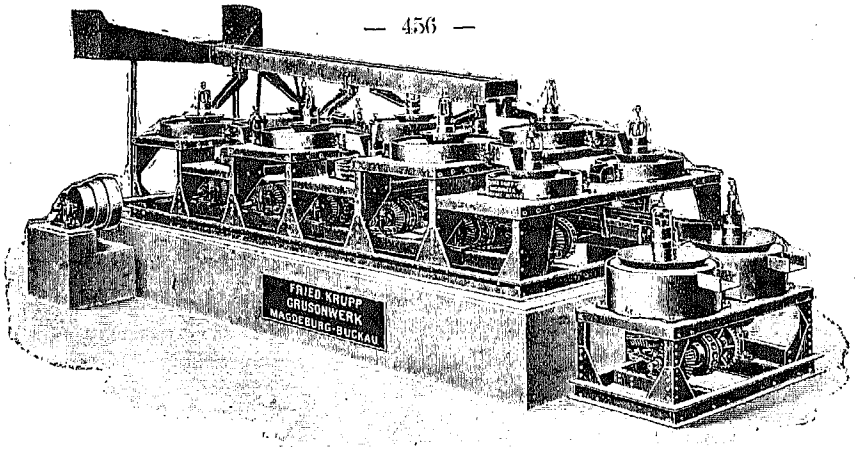


Рис. 421.

Амальгаматоръ въ томъ видѣ, какъ онъ строится фирмою Fraser & Chalmers, изображенъ на рис. 422—426.

Устройство его понятно изъ чертежа.

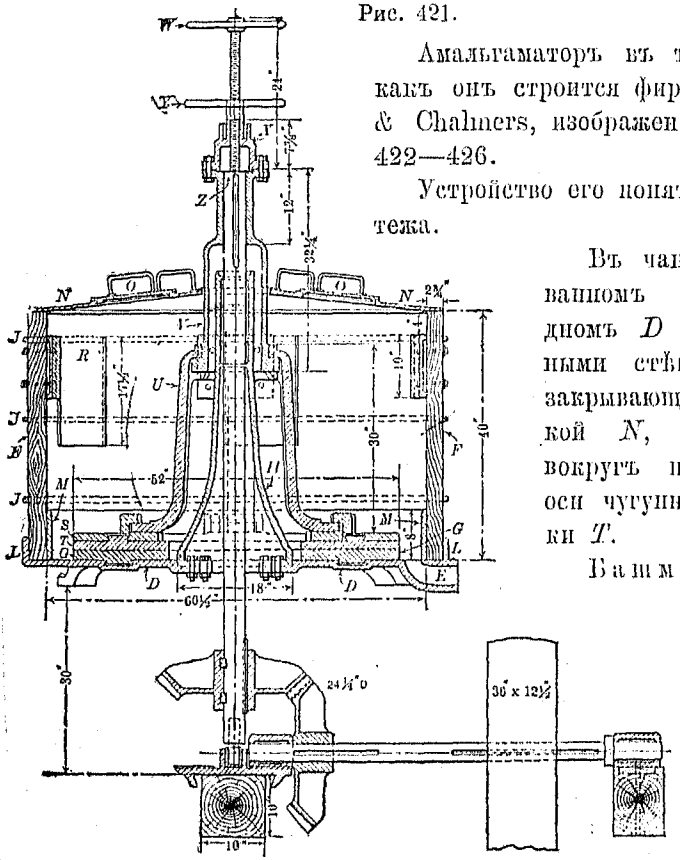


Рис. 422.

Въ чанѣ, образованномъ чугуннымъ дномъ D и деревянными стѣнками F и закрывающемся крышкой N, вращаются вокругъ центральной оси чугунные башмаки T.

Башмаки эти, одинъ изъ которыхъ детально изображенъ нарис. 426, укрѣпляются въ кольцеобразномъ чу-

гуномъ же жерновѣ S, который, вращаясь, заставляетъ ихъ двигаться надъ чугуннымъ кольцомъ G, составленнымъ изъ отдѣльныхъ секторовъ (рис. 425), уложенныхъ на чугуномъ днѣ амальгаматора, изображенномъ на рис. 424. Сила, потребная для приведенія въ дѣйствіе амальгаматора, подобнаго описанному. 3—5HP, Число оборотовъ — около 70—80 въ минуту. R—лопасти, подающія муть къ центру прибора подъ башмаки. При обыкновенномъ діаметрѣ амальгаматора въ 5 фут. среднюю производительность его можно принять равной 5—6 тоннамъ руды въ сутки при потерѣ ртути около $1^1/_2$ фунтовъ на тонну руды.

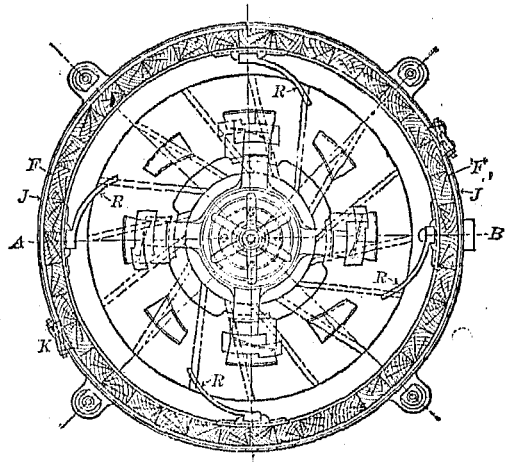


Рис. 423.

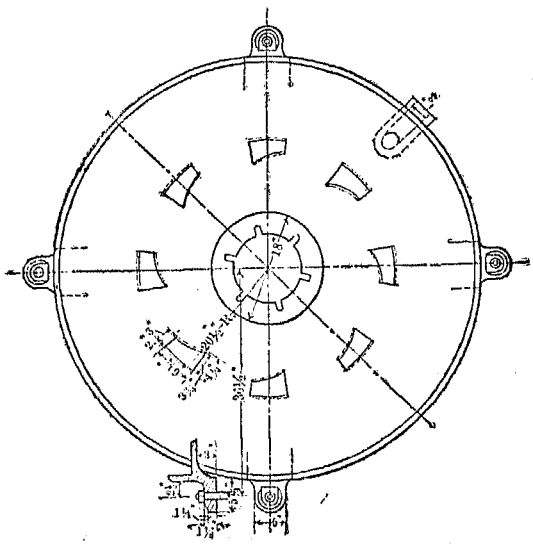


Рис. 424.

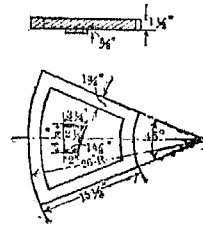


Рис. 425.

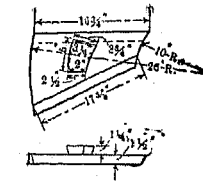


Рис. 426.

Необходимо замѣтить, что въ противоположность амальгамаціи золота амальгамація серебряныхъ рудъ должна сопровождаться нѣкоторыми другими химическими процессами, которые и производятся въ томъ же амальгаматорѣ.

Отсылая за химическими подробностями этихъ процессовъ къ спеціальнымъ сочиненіямъ, нужно замѣтить только, что иногда въ цѣляхъ облегченія этихъ процессовъ дно амальгаматора дѣлается двойнымъ, причемъ въ промежутки между обѣими стѣнками его пропускается паръ, служащій для нагрѣванія находящейся въ амальгаматорѣ массы.

Работа въ амальгаматорѣ производится или періодически, или же непрерывно. Въ первомъ случаѣ, если, кромѣ того, руду надо нѣсколько измельчить, наполнивъ амальгаматоръ рудою и водою въ такой пропорціи, чтобы прибавляемая ртуть не тонула въ полученной массѣ, амальгаматоръ закрываютъ и приводятъ въ движеніе, пока находящаяся въ приборѣ руда не будетъ въ достаточной степени измельчена. Время, потребное для этого,— отъ $^1/_2$ до 4 часовъ. Послѣ этого, приподнявъ бѣгуны, прибавляютъ въ приборъ ртути и продолжаютъ перемѣшиваніе массы, находящейся въ амальгаматорѣ еще въ продолженіе 4—8 часовъ. Послѣ этого все содержимое изъ амальгаматора выпускаютъ черезъ выпускное отверстіе и снова нагружаютъ приборъ новой порціей руды.

При непрерывной работѣ муть въ амальгаматоры поступаетъ болѣе жидкая, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ, и непрерывно, точно такъ же, какъ и вытекаютъ непрерывно изъ него амальгама и остатокъ отъ амальгамаціи.

Нѣкоторыя детали относительно амальгаматора можетъ дать таблица на стр. 461, относящаяся къ амальгаматорамъ, изготовляемымъ фирмою Krupp Grusonwerk.

Изъ амальгаматоровъ полученная въ нихъ масса, состоящая изъ мути, амальгамы и ртути, поступаетъ въ такъ называемые сеттлеры или промывные котлы, назначеніе которыхъ состоитъ въ выдѣленіи изъ нея амальгамы и ртути.

Устройство сеттлера по идеѣ то же самое, что и амальгаматора, съ тою разницею, что въ виду отсутствія надобности въ какомъ-либо дробленіи башмаки дѣлаются деревянными, какъ это изо-

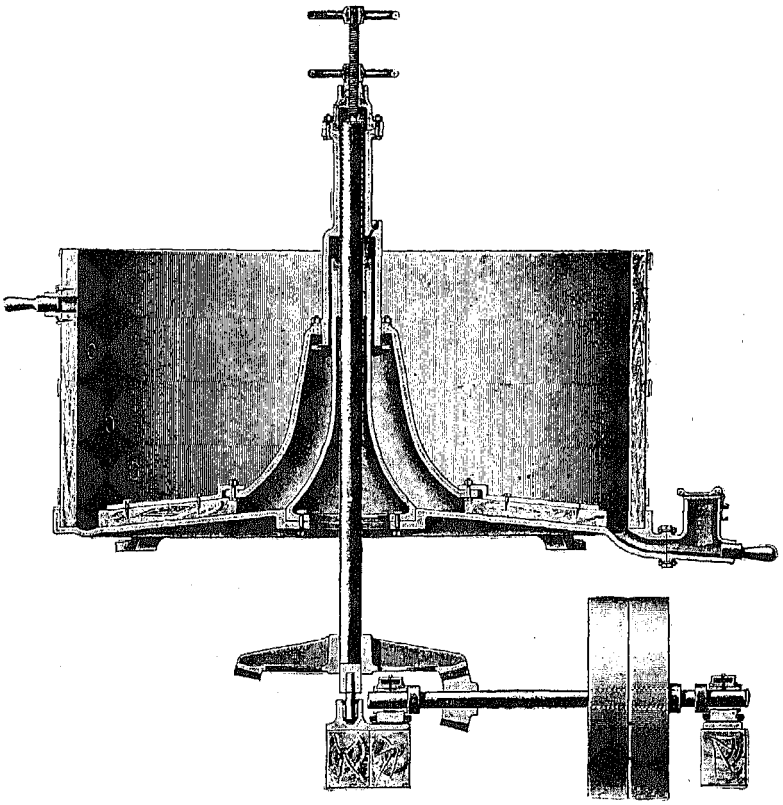


Рис. 427.

бражено на рис. 427, въ другихъ же случаяхъ даже перемѣшиваніе находящейся въ приборѣ массы производится при помощи лопастныхъ мѣшалокъ, чугунныхъ, какъ изображено на рис. 428, или же деревянныхъ, какъ видно на рис. 429.

Данныя фирмы Krupp относительно сеттлеровъ сгруппированы въ таблицѣ на стр. 462.

Въ заключеніе сказаннаго объ амальгамаціи нужно замѣтить, что амальгама, полученная однимъ изъ выше описанныхъ способовъ, часто является нечистой. Кусочки золота нерѣдко являются уловленными ею лишь отчасти, такъ какъ покрыты въ извѣстной своей части или рубашкой сѣрнистыхъ, сурь-

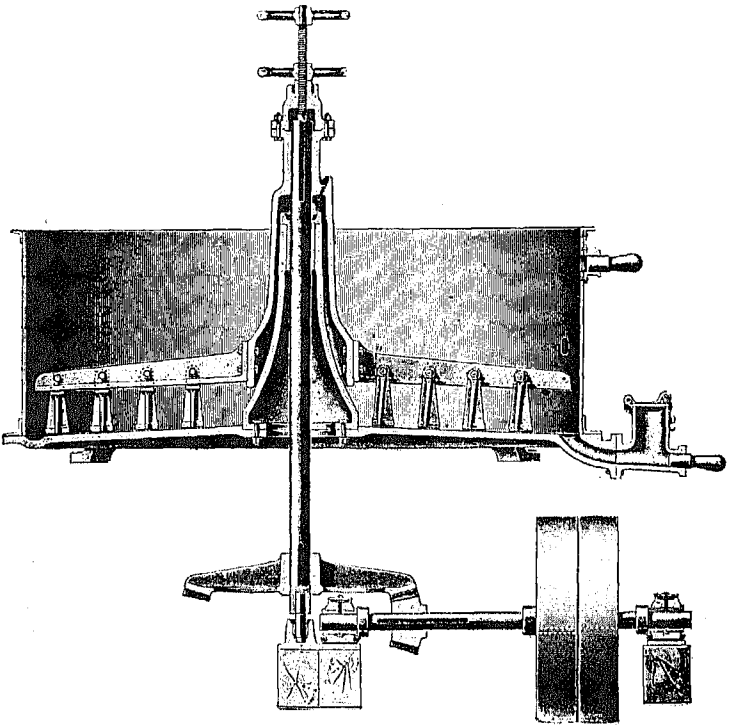


Рис. 428.

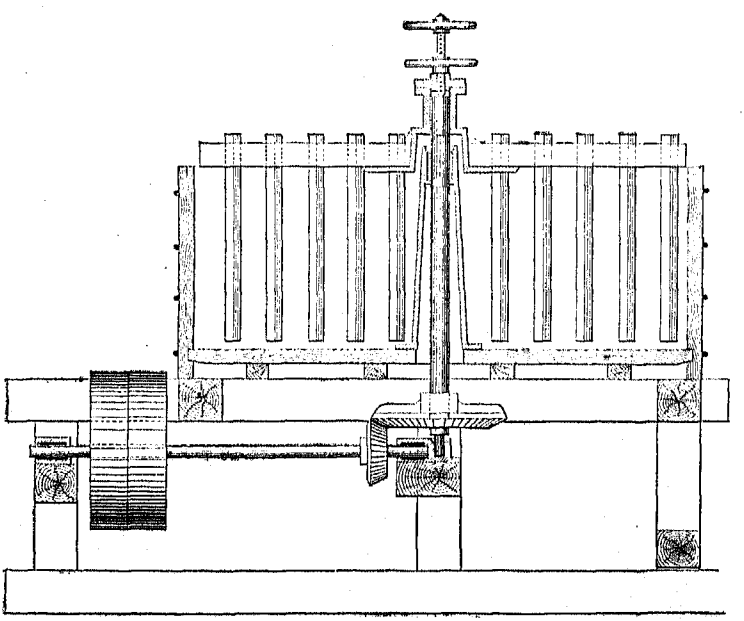


Рис. 429.

№			1	2
Внутренній діаметръ котла		мм	1000	1525
Вышина котла		»	750]	1040
Діаметръ приводнаго шкива		»	500	900
Ширина приводнаго шкива		»	150	200
Число оборотовъ приводнаго шкива		въ минуту	120—140	120—140
Число оборотовъ бѣгуна		» »	60—70	60—70
Потребная сила		около *HP*	3	5
Мѣсто, занимаемое котломъ	длина	м	2,00	2,60
	ширина	»	1,30	1,80
	вышина	»	2,20	3,00
Приблизительный вѣсъ котла:				
A. Съ простымъ чугуннымъ дномъ и деревяннымъ кожухомъ		кгр.	1500	3375 *)
B. Съ простымъ чугуннымъ дномъ и кожухомъ изъ листового желѣза		»	1600	3500
C. Съ нагрѣваемымъ паромъ чугун. двойнымъ дномъ и кожухомъ изъ лист. желѣза		»	1650	3725
D. Съ нагрѣваемымъ паромъ чугун. двойнымъ дномъ и деревяннымъ кожухомъ		»	1550	3525
Вѣсъ упаковки		»	300	800
Цѣна котла:				
A. Съ простымъ чугуннымъ дномъ и деревяннымъ кожухомъ		Марокъ	1120	2070
B. Съ простымъ чугуннымъ дномъ и кожухомъ изъ листового желѣза		»	1170	2130
C. Съ нагрѣваемымъ паромъ чугун. двойнымъ дномъ и кожухомъ изъ лист. желѣза		»	1230	1220
D. Съ нагрѣваемымъ паромъ чугун. двойнымъ дномъ и деревяннымъ кожухомъ		»	1180	2160
Цѣна упаковки		»	50	110

№		1	2
Внутренній діаметръ котла	мм	1500	2440
Вышина котла	»	700	1220
Діаметръ приводнаго шкива	»	600	900
Ширина приводнаго шкива	»	125	175
Число оборотовъ приводнаго шкива	въ минуту	60	60
Число оборотовъ мѣшалокъ	» »	15	15
Потребная сила, *HP*	около	2	3
Мѣсто, занимаемое котломъ: длина	м	2,50	3,80
Мѣсто, занимаемое котломъ: ширина	»	2,00	3,10
Мѣсто, занимаемое котломъ: вышина	»	2,20	3,25
Приблизительный вѣсъ котла:			
A. Съ чугуннымъ мѣшательнымъ дискомъ и деревяннымъ кожухомъ	кгр.	1800	4100
B. Съ чугуннымъ мѣшательнымъ дискомъ и кожухомъ изъ листового желѣза	»	1800	4100
C. Съ 4-мя чугунными плечами для мѣшалокъ и кожухомъ изъ листового желѣза	»	1350	3500
D. Съ 4-мя чугунными плечами для мѣшалокъ и деревяннымъ кожухомъ	»	1350	3500
Вѣсъ упаковки	»	450	800
Цѣна котла:			
A. Съ чугуннымъ мѣшательнымъ дискомъ и деревяннымъ кожухомъ	Марокъ	1600	2620
B. Съ чугуннымъ мѣшательнымъ дискомъ и кожухомъ изъ листового желѣза	»	1660	2680
C. Съ 4-мя чугунными плечами для мѣшалокъ и кожухомъ изъ листов. желѣза	»	1300	2220
D. Съ 4-мя чугунными плечами для мѣшалокъ и деревяннымъ кожухомъ	»	1240	2160
Цѣна упаковки	»	60	110

На 2 амальгаматора діам. въ 1000 мм. требуется 1 промывной котелъ № 1.
» 2 » » » 1525 » » 1 » » » 2.

мянистыхъ и другихъ т. п. соединеній или же не совсѣмъ освобождены отъ сросшейся съ ними породы, такъ какъ достаточно, чтобы въ кусочкѣ мути обнажалась хоть незначительная поверхность золота, чтобы кусочекъ этотъ былъ схваченъ амальгамою. Точно также схватываются амальгамой кусочки колчедановъ, кварца, магнитнаго желѣзняка и т. д., если на поверхности ихъ обнажаются хоть незначительныя поверхности включеній золотинокъ.

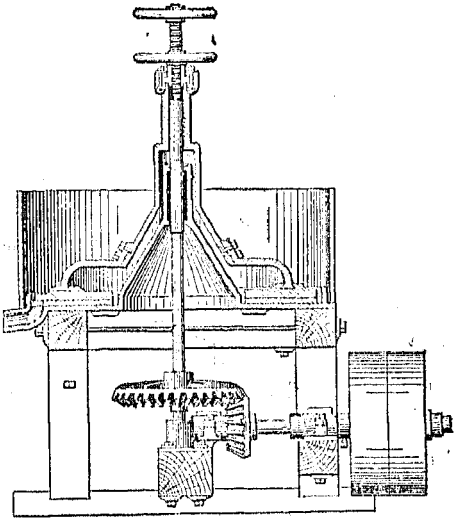


Рис. 430.

Благодаря этимъ обстоятельствамъ получаемая амальгама можетъ быть нечистой и требуетъ очищенія, для чего и служатъ мельницы, подобныя изображеннымъ на рис. 430 и 431.

Устройство ихъ послѣ сказаннаго объ амальгаматорахъ не требуетъ поясненій. Башмакъ ихъ, вращаясь, растираетъ амальгаму, освобождая ее отъ примѣсей, благодаря чему въ результатѣ процесса мы получаемъ чистую амальгаму и муть (грязь), идущую въ отвалъ.

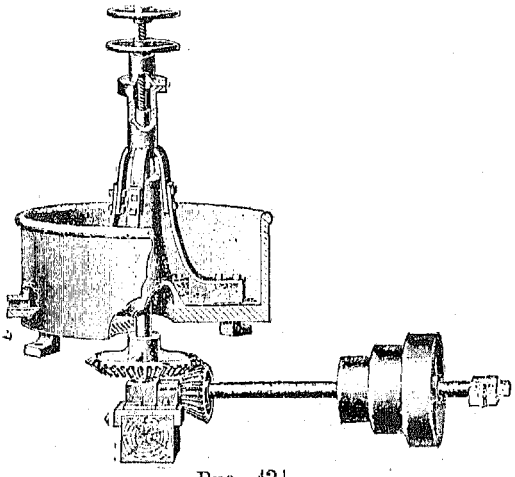


Рис. 431.

Само собой разумѣется, что скорость вращенія башмаковъ не должна быть такой, чтобы подъ вліяніемъ ихъ ртуть могла разбиваться на отдѣльные шарики (немзоваться).

Раздѣленіе.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда въ рудномъ золотѣ находится свободное золото, введеніе въ процессъ обогащенія амальгамаціи, въ томъ или другомъ размѣрѣ, является, вообще говоря, правиломъ и лишь сравнительно рѣдко муть, получающаяся при дробленіи золотыхъ рудъ, пускается непосредственно на шлюзы (герды, плоскони), на которыхъ осѣданіе изъ нея частицъ золота происходитъ совершенно подобно тому, какъ это было описано при обогащеніи рудъ вообще. Нѣсколько ниже, при описаніи процесса обогащенія разсыпного золота, устройство шлюзовъ будетъ описано подробнѣе; здѣсь же замѣтимъ, что кромѣ свободнаго золота въ мути, полученной въ какомъ-либо раздробляющемъ аппаратѣ, всегда можетъ находиться золото въ видѣ различныхъ сѣрнистыхъ мышьяковистыхъ, теллуристыхъ и т. п. соединеній, т. е. такъ называемое химическое золото.

Это золото проходитъ черезъ всѣ амальгамаціонныя приспособленія, не улавливаясь, и поэтому муть, выходящая изъ амальгамаціонныхъ устройствъ, часто можетъ оказаться весьма и весьма богатой золотомъ и заслуживаетъ спеціальной обработки.

Простѣйшимъ способомъ обработки ея является, конечно, обработка на шлюзахъ, подобныхъ описаннымъ выше для самыхъ мелкихъ рудныхъ сортовъ, но за послѣднее время въ золотомъ дѣлѣ получили широкое примѣненіе и различные герды, какъ, напримѣръ, гердъ (столъ) Вильфли и др., штосгердъ Риттингера, герды Штейна-Бильгарца, Линкенбаха, Барча и т. д., на которыхъ достигается весьма полное извлеченіе золота изъ заключающей его мути.

Параллельно съ распространеніемъ этихъ устройствъ начало развиваться и другое весьма важное усовершенствованіе въ дѣлѣ обогащенія золотыхъ рудъ: предварительная передъ поступленіемъ на раздѣляющія устройства сортировка мути въ шпицкастенахъ, шпицлуттахъ и т. д.

Въ виду этого обстоятельства, являющагося, конечно, крупнымъ шагомъ впередъ въ дѣлѣ обработки золотыхъ рудъ, въ настоящее время представляется совершенно излишнимъ приводить различныя схемы обогащенія золотыхъ рудъ, такъ какъ схемы эти цѣликомъ соотвѣтствуютъ схемамъ обогащенія рудъ вообще.

Основываясь на выше описанныхъ законахъ и процессахъ раздѣленія рудныхъ песковъ, муки и пыли, технику необходимо самому, основываясь на качествѣ подлежащихъ обработкѣ рудъ, составить ту или другую схему обогащенія, конечными членами которой явятся описанные выше различные герды и затѣмъ освѣтлительные бассейны, теорія которыхъ изложена на стр. 197—202.

Обработка золотосодержащихъ песковъ.

Золотосодержащіе пески по самому существу своему представляютъ собой массу гораздо болѣе рыхлую и мягкую, чѣмъ золотыя руды коренныхъ мѣсторожденій, вслѣдствіе чего процессы механической обработки ихъ отличаются отъ описанныхъ способовъ обогащенія рудного золота отсутствіемъ раздробляющихъ механизмовъ.

При этомъ, однако, нужно замѣтить, что золотосодержащіе пески все-таки не являются совершенно рыхлой массой, а являются глинистыми, вязкими, слипшимися въ комья и т. д. Поэтому обработка ихъ всегда сопровождается тѣми или другими разрыхляющими процессами, которые предшествуютъ собственно промывкѣ ихъ на шлюзахъ (гердахъ).

Само собой понятно, что разрыхленіе это, по назначенію своему вполнѣ аналогичное дробленію, на практикѣ весьма отлично отъ послѣдняго.

Въ наиболѣе легкихъ случаяхъ разрыхленіе можетъ быть достигнуто струей воды, текущей по шлюзу; въ другихъ же болѣе трудныхъ случаяхъ разрыхленіе производится при помощи ручной или механической силы—растираніемъ золотосодержащей массы лопатами, скребками, башмаками и т. п. (т. н. „протиркой“).

Другой отличительной чертой обработки золотосодержащихъ песковъ является то, что въ нихъ мы встрѣчаемъ исключительно свободное золото, т. е. золото въ самородномъ состояніи, въ то время какъ въ рудномъ золотѣ, какъ мы знаемъ, золото встрѣчается и не въ самородномъ состояніи.

Въ то время, какъ въ практику механической обработки рудного золота за послѣднее время все болѣе и болѣе входятъ научные пріемы и идеи механической обработки рудъ вообще, съ промывкой золотосодержащихъ песковъ дѣло обстоитъ гораздо хуже и, не говоря уже про Россію, и въ другихъ золотодобывающихъ странахъ промывка золотосодержащихъ песковъ ведется

далеко неудовлетворительно по пріемамъ, выработаннымъ практикой, но весьма несовершеннымъ по своимъ результатамъ.

Лучшимъ доказательствомъ такого мнѣнія можетъ служить тотъ общеизвѣстный фактъ, что отвалы старыхъ розсыпей не только у насъ въ Россіи, а и въ другихъ странахъ оказываются настолько богатыми золотомъ, что заслуживаютъ вторичной переработки.

Само собою очевидно, что объясняется это исключительно тѣмъ, что въ примѣнявшихся золотопромывальныхъ устройствахъ существовалъ значительный сносъ золота. И дѣйствительно, исходя изъ изложенныхъ выше общихъ основаній обогащенія, нельзя не признать, что и примѣняющіеся въ настоящее время приборы для промывки песковъ въ громадномъ большинствѣ своемъ весьма и весьма несовершенны и допускаютъ очень значительный сносъ золота.

Изъ нижеслѣдующаго описанія примѣняющихся для промывки золотосодержащихъ песковъ это обстоятельство будетъ видно съ неподлежащей сомнѣнію ясностью, точно такъ же, какъ и тотъ фактъ, что коренная реформа въ дѣлѣ извлеченія золота изъ „рудъ розсыпей“ необходима.

Какимъ путемъ направится эта реформа, сказать, конечно, въ настоящее время невозможно. Слѣдуетъ констатировать, что пока улучшенія въ дѣлѣ промывки золотосодержащихъ песковъ идутъ лишь въ направленіи улучшенія устройства шлюзовъ, между тѣмъ какъ было бы, повидимому, вполнѣ возможно взглянуть на дѣло и съ другой стороны.

Какъ сказано выше, существенное отличіе промывки золотыхъ песковъ отъ обогащенія руднаго золота—это практически различные способы измельченія массъ, поступающихъ въ обработку.

При измельченіи золотосодержащихъ песковъ намъ не приходится прибѣгать къ дробленію въ тѣсномъ значеніи этого слова. Та часть „песковъ“, которая дѣйствительно содержитъ въ себѣ золото, является всегда болѣе или менѣе рыхлой, разсыпчатой, мягкой и т. д. въ то время, какъ такъ называемая галька золотосодержащихъ песковъ, т. е. болѣе или менѣе крупные куски твердыхъ породъ, запутанные въ массѣ „золотыхъ песковъ“, золота никогда не содержатъ, вслѣдствіе чего дробленію и не подлежатъ.

Поэтому первой задачей промывки золотыхъ песковъ является лишь разрыхленіе массы и отдѣленіе отъ нея тѣхъ крупныхъ

кусковъ породы (гальки), которые вовсе не надо измельчать. Очевидно, что до этого момента обработка руднаго золота и обработка золотыхъ песковъ всегда будутъ существенно отличаться другъ отъ друга, но затѣмъ пріемы механической обработки обѣихъ категорій золотыхъ рудъ, повидимому, могутъ быть болѣе или менѣе одинаковыми, такъ какъ и въ томъ, и другомъ случаѣ предметомъ нашей обработки явится жидкая масса, такъ называемая муть, т. е. шламмъ.

Поэтому амальгамація въ описанныхъ выше размѣрахъ, сортировка мути на сорта и затѣмъ обработка ея на гердахъ той или другой конструкціи является вполнѣ возможной.

Такіе совершенные въ смыслѣ обработки мельчайшаго шламма приборы, какъ столъ Вильфли, герды Линкенбаха, Штейна-Вильгарца и т. д. всегда явятся гораздо болѣе раціональными приборами для извлеченія золота изъ шламма, чѣмъ шлюзы, какъ бы мы ихъ ни устраивали.

Высказываясь въ пользу указанной реформы въ дѣлѣ обработки золотыхъ песковъ, конечно, нельзя не замѣтить, что она можетъ встрѣтить на пути своего осуществленія серьезныя препятствія въ томъ отношеніи, что разработка золотыхъ розсыпей, являющаяся, вообще говоря, піонеромъ всякой промышленности, большею частью производится въ мѣстностяхъ глухихъ и удаленныхъ отъ культуры и сплошь и рядомъ находится въ рукахъ людей безъ достаточныхъ техническихъ познаній. Однако, это не должно останавливать техниковъ: ихъ задача и состоитъ именно въ проведеніи въ жизнь практическихъ результатовъ техническаго знанія, въ предѣлахъ возможности.

Въ полномъ процессѣ промывки золотосодержащихъ песковъ можно различить четыре періода:

1) протирку песковъ,
2) сокращеніе песка до сѣраго шлиха,
3) сокращеніе сѣраго шлиха до чернаго шлиха и, наконецъ,
4) окончательное отдѣленіе золота.

Въ частности эти операціи могутъ производиться или отдѣльно другъ отъ друга, на различныхъ приборахъ, или же сливаться другъ съ другомъ, непрерывно слѣдуя другъ за другомъ.

Простѣйшимъ приборомъ, послѣ лотка *) для промывки пе-

*) Приборъ вродѣ обыкновеннаго ковша или плоскаго таза.

сковъ, является такъ называемая „*американка*“, т. е. небольшой узкій шлюзъ съ плинтусами, покрытый по всей длинѣ своей грохотомъ, т. е. продырявленными деревянными досками.

Одно изъ подобныхъ устройствъ изображено на рис. 432.

Пески поступаютъ по приводному (желобу) на американку и протираются на грохотѣ при помощи желѣзныхъ и деревянныхъ

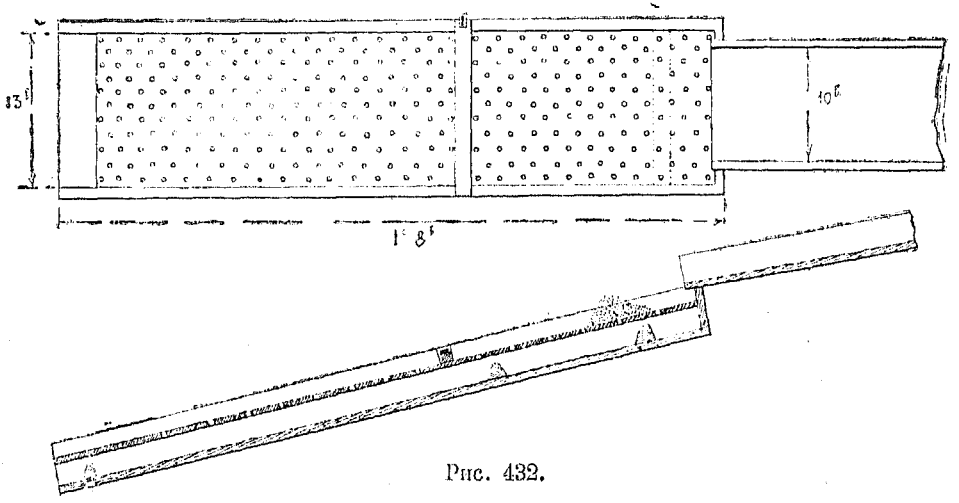


Рис. 432.

кребковъ. Непроходящая черезъ отверстія грохота галька и часть эфелей, т-е. пустой породы, сносится съ прибора, остальная же часть эфелей, т. е. золото проваливается черезъ отверстія грохота на плоскость шлюза, съ котораго періодически и собирается, чтобы поступить въ обработку на лоткахъ или въ вашгердахъ.

Для предохраненія скопляющагося на шлюзѣ золота отъ покражи грохотъ соединяется со шлюзомъ при помощи замка.

Производительность американки колеблется отъ 0,5 до 1 куб. саж. въ день, причемъ послѣдней достигаютъ очень рѣдко и на американкахъ не менѣе $4^1/_2$—5 арш. длиною. Уклонъ американокъ къ горизонту очень разнообразенъ и измѣняется отъ 0,045 до 0,100.

Нѣсколько болѣе сложнымъ приборомъ для промывки песковъ являются бутары.

Въ отличіе отъ описанныхъ „американокъ“ бутара представляетъ собой шлюзъ, лишь верхняя часть котораго (головка) покрыта желѣзнымъ грохотомъ.

Одно изъ простѣйшихъ устройствъ этого рода изображено на рис. 433 и 434.

Проходящій черезъ грохотъ матеріалъ, прежде чѣмъ попасть на шлюзъ, долженъ пройти по одной или двумъ или тремъ наклоннымъ плоскостямъ (изъ досокъ). Подобное устройство называется „оборотомъ“ и имѣетъ цѣлью улучшить перемѣшиваніе промываемаго матеріала и кромѣ того направить его къ задней стѣнкѣ бутары. Дѣлаютъ бутары съ однимъ, двумя и даже съ тремя оборотами.

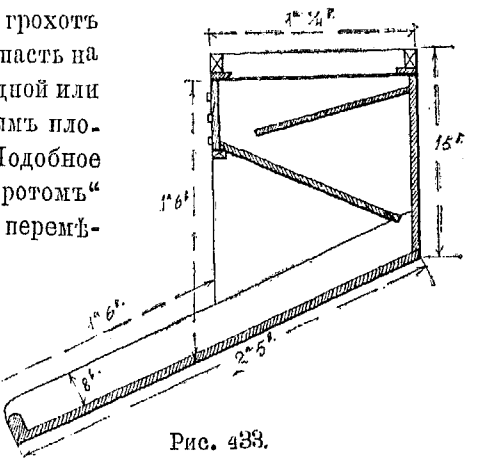


Рис. 433.

Нѣсколько болѣе сложнаго устройства бутара изображена на рис. 435 и 436.

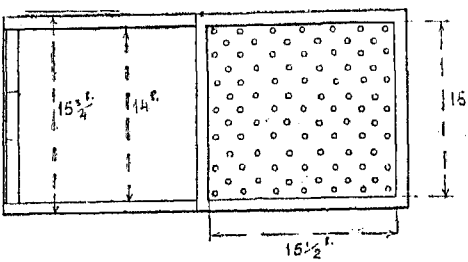


Рис. 434.

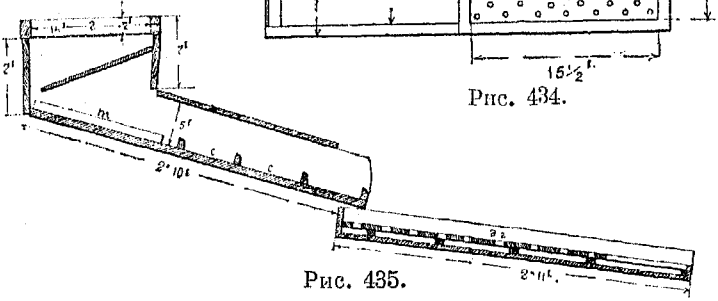


Рис. 435.

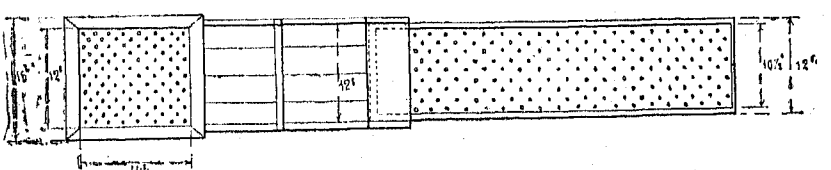


Рис. 436.

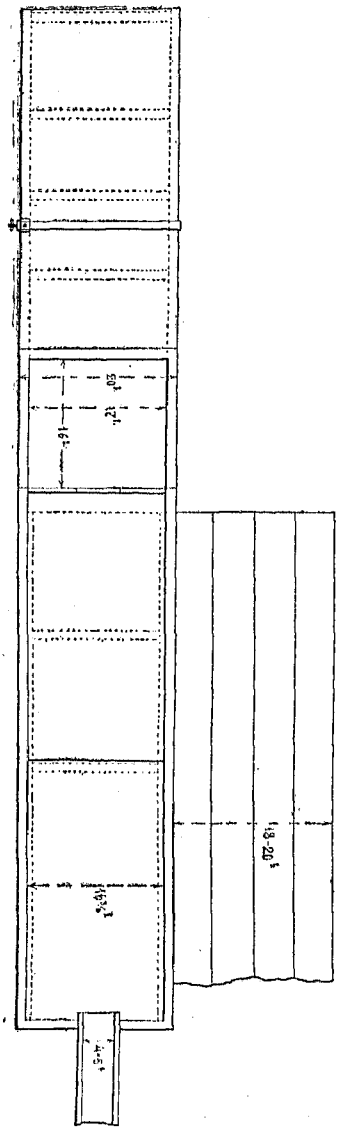


Рис. 438.

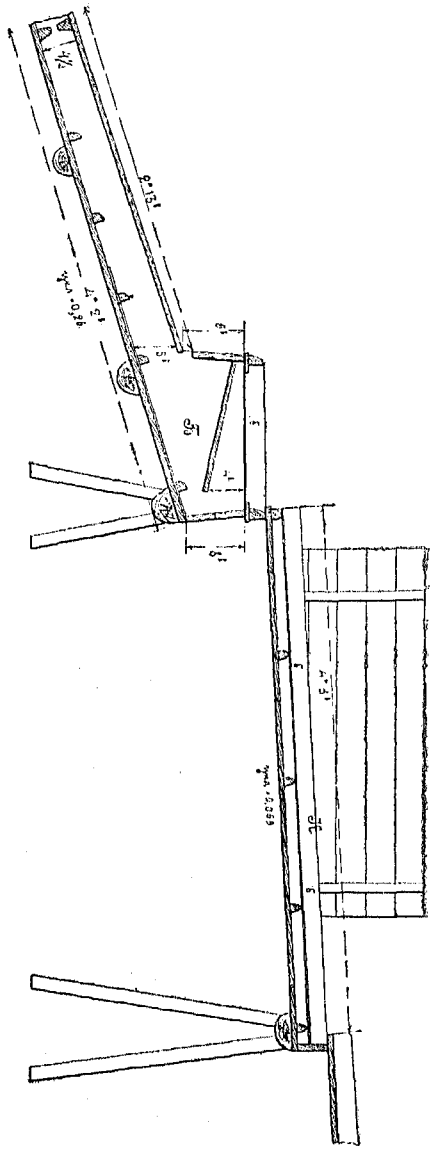


Рис. 437.

Здѣсь къ хвостовой части бутары прилаживается такъ называемая колода, представляющая собой обыкновенную американку. Такое устройство, лишь очень немного повышая про-

изводительность всего прибора, содѣйствуетъ болѣе совершенной промывкѣ песковъ.

На рис. 437 и 438 изображено обратное устройство: здѣсь американка помѣщена выше головки бутары.

Какъ американка, такъ и самый шлюзъ запираются на замокъ. Деталь подобнаго запора изображена на рис. 439.

Въ описанныхъ до сихъ поръ бутарахъ пески доставляютъ на нихъ силою рабочихъ, на бутарѣ же, изображенной на рис. 440 и 441, изображена такъ называемая конная бутара.

Рис. 439.

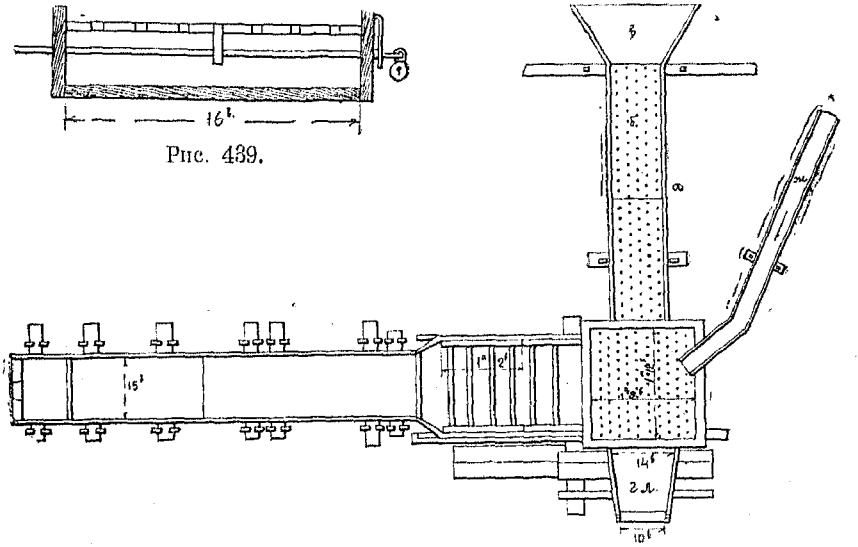


Рис. 440.

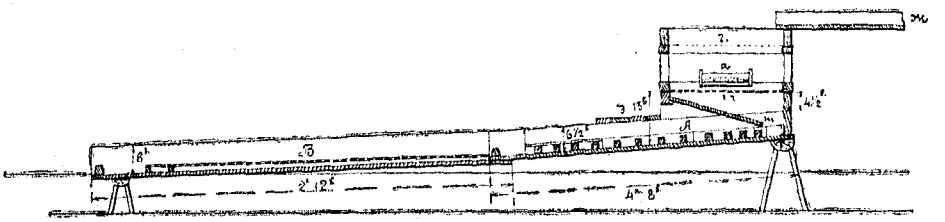


Рис. 441.

Здѣсь пески изъ таратаекъ засыпаются съ помоста черезъ воронку въ американку *а* съ дномъ, выложеннымъ листами стараго бутарнаго желѣза, и перегребаются на грохотъ, расположенный

надъ головкой бутары. Непрошедшая черезъ грохотъ галька удаляется черезъ галечный люкъ.

Вода для орошенія песковъ на бутарѣ подводится по желобу *жс*, отъ котораго отходитъ боковой желобъ (не показанный на рис.) для орошенія песковъ на американкѣ. Для болѣе равномѣрнаго поступленія воды на грохотъ головки бутары вода изъ желоба *жс* поступаетъ сначала въ ящикъ *я* съ дномъ изъ листового желѣза съ отверстіемъ.

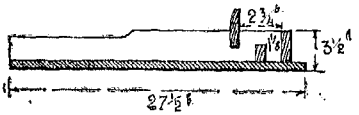


Рис. 442.

Полученные на описанной бутарѣ сѣрые шлихи отбиваются на вашгердѣ, изображенномъ на рис. 442 и 443. Стоимость постройки подобной бутары въ Амурской области около 250 р.

На бутарѣ задолжаются 3—4 человѣка, могущіе при благопріятныхъ обстоятельствахъ промыть отъ 2,5 до 3 куб. саж. песковъ въ день.

Существеннымъ элементомъ въ устройствѣ бутаръ является, конечно, уклонъ поверхности ихъ шлюзовъ. Уклонъ этотъ на пріискахъ Амурско-Приморской области колеблется въ предѣлахъ

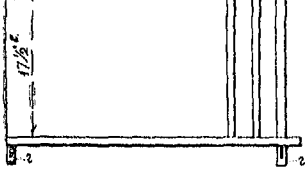


Рис. 443.

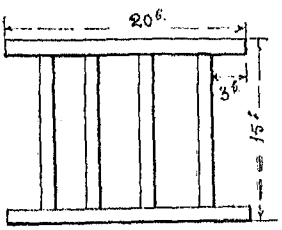


Рис. 444.

отъ 0,105, чаще же отъ 0,200 до 0,380, доходя въ рѣдкихъ случаяхъ до 0,500.

Прибавленіе американки къ головѣ бутары даетъ возможность увеличить производительность прибора, такъ какъ американкѣ можно придать болѣе значительный уклонъ, не рискуя этимъ вызвать лишній сносъ золота. Расположеніе американки у хвостовой части бутары имѣетъ значеніе лишь постолько, поскольку удлиняетъ длину пути, проходимаго песками при промывкѣ, что даетъ возможность слегка увеличить уклонъ бутары.

На плоскость шлюзовъ бутары всегда кладутся деревянныя рѣшетки, деревянные или металлическіе трафареты, плинтусы и т. п. задерживающіе золото приборы, подъ которые кладутъ сукно (большею частью сѣрое, такъ называемое солдатское) или же волосяные коврики (маты), чаще всего въ головной части шлюза, рѣже же—по всей его длинѣ.

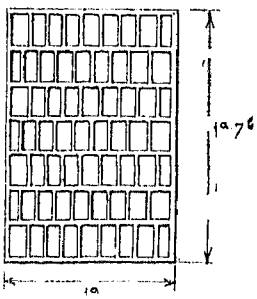


Рис. 445.

Деревянная рѣшетка, помѣщаемая на плоскости шлюза, изображена на рис. 444, а металлическій трафаретъ—на рис. 445.

Какъ мы видѣли, описанныя приспособленія для промывки песковъ отличаются очень малой производительностью, а потому примѣняются или при развѣдкахъ розсыпей, или же старателями; при разработкахъ же болѣе значительныхъ употребляются устройства болѣе крупныя, среди которыхъ можно различить двѣ категоріи:

1) разнообразнаго устройства шлюзы, называемые въ Сибири „кулибинками“ и

2) бочечныя машины и чаши.

1) Шлюзы (кулибинки).

Кулибинка Джалонской К° изображена на рис. 446.

Она состоитъ, въ сущности говоря, изъ 2 кулибинокъ и можетъ переработать въ смѣну отъ 20 до 24 куб. саж.

Ш - Ш—главные шлюзы длиною 9 арш., при ширинѣ въ 1 арш. и уклонѣ въ 0,1354 ($6^1/_2$ вершк. на 1 пог. саж.) Плоскость шлюзовъ выложена сукномъ, покрытымъ трафаретами, на которыхъ въ свою очередь положены листы бутарнаго желѣза (продырявленные желѣзные листы). Пески, заваленные на головныя части шлюзовъ, размываются водою, поступающей на нихъ изъ брызгалъ *р... р.*

Вода, необходимая для промывки, идетъ по сплоткамъ *С* въ ящикъ *ВВ*, разрѣзъ котораго по линіи *KL* представленъ на рис. 447, откуда по трубамъ *n*, *n*, *m* и *m*, поступаетъ въ названныя брызгала *р... р.*

Подъ вліяніемъ движенія воды болѣе крупныя и легкія части

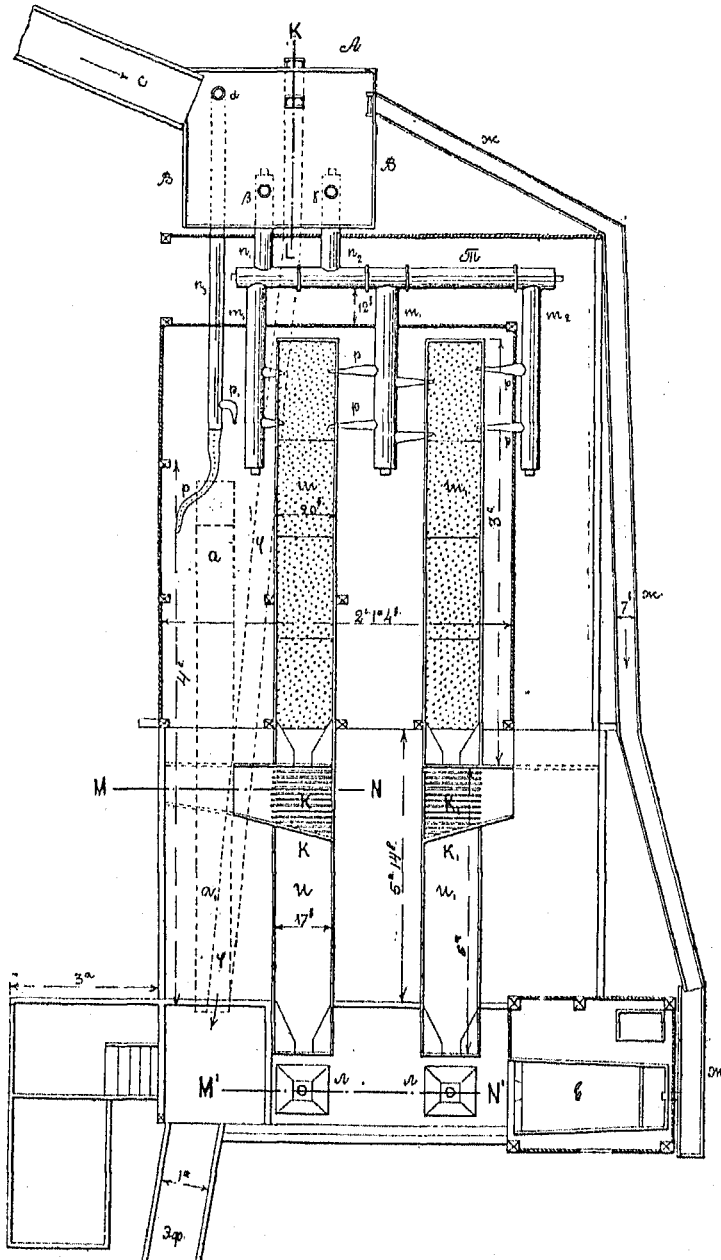


Рис. 446.

песковъ (галька) проносятся по шлюзамъ *Ш-Ш''*, и, пройдя въ концѣ шлюзовъ черезъ суженія, попадаютъ на колосниковыя рѣшетки *К-К*, по которымъ и направляются въ галечный люкъ. Разрѣзъ по линіи *MN* изображенъ на рис. 448.

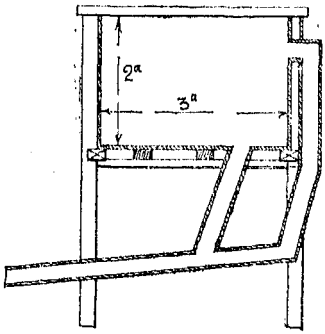


Рис. 447,

Болѣе мелкія части песковъ проваливаются черезъ колосники и попадаютъ на нижній шлюзъ *И-И*, устланный деревянными плинтусами,

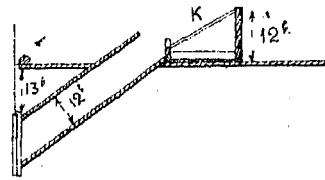


Рис. 448.

откуда, оставляя здѣсь часть своего золота, выходятъ въ эфельное отдѣленіе. Здѣсь часть эфеля остается въ лоткахъ *Л-Л*

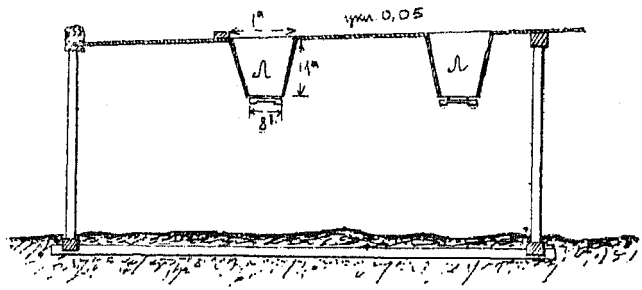


Рис. 449.

(см. разрѣзъ по линіи *M'N'*—рис. 449), остальныя же болѣе мелкія части песковъ поступаютъ на эфельные сплотки—*Эф*, куда по трубѣ *l* поступаетъ вода.

Съемку съ кулибинки начинаютъ, снимая трафареты и плинтусы снизу, и собираютъ обогащенные пески (сѣрые шлихи) въ деревянныя ендовы. Плоскость ополаскиваютъ и обметаютъ вѣничками, сукно ополаскиваютъ, а полученныя при этомъ сѣрые шлихи и «оскребки» тоже собираютъ въ ендовы.

Сокращеніе этихъ сѣрыхъ шлиховъ производится на амери-

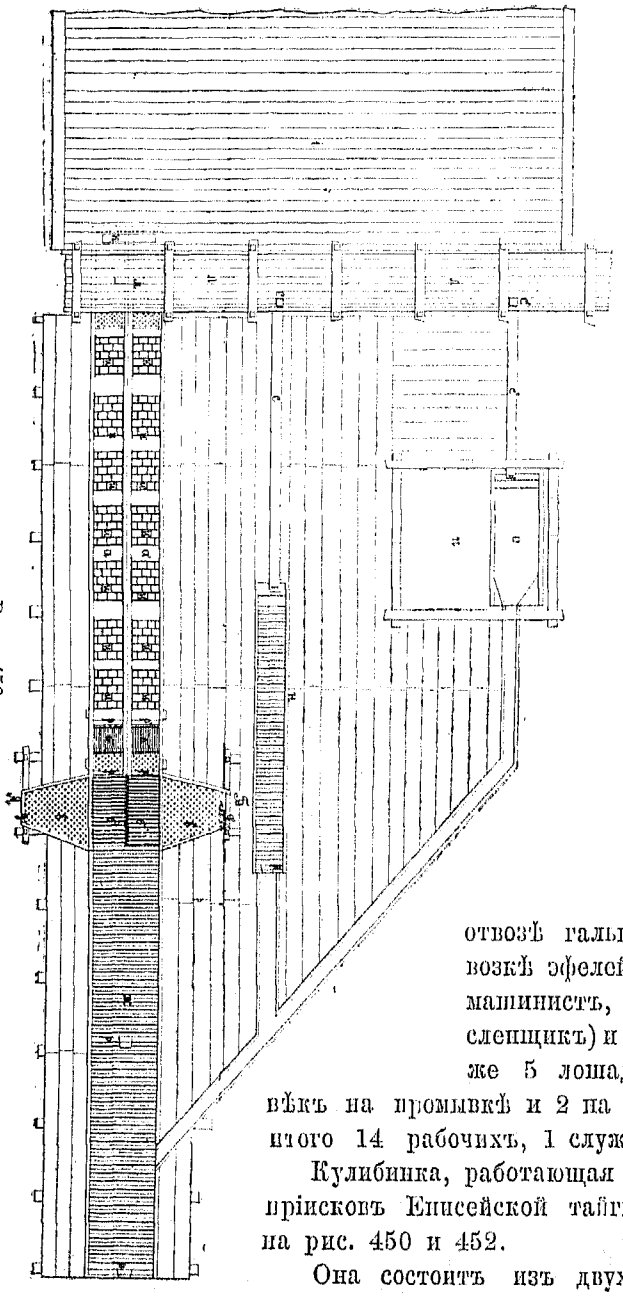


Рис. 450.

канкѣ *a—a'* (рис. 446), 12 арш. длиною, 12 вершк. шириною съ паденіемъ 7 вершковъ на пог. саж. (уклонъ 0,146). Сокращенные сѣрые, т. е. уже черные шлихи, отбиваются на вашгердѣ.

На кулибинкѣ задолжаются смотритель машины, дневальный плотникъ, 2 свальщика, 1 караульный, 1 промывальщикъ, 2 — на разборкѣ и протиркѣ, 2—на отвозѣ гальки, 3—на отвозкѣ эфелей, 5 лошадей, машинистъ, кочегаръ (масленщикъ) и 1 казакъ, всего же 5 лошадей, 12 человѣкъ на промывкѣ и 2 на подвозѣ воды, итого 14 рабочихъ, 1 служащій и казакъ.

Кулибинка, работающая на одномъ изъ пріисковъ Енисейской тайги, изображена на рис. 450 и 452.

Она состоитъ изъ двухъ колодъ *aa'*,

длиною по 15 арш., шириною по $^3/_4$ арш. и съ паденіемъ въ $2^1/_2$ вершка на погонный аршинъ. На разстояніи одного аршина отъ нижняго края колодъ они перегорожены глухими плинтусами *рр*, ниже которыхъ дно колодъ состоитъ изъ продольныхъ колосниковъ δδ. По этимъ колосникамъ, а затѣмъ по буторному листу галька попадаетъ на систему поперечныхъ колосниковъ δδ′, скользя по которымъ переходитъ въ галечные люки *bb′* (см. рис. 452), откуда при подъемѣ ставней *gg′* удаляется съ прибора.

Подъ первыми колосниками объихъ колодъ начинается такъ называемая нижняя колода шириною въ $1^3/_4$ арш. и 15 арш. длиною, застланныя деревянными трафаретами, изображенными на рис. 450. Что касается застилки верхнихъ колодъ, то въ головкѣ каждой



Рис. 451.

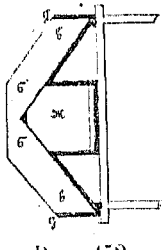


Рис. 452.

изъ нихъ положенъ 1 желѣзный грохотъ толщиною въ $^1/_4''$ и съ отверстіями въ $^3/_4''$ діаметромъ. На 1 кв. футъ поверхности грохота помѣщается 28—32 отверстія. Ниже вся поверхность верхнихъ колодъ застлана рѣшетками *m'* изъ полосового желѣза. Разстояніе между продольными полосами—4 вершка, между поперечными же—3 вершка.

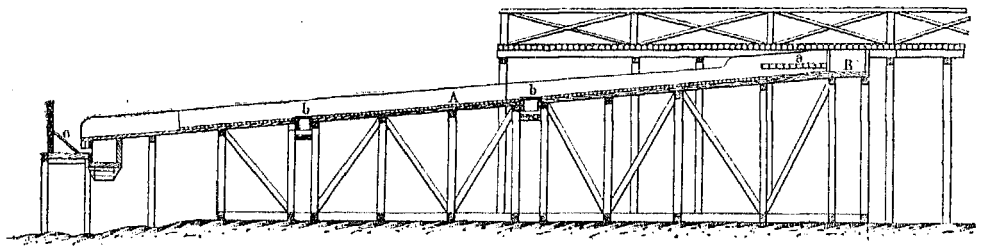


Рис. 453.

Потребная для промывки песковъ вода проводится по силоткамъ *Л* и затѣмъ черезъ трубу *m* поступаетъ на колоды. Расходъ воды на каждую колоду—1,39 куб. ф. въ секунду.

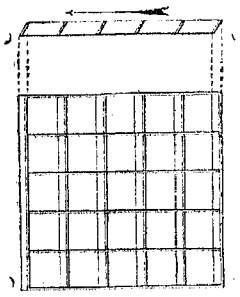


Рис. 454.

Максимальная производительность описаннаго прибора—22 куб. саж. песковъ въ смѣну.

Полученныя на кулибинкѣ сѣрые шлихи сокращаются на расположенной рядомъ американкѣ *Н*, съ которой черный шлихъ идетъ на доводной вашгердъ *О*, находящійся въ избушкѣ *Н*.

Нѣсколько отличный отъ описанныхъ шлюзъ для промывки золотосодержащихъ песковъ, работавшій въ Богословскомъ Горномъ округѣ, изображенъ на рис. 453—457.

Это промывное устройство состоитъ изъ главнаго шлюза *А*, на который пески попадаютъ, пройдя черезъ грохотъ *а*. Непрошедшая черезъ этотъ грохотъ галя удаляется черезъ галечный люкъ, расположенный рядомъ. Промежутки между колосниками грохота равны 4 вершкамъ.

Верхняя часть шлюза покрыта желѣзными трафаретами, изображенными на рис. 454. Трафареты эти сдѣланы изъ $^1/_2''$ поло-

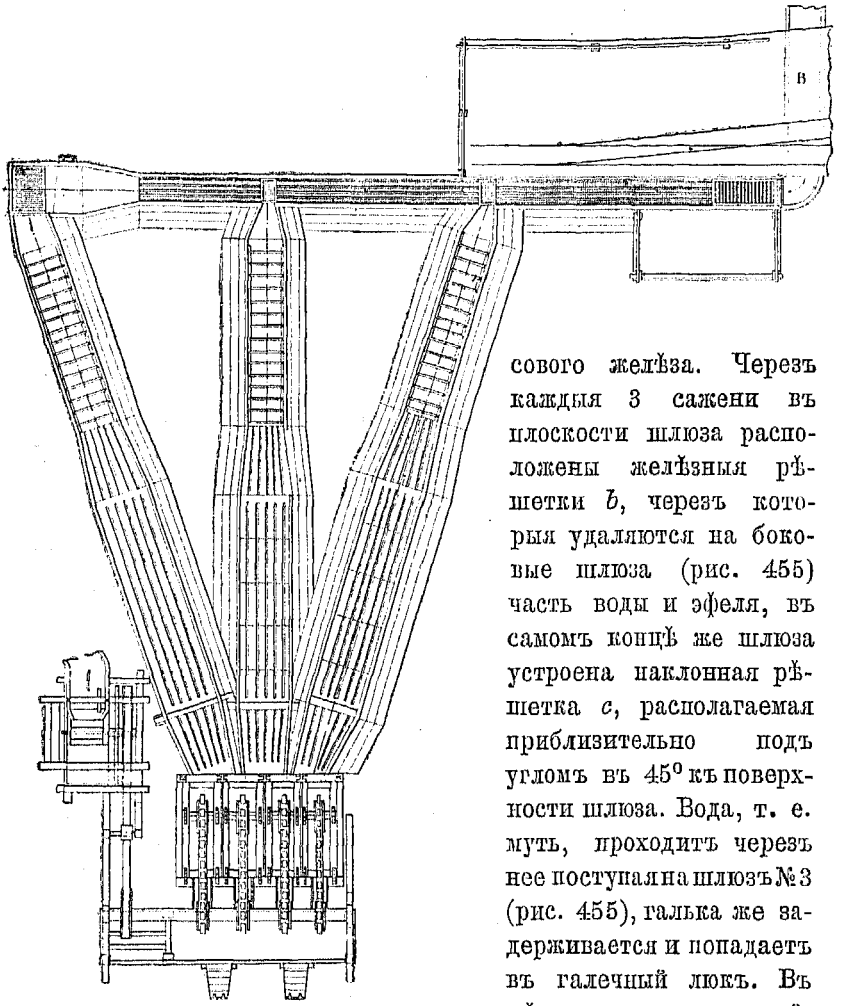


Рис. 455.

сового желѣза. Черезъ каждыя 3 сажени въ плоскости шлюза расположены желѣзныя рѣшетки *b*, черезъ которыя удаляются на боковые шлюза (рис. 455) часть воды и эфеля, въ самомъ концѣ же шлюза устроена наклонная рѣшетка *c*, располагаемая приблизительно подъ угломъ въ 45° къ поверхности шлюза. Вода, т. е. муть, проходитъ черезъ нее поступая на шлюзъ № 3 (рис. 455), галька же задерживается и попадаетъ въ галечный люкъ. Въ цѣляхъ лучшаго устройства этой рѣшетки нижній конецъ шлюза *c* легко расширенъ.

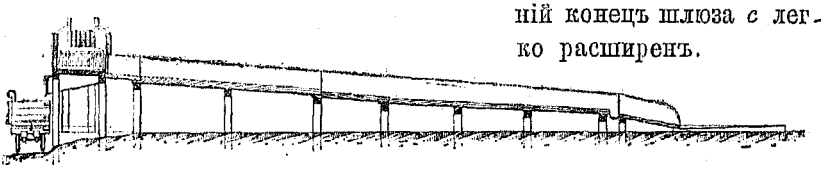


Рис. 456.

Муть и эфели, прошедшіе черезъ рѣшетку *c*, а также и черезъ упомянутыя выше рѣшетки *b*, поступаютъ на боковые шлюзы, которые изображены въ сѣченіи на рис. 456 и 457. Здѣсь на рис. 456 изображенъ въ разрѣзѣ шлюзъ № 1, а на рис. 457—шлюзъ № 3. Масштабъ подъ рис. 457 общій для всѣхъ рис. 453 и 457 кромѣ рис. 454.

Производительность описаннаго устройства около 50 куб. саж. въ 10 часовъ.

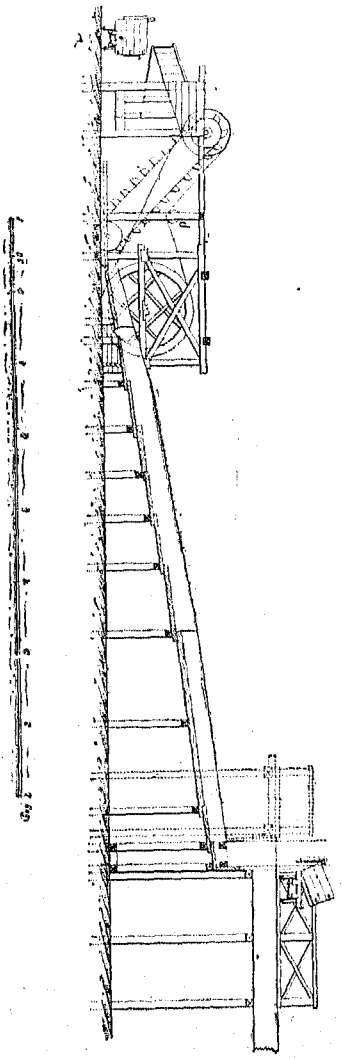


Рис. 457.

Главныя требованія, которыя должны быть предъявлены къ описаннымъ устройствамъ, сводятся, конечно, къ слѣдующему: 1) чтобы шлюзъ имѣлъ возможно большую производительность и 2) чтобы улавливаніе золота было возможно полно.

Увеличеніе производительности можетъ быть достигнуто приданіемъ шлюзу большаго уклона, что, однако, должно усилить сносъ золота, если не увеличить соотвѣтственно длину шлюза, измѣнивъ, кромѣ того, въ нижней его части уклонъ его. Между тѣмъ удлиненіе шлюза далеко не всегда возможно по мѣстнымъ условіямъ, вызывая необходимость подъема на слишкомъ большую высоту подлежащихъ промывкѣ песковъ, что отражается на стоимости промывки. Не касаясь общаго вопроса о болѣе раціональномъ устройствѣ шлюзовъ, необходимо замѣтить, что существеннымъ недостаткомъ въ описанныхъ устройствахъ является слишкомъ малый расходъ промывной воды: въ 5—6 разъ болѣе объема песковъ, что обусловливаетъ задолжаніе нѣ-

сколькихъ рабочихъ на протирку проходящаго по шлюзамъ матеріала. Въ Америкѣ на шлюзы пускаютъ воду въ количествѣ около 10 разъ превосходящемъ по объему количество промываемыхъ песковъ и особыхъ рабочихъ на протиркѣ не задолжается. Весьма необходимымъ является также суженіе сѣченія верхняго шлюза передъ галечными люками, такъ какъ это суженіе увеличиваетъ скорость теченія воды, которая тогда сама уноситъ со шлюза гальку. Отсутствіе суженія вызываетъ загроможденіе шлюза галькой, для уборки которой требуются рабочіе.

2. Золотопромывальныя машины.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, что однимъ изъ самыхъ серьезныхъ недостатковъ описанныхъ шлюзовъ является неизбѣжная при нихъ ручная протирка песковъ, которая не только удорожаетъ стоимость промывки, но и замедляетъ ее, а въ случаяхъ мясниковатыхъ (т. е. вязкихъ, глинистыхъ) и каменистыхъ песковъ дѣлается еще болѣе затруднительной.

Въ виду этого въ головѣ шлюзовъ, на которыхъ должны происходить промывки песковъ, начали устанавливать барабанъ, обильно орошаемый водою, въ которомъ происходитъ разрыхленіе песковъ и въ которомъ выдѣляются изъ нихъ наиболѣе крупныя части—галька.

Такой барабанъ вмѣстѣ съ обслуживаемыми имъ шлюзами называется бочечной машиной. Сама бочка, т. е. сортировочный барабанъ, дѣлается изъ бутарнаго желѣза съ отверстіями до $^3/_4$" діаметромъ, расположенными въ шахматномъ порядкѣ, и раздѣляется на нѣсколько ставовъ, т. е. частей съ разной величины отверстіями (см. рис. 448), совершенно подобно тому, какъ это мы видѣли при обогащеніи рудъ (см. стр. 125). Наборъ бочки состоитъ обыкновенно изъ желѣзныхъ полосъ, прикленанныхъ изнутри. Размѣры бочки обыкновенно слѣдующіе: длина въ среднемъ 2 саж., иногда же до $6^1/_2$ арш., діаметръ пріемнаго конца $2—2^1/_4$ арш., а выходного $3—3^1/_8$. Число оборотовъ бочки колеблется отъ12 до 20, въ среднемъ же равно 16—18 въ минуту.

Производительность бочки зависитъ отъ степени вязкости песковъ, размѣровъ бочки, числа ея оборотовъ и, наконецъ, отъ количества промывной воды. За среднюю величину ея можно принять 35 куб. саж. (около 42,000 пуд.) въ 13 рабочихъ часовъ, хотя въ болѣе маленькихъ бочкахъ она можетъ упасть до 33—

36,000 пуд., а въ большихъ бочкахъ возрасти до 70—74,000 пуд., т. е. до 62 куб. саж. на 1 бочку въ смѣну.

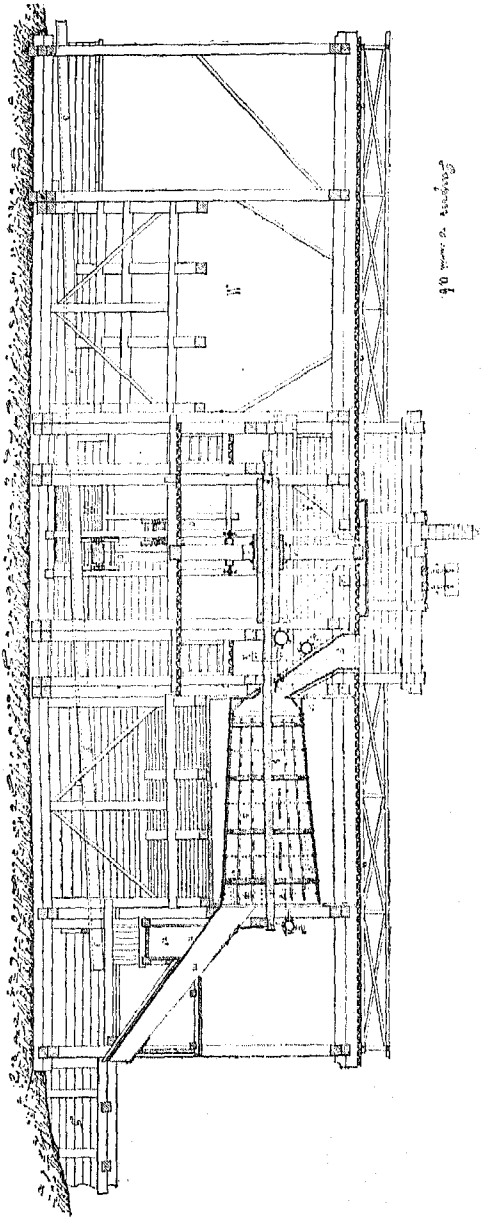


Рис. 448.

Что касается расхода воды, то обыкновенно принято считать, что на 1 объемъ песковъ потребно 20—25 объемовъ воды, что по вѣсу соотвѣтствуетъ отношенію въ 10—10$^1/_2$. Это составляетъ расходъ воды на орошеніе бочки въ 1 секунду въ 5,1—6,4 куб. ф., къ которымъ нужно прибавить расходъ воды на приведеніе въ движеніе бо ки (8—10 куб. ф. въ минуту).

Бочечная машина Водянистаго пріиска Компаніи Промышленности (Ленскій раіонъ) изображена детально на рис. 448—452.

Бочка *b* состоитъ изъ четырехъ ставовъ, составленныхъ изъ желѣзныхъ листовъ 6$^1/_2$″ толщиною и съ отверстіями до $^3/_4$″. Къ каждому ставу

прикрѣплена на винтахъ крестовина, имѣющая въ серединѣ втулку, куда вставляется бочечная ось квадратнаго сѣченія, но съ обтесанными шейками, которыми она и лежитъ на подшипникахъ (рис. 448 и 449). Наборъ бочки состоитъ изъ желѣзныхъ полосъ, приклепанныхъ внутри бочки. Если пески промываются въ достаточной степени легко, то наборъ этотъ дѣлаютъ параллельнымъ оси бочки, въ противномъ же случаѣ его располагаютъ поперекъ бочки.

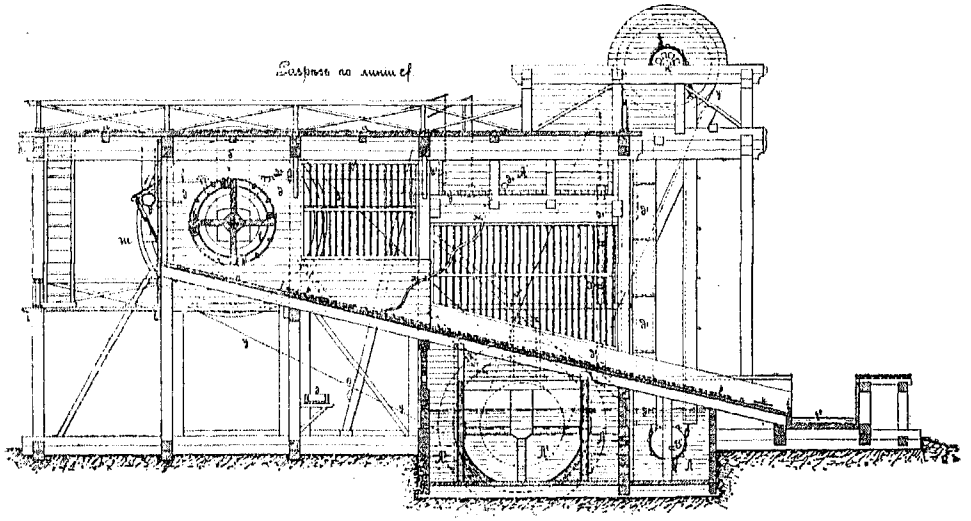


Рис. 449.

Бочка получаетъ движеніе отъ тюрбиннаго колеса Жирара посредствомъ передаточнаго механизма, состоящаго изъ шкива B, находящагося на одномъ валу съ тюрбиной, шкива $ш$, сидящаго на особомъ валу, ось котораго соединяется съ бочечной осью посредствомъ схватокъ (муфтъ) x и безконечнаго ремня y, который натягивается оттяжнымъ шкивомъ O (рис. 448—451).

Вода въ бочечную машину проводится черезъ ларь $Л$, откуда посредствомъ четокъ по призматической трубѣ d^7 поднимается въ верхній ларь $Л^1$, изъ котораго по желѣзнымъ трубамъ g^1 и g^2 поступаетъ въ бочку. Кромѣ того вода изъ того же ларя $Л^1$ по желѣзной трубѣ d^3 проводится въ засыпной люкъ $д$.

Избытокъ воды въ ларѣ $Л^1$ выпускается деревянной трубой g^5 въ водоотводную канаву $Т^1$.

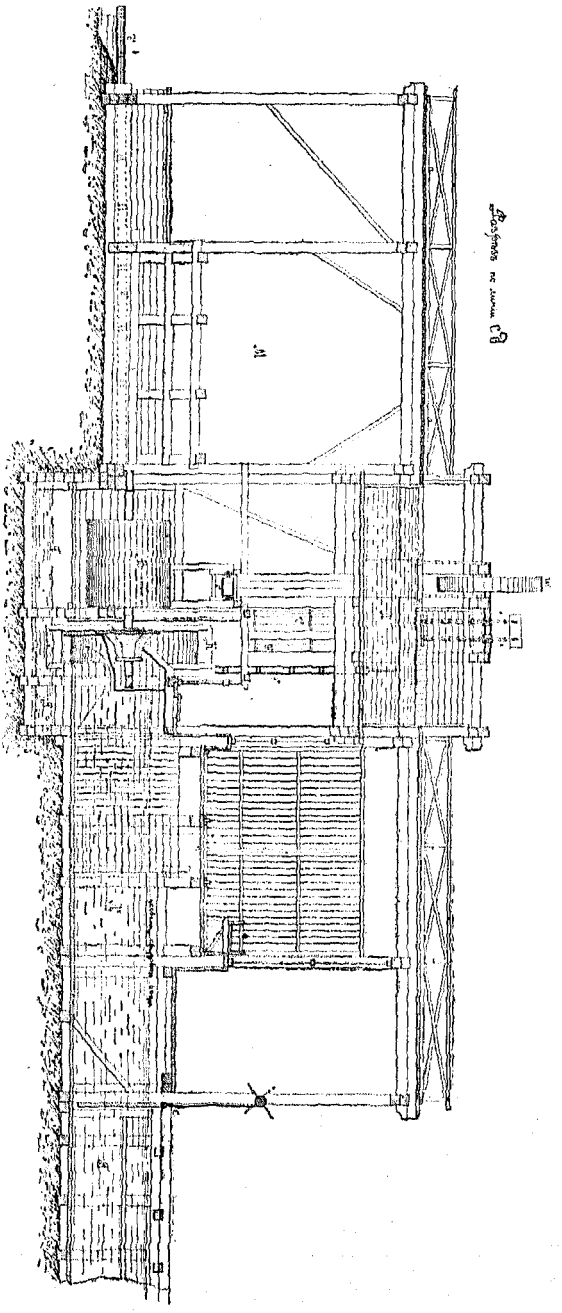


Рис. 450.

Труба g^4 служитъ для провода воды изъ ларя $Л^1$ на американку $ф$, кожаный же рукавъ съ брызгами служитъ для споласкиванія шлюза, рѣшетокъ и т. п.

а (рис. 448)—*свалочный полокъ*, *п* шлюзъ, на которомъ настланы плинтусы *і*, трафареты *р* и коврики *и* (рис. 448 и 449). Галька, непрошедшая черезъ отверстія бочки, попадаетъ на галечный люкъ, снабженный ставнемъ. $п^1$ — *площадка* съ желѣзнымъ рѣшетомъ для разбора крупной гальки. Подъ рѣшетомъ нахо-

дится эфельный люкъ n^2, подъ которымъ проведены эфельные сплотки $Э$.

Шлихъ, снятый съ нижнихъ частей шлюза, сокращаютъ на американкѣ $ф$ (рис. 452), длиною въ 18—19 арш. при ширинѣ въ 10—12 вершковъ, шлихъ же, снятый съ головки шлюза —

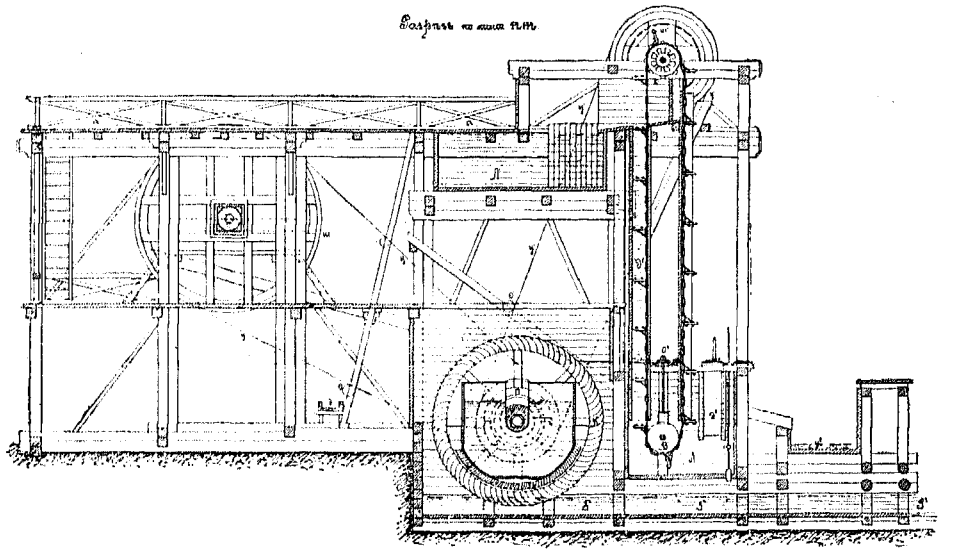


Рис. 451.

прямо на вашгердахъ D, куда поступаетъ и шлихъ, сокращенный на американкѣ.

На рис. 451—k—тюрбинное колесо Жирара.

Что касается водоподъемныхъ четокъ, то онѣ получаютъ свое движеніе, какъ и бочки, отъ барабана B, безконечнаго ремня y^1 и шкива $ш^1$, находящагося на общей оси съ кулачными колесами k^1. Для натягиванія ремня y^1 служатъ оттяжной шкивъ o^1. Четки придѣланы къ двумъ безконечнымъ цѣпямъ, надѣтымъ наверху на кулачныя колеса k^1, а внизу—на барабанъ B^1. Оттяжная рама o^2 служитъ для натягиванія безконечныхъ цѣпей.

Что касается устройства шлюзовъ при бочечныхъ машинахъ, то длина ихъ измѣняется, вообще говоря, отъ 23 до 26 арш. при уклонѣ отъ $3^1/_4$ до 4 вершковъ на 1 арш. Шлюзъ продолжается въ хвостовые сплотки, достигающіе различной длины (напримѣръ до 60—75 саж.). На первыхъ 30—35 саж. ихъ длины распола-

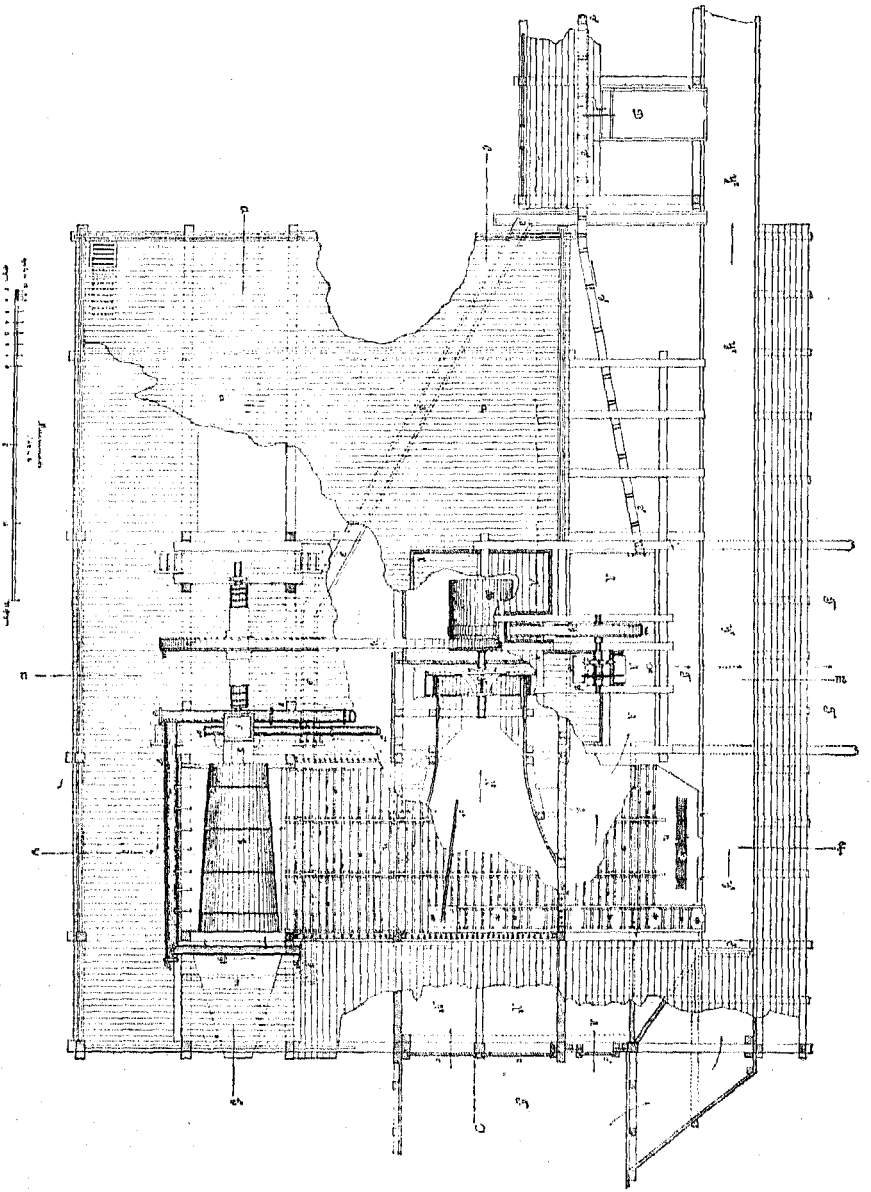


Рис. 452.

гаются трафареты, бутарные листы и т. п. приспособленія для улавливанія золота.

Съемка съ машины дѣлается 2 раза въ день — въ обѣдъ и

по окончаніи работъ, съ хвостовыхъ же сплотокъ обыкновенно черезъ два дня въ третій.

Мы описали машину съ одной бочкой, но нерѣдко соединяютъ вмѣстѣ 2 и болѣе, до 5 бочекъ. На рис. 452—*M* обозначаетъ мѣсто для установки второй бочки.

Однимъ изъ самыхъ крупныхъ недостатковъ бочечныхъ машинъ является значительное число рабочихъ рукъ, котораго онѣ требуютъ.

Въ среднемъ при машинѣ задолжаются: смотритель, его помощникъ, ночной сторожъ, 1 промывальщикъ, 3 завальщика, 3 нагрузчика эфелей и гаекъ на таратайки для отвоза въ отвалъ, 8 отводчиковъ, 2 рабочихъ на отвалахъ, 2 машиниста, слѣдящихъ за притокомъ воды и за прочими механизмами.

Стоимость постройки бочечной машины въ среднемъ можно принять около 7000 р., хотя, конечно, она можетъ колебаться въ значительныхъ предѣлахъ въ зависимости отъ мѣстныхъ условій. Вотъ стоимость постройки однобочечной машины безгалечнаго подъема, съ водянымъ колесомъ на пріискахъ Амгунской К°.

	Количество	Стоимость.		На сумму.	
		Руб.	Коп.	Руб.	Коп.
Поденщинъ людей.					
Плотничныхъ.	1200	2		2400	
На сплотки по 200 р. на саж. .	350	2		700	
На перемычку.	50	2		100	
Кузнечныхъ	60	2		120	
Поторжныхъ, для чистки мѣстъ.	100	1	50	150	
При рубкѣ и вывозкѣ лѣса . . .	400	1	50	600	
Поденщинъ лошадей.					
При вывозкѣ лѣса	800	1	50	1200	
Матеріаловъ.					
Желѣза разнаго	75 п.	3	60	270	
Гвоздей	25 »	4			
Лѣсъ строевой, пиленый	1700 шт.		11	187	
Накатникъ, пиленый	1200 »		10	120	
			Итого . . .	5847	

Стоимость двухбочечной машины на пріискахъ той же компаніи выразилась въ 14300 р.

Само собой разумѣется, что когда при разработкѣ розсыпи мѣсто добычи песковъ удалится отъ мѣста расположенія машины, то машину приходится переносить. Среднюю стоимость такого перенесенія можно принять равной 3000 р.

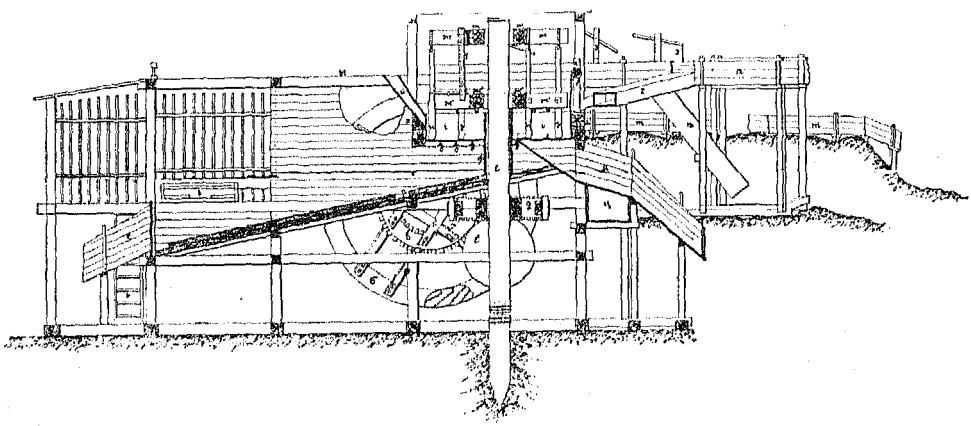


Рис. 453.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда пески, подлежащіе обработкѣ, являются весьма мясниковатыми и трудно промываемыми, вслѣдствіе чего вмѣстѣ съ галькой уходятъ комья глины, въ которыхъ можетъ содержаться золото, вмѣсто барабана, подобнаго описанному, примѣняютъ для разрыхленія песковъ такъ называемую чашу, въ которой находящіеся въ ней пески подвергаются энергичному перемѣшиванію и растиранію при помощи особыхъ пестовъ, какъ это видно на рис. 453 и 454.

Здѣсь чаша *i* состоитъ изъ вытесанныхъ изъ толстыхъ брусьевъ косяковъ, скрѣпленныхъ между собою желѣзными планками и болтами и обшитыхъ изнутри желѣзомъ. Дно чаши сдѣлано изъ желѣзныхъ грохотовъ *n*, покоющихся на деревянныхъ брускахъ *o*. Существенной частью чаши являются 12 пестовъ *s*, подвѣшенныхъ на двухъ крестовинахъ *эс* и *эс*^{1}, которые укрѣплены на вертикальномъ валу *e*. Песты располагаются такимъ образомъ, чтобы описываемые ими круги покрывали по возможности все дно чаши; для того же, чтобы промываемый матеріалъ не скоплялся

около вращающагося въ деревянномъ пустотѣломъ цилиндрѣ $ф$, вала $е$, одинъ изъ шестовъ снабженъ внизу желѣзной лапой, конецъ которой примыкаетъ къ обшитому жестью цилиндру $ф$.

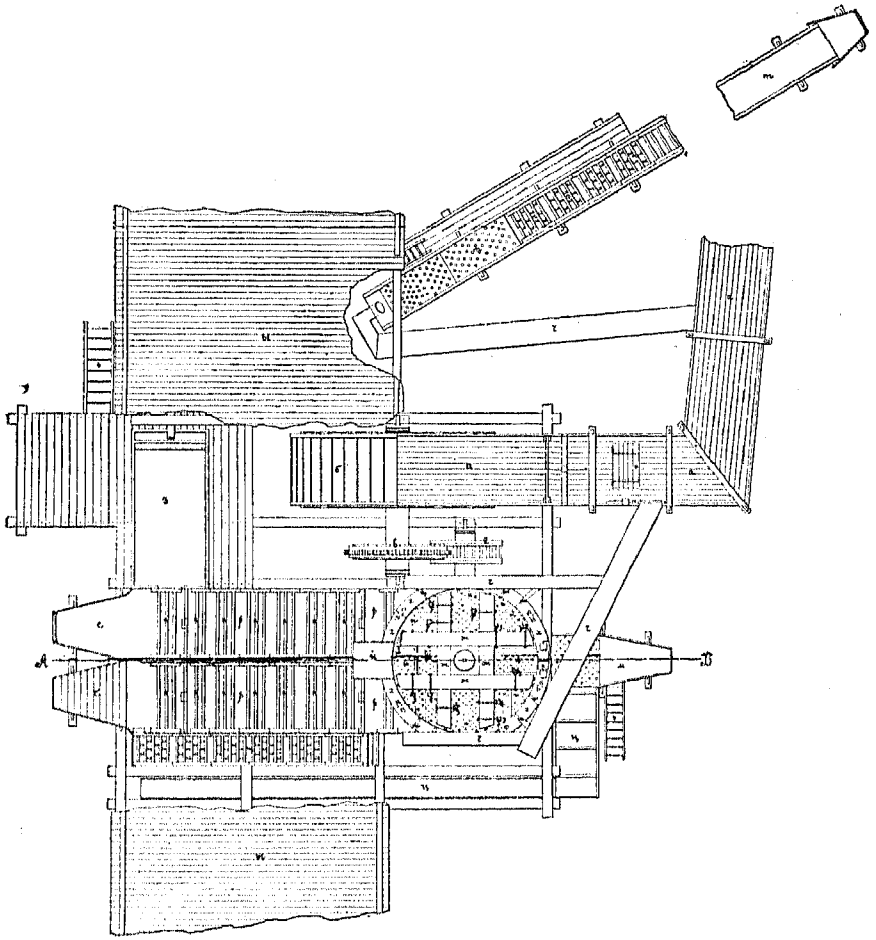


Рис. 454.

Изъ поступившаго въ чашу матеріала возможно чисто промытая галька удаляется изъ чаши въ галечный люкъ $м$, черезъ западню $л$, опускаемую посредствомъ цѣпи и воротка $к$, все же остальное уходитъ, черезъ отверстіе грохотовъ $н$, на застланный трафаретами $п$ шлюзъ $р$, а дальше въ эфельный люкъ $с$.

Эфеля подвергаются вторичной обработкѣ на застланной, частью грохотами, частью желѣзными или деревянными рѣшетками голодѣ *T*, послѣ чего отвозятся въ отвалъ.

Для улавливанія золота, которое можетъ быть унесено галькой, подъ галечнымъ люкомъ помѣщенъ жолобъ *Ц*, застланный грохотомъ.

Для приведенія въ движеніе шестовъ вода по сплоткамъ а поступаетъ въ верхненаливное колесо *б*, на валу котораго имѣется кулачное колесо *в*, вращающее шестерню *г*, а съ нею и шестерню, передающую движенія куладному колесу *д*, которое укрѣплено на вертикальномъ валу *е*.

Вода для орошенія песковъ и колоды *т* проводится изъ сплотковъ по трубѣ *г* рукавомъ *Ш*.

Сокращеніе полученнаго отъ промывки матеріала производится на американкѣ или доводномъ вошгердѣ *г*.

Среди различающихся по своимъ деталямъ устройства чашъ наибольшей извѣстностью пользуется чаша Комариицкаго, которая ради ея извѣстности и изображена на рис. 455—457. На этихъ рисункахъ для ясности шесты не изображены.

Эта чаша обрабатываетъ въ 10 часовъ 9 куб. саж. песковъ, причемъ шесты дѣлаютъ 11 оборотовъ въ минуту.

Расходъ воды на орошеніе песковъ въ чашѣ—1,3 куб. ф. въ секунду, а на приведеніе въ дѣйствіе двигателя—4, 2 к. ф., всего же—6,7 куб. ф.

Шлюзы. Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что главнымъ приборомъ для промывки золотыхъ песковъ служитъ въ той или другой формѣ, въ соединеніи съ тѣми или другими приборами шлюзъ, представляющій собой жолобъ, по плоскому дну котораго течетъ золотосодержащая муть.

Поэтому вполнѣ понятно, что все вышесказанное на стр. 188—267 относительно шлюзовъ и гердовъ для добыванія рудъ вообще всецѣло должно быть принято во вниманіе при постройкѣ шлюзовъ для промывки золота*). Bowie приводитъ слѣдующія данныя относительно американскихъ шлюзовъ.

*) Устройство, получившее значительное распространеніе въ Америкѣ, изображено на рис. 458. Это такъ называемый Rocker, вполнѣ соотвѣтствующій нашей бутарѣ.

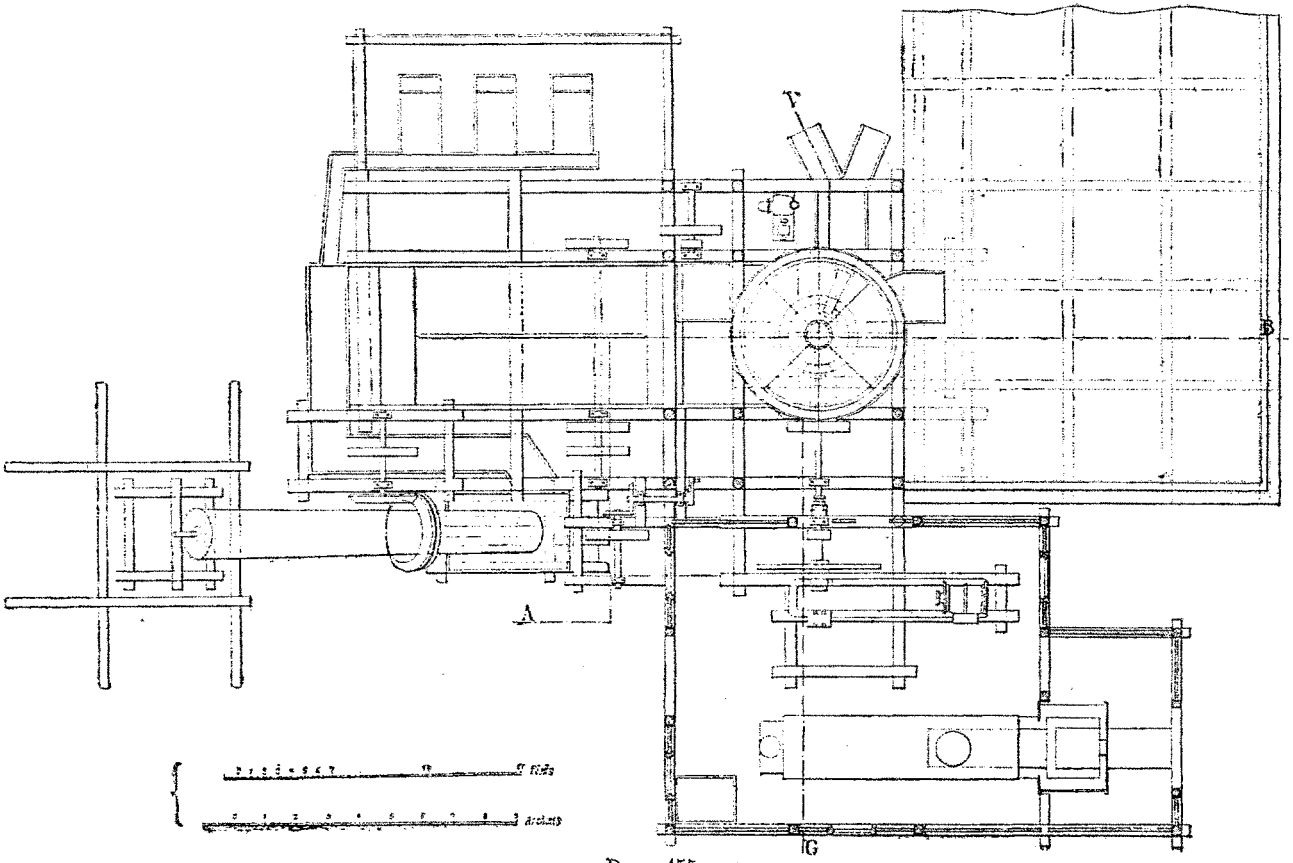


Рис. 455.

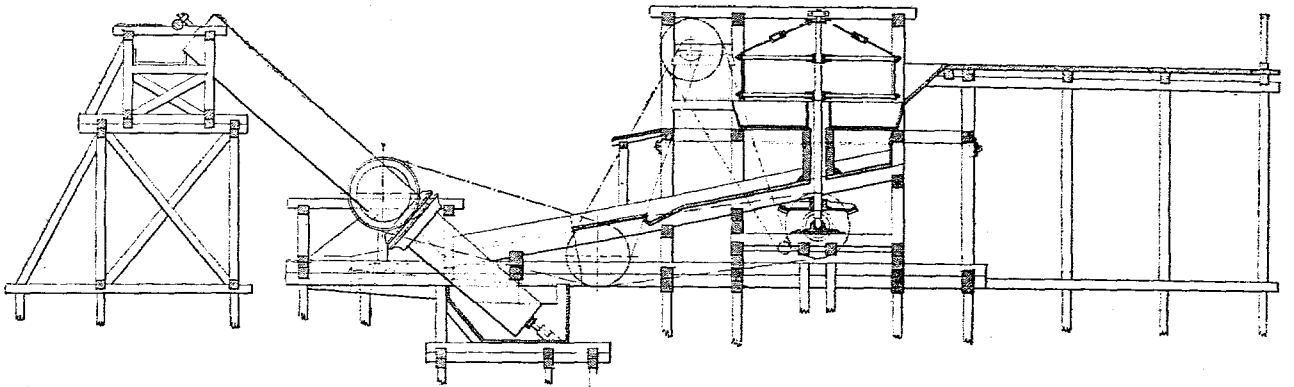


Рис. 456.

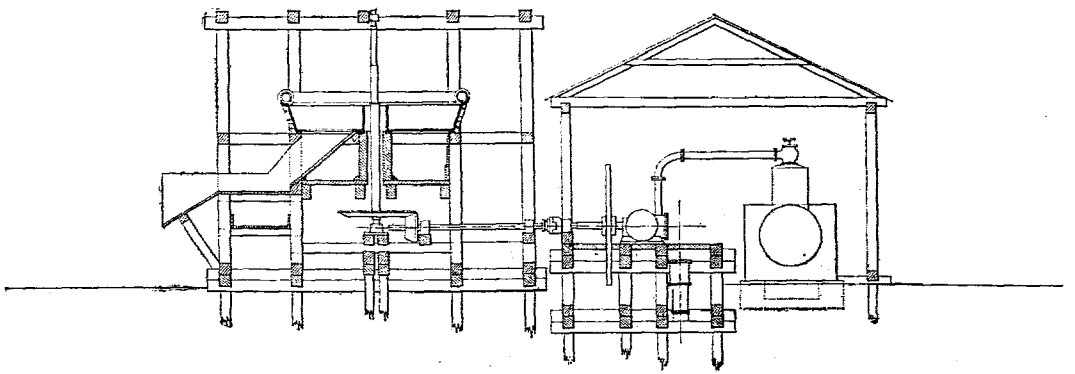


Рис. 457.

Глубина.	Ширина.	Паденіе.	Производительность куб. ф. въ минуту.
36 дюм.	6 фут.	2°15′ до 2°50′	2,600 до 5,200
30 »	4 »	2°15′	2,600
30 »	3 »	0,50	780—1,600

Что касается длины шлюзовъ, то она въ Америкѣ дѣлается весьма значительной, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, но во всякомъ случаѣ не меньше 100 фут.

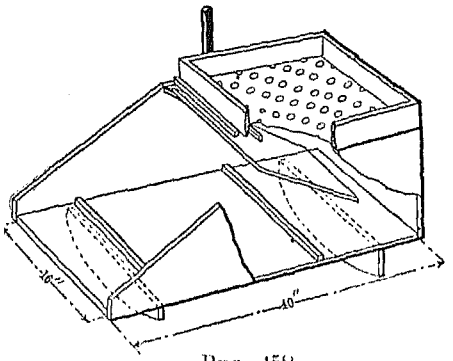
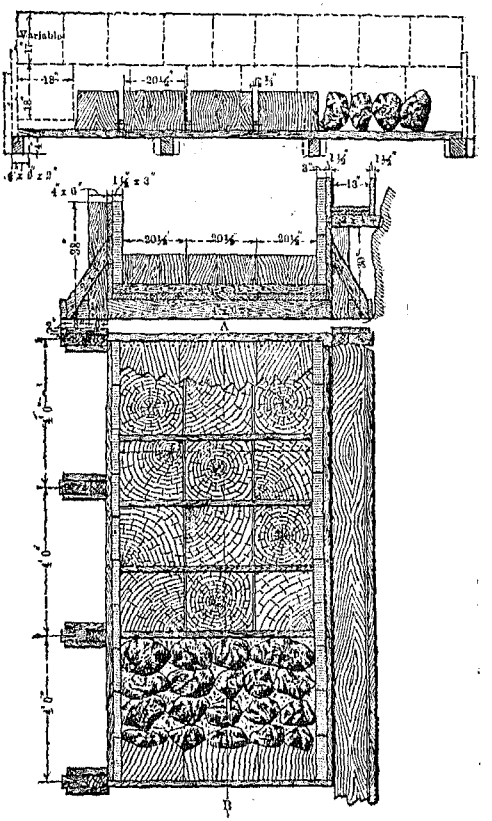


Рис. 458.

Существенной составной частью шлюзовъ являются, какъ было уже сказано, различнаго рода плинтусы, трафареты и т. п. устройства, расположенные на днѣ шлюзовъ и назначеніе которыхъ дать возможность осѣдающему изъ мути золоту задержаться и не подвергаться дальнѣйшему дѣйствію струи мути.


Variable
18″
20¼″
20¼″
20¼

наго рода устройство считается весьма выгоднымъ, причемъ однако необходимо замѣтить, что матеріаломъ для шашекъ лучше всего брать мягкое дерево, напримѣръ, сосновое, а не твердое.

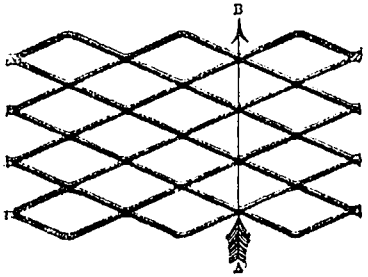


Рис. 460.

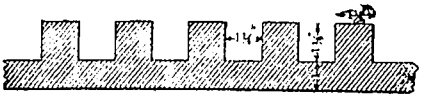


Рис. 461.



Рис. 462.

Весьма удовлетворительными оказались трафареты изъ крупныхъ камней, какъ это видно на томъ же рис. 459.

Трафареты изображены на рис. 460, 461 и 462.

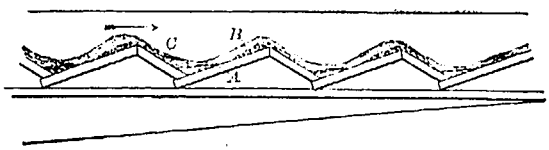


Рис. 463.

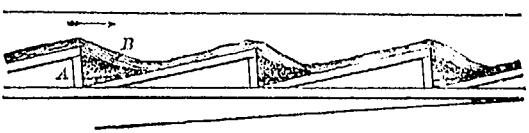


Рис. 464.

Рис. 463 и 464 изображаютъ такъ называемые трафареты Робинзона, съ успѣхомъ примѣненные для улавливанія золота изъ мути, выходящей изъ-подъ пестовъ. Въ *A* помѣщалась ртуть, которая и схватывала свободное золото, въ *B* же собирались сѣрнистыя соединенія золота. Длина каждаго возвышенія 12″,

углубленіе же равно 3″. Устройство, изображенное на рис. 463, оказалось на практикѣ неудовлетворительнымъ, такъ какъ осѣдавшія изъ мути сѣрнистыя соединенія покрывали наливавшуюся въ *A* ртуть и препятствовали процессу амальгамаціи.

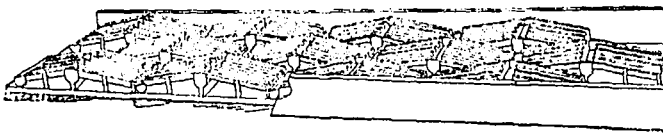


Рис. 465.

Трафареты Howland'a изображены на рис. 465 и дѣлаются изъ чугуна. Устройство ихъ понятно изъ чертежа. Въ попереч-

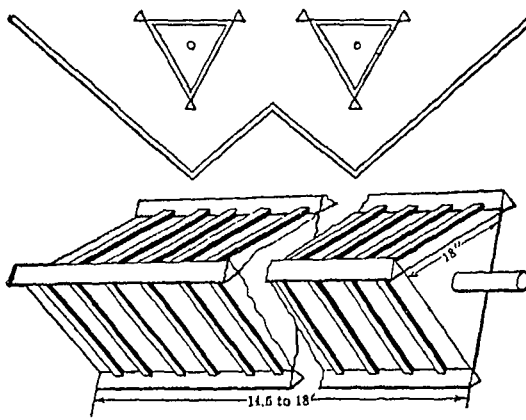


Рис. 466.

ныхъ брускахъ ихъ дѣлаются углубленія, въ которыя наливается ртуть. Длина каждаго сѣдла трафаретовъ равна 12 дюймамъ при ширинѣ въ 4″.

Для очистки шлюза и сбора осѣвшаго на немъ золота приходится, конечно, останавливать работу шлюза и снимать съ него трафареты и т. п. устройства.

Съ цѣлью уничтожить происходящую при этомъ потерю времени въ Бразиліи, въ Минасъ-Гераесъ шлюзы дѣлаются тройными, составляющими вмѣстѣ какъ бы трехгранную призму, какъ это изображено на рис. 466. Каждая сторона этой призмы представляетъ собой самостоятельный шлюзъ 18″ шириною и $14^1/_2$—

18 ф. длиною, покрытый обыкновенными плинтусами и съ паденіемъ 1 дюймъ на пог. фут. (4^0 45′).

Два подобныхъ призматическихъ шлюза располагаются на вращающихся осяхъ надъ ларемъ, имѣющимъ въ сѣченіи форму буквы *W*.

Когда какой-нибудь изъ работающихъ шлюзовъ наполнится отложившимся на немъ матеріаломъ (эфелями), призму, часть которой онъ составляетъ, поворачиваютъ вокругъ ея оси, послѣ чего муть начинаетъ течь по другой сторонѣ ея, а скопившійся на работавшемъ шлюзѣ матеріалъ вываливается самъ собой въ ларь, откуда его и собираютъ.

Какъ мы видѣли изъ изложеннаго, конструкція жолобовъ производится главнымъ образомъ на основаніи эмпирическихъ данныхъ. Попытокъ создать теорію работы жолобовъ было нѣсколько, но до сихъ поръ онѣ не дали вполнѣ примѣнимыхъ на практикѣ результатовъ. Наиболѣе удачной, повидимому, можетъ считаться теорія Rainer'a (см. Oester. Zeitschr. für Berg und Hüttenwesen № 5 и 6 1905 г., переводъ горн. инж. О. И. Кобылянскаго въ „Вѣстникѣ Золотопромышленности“ 1905—1906).

XII.

По отношенію къ проектированію и общему устройству обогатительныхъ фабрикъ можно дать лишь немного общихъ указаній, такъ какъ послѣ вышеизложеннаго вполнѣ очевидно, что случаи обогащенія въ зависимости отъ состава руды и ея качествъ могутъ быть крайне разнообразны.

Мѣсто расположенія обогатительной фабрики по отношенію къ мѣсту добычи полезнаго ископаемаго имѣетъ огромное значеніе. Если принять во вниманіе, что въ обогащеніе поступаетъ всегда большее количество матеріала, чѣмъ выходитъ изъ него, то можно принять за общее правило, что обогатительную фабрику слѣдуетъ располагать по возможности близко къ мѣсту добычи полезнаго ископаемаго, конечно, поскольку это позволятъ мѣстныя условія.

Что касается самого устройства обогатительныхъ фабрикъ, то всѣ существующія примѣры можно раздѣлить на три категоріи:

1) Фабрики, расположенныя на плоской мѣстности.

2) Фабрики, расположенныя на склонѣ горы уступами, и наконецъ

3) фабрики, расположенныя на плоской мѣстности, но внутри которыхъ обогатительные приборы располагаются по отношенію другъ къ другу уступами.

Главное преимущество устройства обогатительныхъ фабрикъ на плоской мѣстности въ одномъ или нѣсколькихъ зданіяхъ состоитъ въ дешевизнѣ постройки зданій и удобствѣ расположенія обогатительныхъ приборовъ, но зато и неудобства ихъ очень значительны.

Подобныя фабрики занимаютъ много мѣста, доставка обогащаемыхъ продуктовъ изъ прибора въ приборъ требуетъ затраты или механической, или же ручной силы. Наконецъ, крупнымъ недостаткомъ этой системы можетъ явиться неудобство расположенія въ этомъ случаѣ отваловъ (пустой породы) отъ обогащенія. Отвалы эти по мѣрѣ работы фабрики принимаютъ значительные размѣры. Если мы имѣемъ дѣло съ фабрикой, расположенной на плоскомъ основаніи, то наибольшую толщину слоя, которымъ можно ихъ располагать, можно считать толщину около 3 м., вслѣдствіе чего въ концѣ концовъ отвалы занимаютъ громадную площадь. Схематически устройство обогатительной фабрики въ Эмсѣ и Зильберау изображено на рис. 467—470. Здѣсь на рис. 467 и 469 изображено зданіе для обработки рудничной ме-

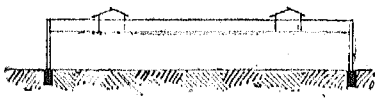


Рис. 467.

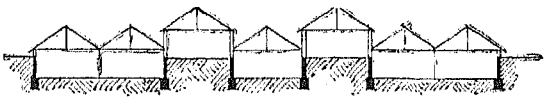


Рис. 468.

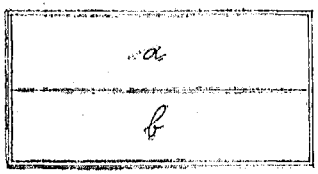


Рис. 469.

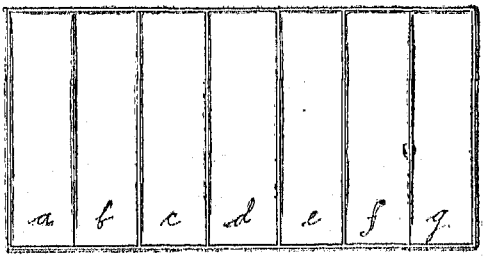


Рис. 470.

лочи: *a*—отдѣленіе для гердовъ, *в*—отдѣленіе для отсадочныхъ приборовъ. На рис. 468 и 469 лѣвая часть зданія служитъ для

обогащенія цинковой обманки, правая же — свинцоваго блеска. Въ отдѣленія *d* помѣщены отсадочные приборы, въ отдѣленіяхъ *c* и *f*—валки, въ отдѣленіи *b*—герды для крупныхъ сортовъ, въ отдѣленіи *a*—герды для мелкихъ сортовъ, въ отдѣленіи *l*—отсадочныя рѣшета и, наконецъ, въ отдѣленіи *g*—герды.

Въ случаѣ, если обогатительную фабрику приходится располагать въ плоской мѣстности, то вмѣсто описанной системы

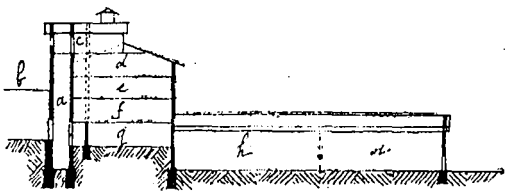


Рис. 471.

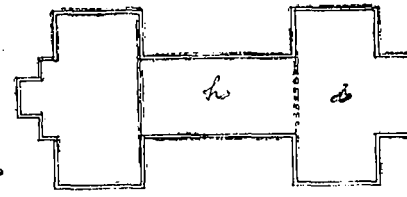


Рис. 472.

лучше прибѣгнуть къ системѣ, примѣненной во Фрейбергѣ на рудникѣ Himmelfahrt, гдѣ всѣ обогатительные механизмы расположены въ одномъ четырехъэтажномъ зданіи. Здѣсь (рис. 471 и 472) *a*—подъемникъ, поднимающій всю подлежащую обогащенію руду въ верхній этажъ фабрики, *b*—помостъ для отвозки пустой породы, *c*—помѣщеніе для завалки руды, *d*—для грохотовъ и рудодробилокъ, *e*—помѣщеніе, гдѣ производится рудоразборка и измельченіе руды въ валкахъ, *f*—помѣщеніе для отсадочныхъ приборовъ для крупныхъ классовъ и валковъ для промежуточнаго дробленія, *g* помѣщеніе для отсадочныхъ приборовъ для среднихъ классовъ и валковъ для мелкаго дробленія, а также и пестовъ, въ *h*—помѣщаются отсадочныя рѣшета для мелкихъ классовъ, въ *i*—герды для шламмовъ.

Главное достоинство подобнаго устройства состоитъ въ томъ, что здѣсь приходится поднимать обогащаемую руду всего одинъ разъ, послѣ чего она переходитъ изъ прибора въ приборъ собственнымъ вѣсомъ, скользя по жолобамъ. Насколько это обстоятельство важно, видно изъ того, что съ постройкой описанной фабрики обогащеніе 100 кгр. сырой руды стало обходиться всего около 8 пфенниговъ, въ то время, какъ при старомъ устройствѣ обогащенія, распола-

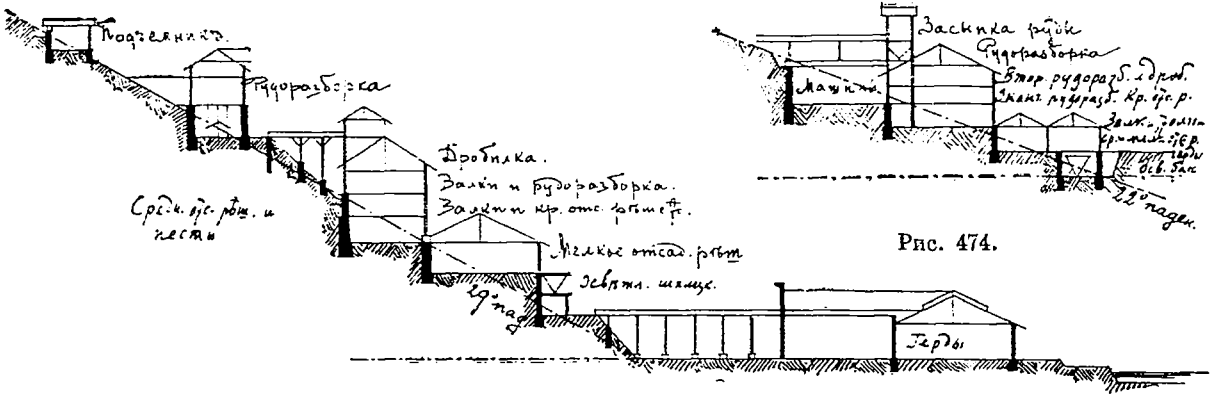


Рис. 473.

Рис. 474.

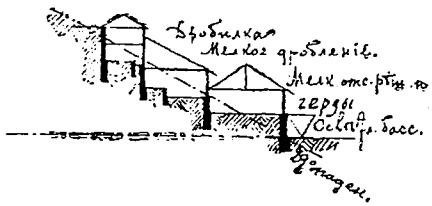


Рис. 475.

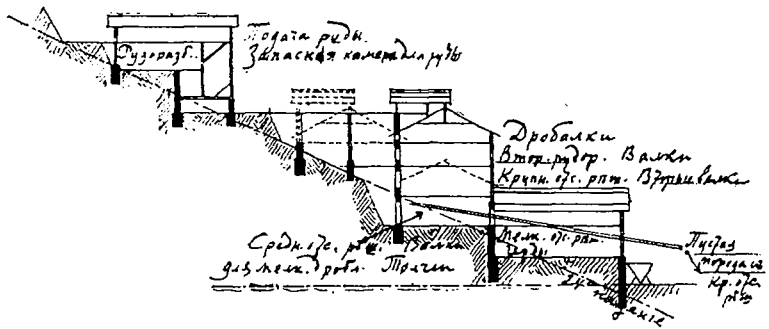


Рис. 476.

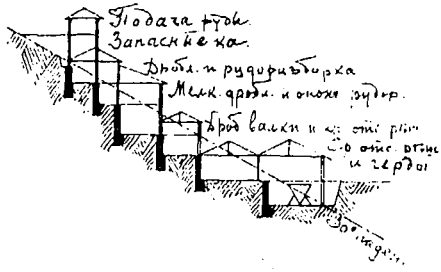


Рис. 478.

гавшагося въ нѣсколькихъ зданіяхъ, обработка того же количества сырой руды обходилась въ 96 пф.

Другимъ преимуществомъ описываемой системы является малая величина мѣста, занимаемаго фабрикой. Въ данномъ случаѣ фабрика при производительности отъ 150 до 200 тоннъ сырой руды въ 10 часовъ занимаетъ площадь всего въ 1000 кв. м. въ то время, какъ описанная выше фабрика въ Зильберау занимаетъ мѣсто около 3550 кв. м. Одновременно съ этимъ Фрейбергская фабрика требуетъ гораздо меньшаго мѣста для отваловъ, такъ какъ здѣсь отвалы можно сваливать слоемъ до 12 м. толщиною.

Описанная система устройствъ обогатительныхъ фабрикъ была впервые примѣнена въ значительныхъ размѣрахъ въ Германіи инженеромъ *Люргіомъ* (Luhrig) и потому и носитъ его названіе. Кромѣ перечисленныхъ, къ числу ея достоинствъ принадлежатъ слѣдующія.

Стоимость первоначальныхъ затратъ по постройкѣ зданія меньше, чѣмъ въ случаѣ одноэтажнаго расположенія механизмовъ: требуется меньше стѣнъ и меньшая площадь перекрытія.

Расположеніе механизмовъ получается болѣе компактнымъ, что отражается на сто-

Рис. 479.

имости устройства трансмиссіи, передаточныхъ устройствъ и т. п.

Надзоръ за работой значительно облегчается.

Не вдаваясь въ детали устройства Фрейбергской фабрики, необходимо замѣтить, что опытъ ея показалъ, что наиболѣе существеннымъ недостаткомъ ея является то, что въ ней весь поднимаемый запасъ руды покоится на тѣхъ же основаніяхъ, на которыхъ построена вся фабрика, что, конечно, и выражается въ чрезмѣрной ихъ нагрузкѣ.

Поэтому при устройствѣ фабрикъ по описанной схемѣ слѣдуетъ устраивать для помѣщенія запаса руды совершенно самостоятельное зданіе.

По принципу вполнѣ тождественно съ описаннымъ этажнымъ расположенiемъ фабрики расположеніе ея терассами по склону горы. Различные случаи подобныхъ устройствъ изображены на рис. 473 — 478. На фабрикѣ, изображенной на рис. 479, крупное дробленіе производится на терассѣ *a*, рудоразборка же — на терассѣ *b*. Отсюда мелочь по

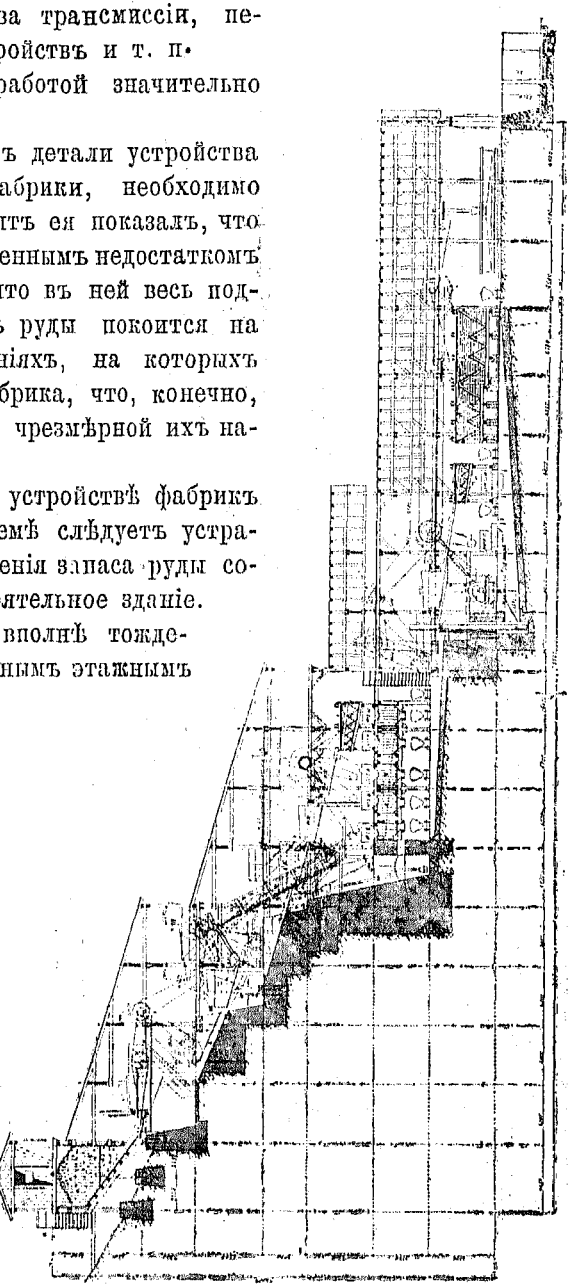


Рис. 480.

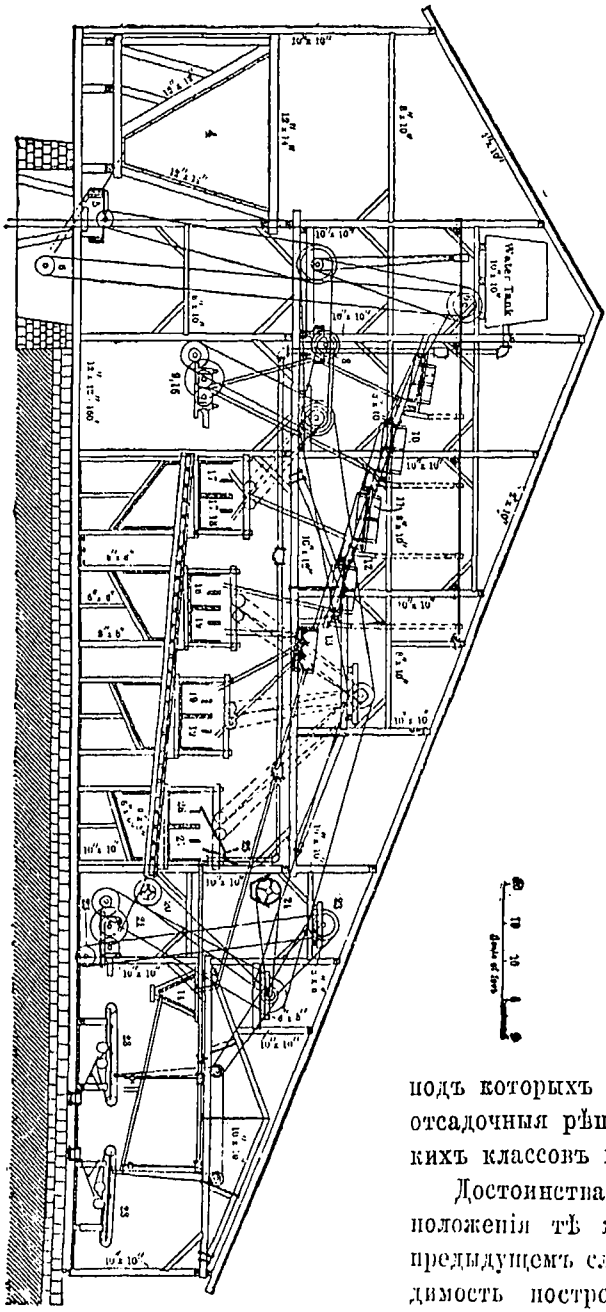


Рис. 481.

рельсамъ въ вагонеткахъ доставляется въ зданіе *d*, гдѣ въ барабанахъ происходитъ крупная классификація. Въ зданіи *e* помѣщены отсадочныя рѣшета для крупныхъ крассовъ. Въ зданіе *f* помѣщаются дробильныя вики для мелкихъ классовъ, которыя затѣмъ и подвергаются отсадкѣ въ зданіи *g*. Неясные рудные мелкіе классы подвергаются на терассѣ *h* толченію въ толчеяхъ, изъ подъ которыхъ поступаютъ на отсадочныя рѣшеты для мелкихъ классовъ и на герды.

Достоинства подобнаго расположенія тѣ же, что и въ предыдущемъ случаѣ. Необходимость постройки большаго

числа зданій и полученія большей площади перекрытія отчасти уравновѣшивается допустимостью болѣе легкой конструкціи зданій.

Хорошимъ примѣромъ подобнаго устройства обогатительной фабрики можетъ служить фабрика О-ва Алагиръ, изображенная на рис. 480.

Наконецъ слѣдуетъ упомянуть о типѣ фабрикъ, подобныхъ изображенному на рис. 481.

Здѣсь зданіе фабрики расположено на горизонтальномъ основаніи, но механизмы—уступами по отношенію другъ къ другу.

Какъ на достоинства этой системы устройства можно указать на сравнительную легкость устройства подъ нее фундамента, который при расположеніи фабрики уступами требуетъ значительныхъ затратъ.

Къ недостаткамъ ея слѣдуетъ причислить относительную сложность конструкціи зданія въ цѣляхъ расположенія механизмовъ на различныхъ горизонтахъ.

Что касается матеріала, изъ котораго строятся зданія для обогатительныхъ фабрикъ, то здѣсь какія-либо общія указанія невозможны. Все зависитъ отъ мѣстныхъ условій. Въ Германіи обогатительныя фабрики строятся весьма часто изъ фахверка, въ Америкѣ же—преимущественно изъ дерева.

Во всякомъ случаѣ зданіе должно быть достаточно прочно, защищать рабочихъ и механизмы отъ атмосферныхъ вліяній и, наконецъ, быть безопаснымъ въ пожарномъ отношеніи.

Хорошее освѣщеніе его и хорошая вентиляція необходимы. По отношенію къ взаимному расположенію механизмовъ слѣдуетъ руководиться прежде всего тѣмъ принципомъ, чтобы доступъ къ каждому прибору какъ въ цѣляхъ его обслуживанія, такъ и въ цѣляхъ ремонта былъ вполнѣ удобенъ. Приборы одного характера и обрабатывающіе одни и тѣ же продукты должны располагаться группами; это уменьшаетъ число рабочихъ на нихъ задолжаемое.

Весьма существеннымъ обстоятельствомъ и въ дѣлѣ конструкціи обогатительныхъ фабрикъ является такое расположеніе приборовъ, чтобы обогащаемый матеріалъ передвигался изъ прибора въ приборъ по возможности самостоятельно, подъ вліяніемъ собственнаго вѣса, требуя возможно меньшаго участія рабочихъ рукъ и затраты механической силы.

Если обогащенный продуктъ представляетъ собой матеріалъ сложный, изъ котораго получаются нѣсколько продуктовъ, каждый изъ которыхъ имѣетъ свою собственную схему обработки, то раздѣленіе сырого матеріала на отдѣльные продукты необходимо произвести въ общемъ ходѣ обогащенія возможно раньше и затѣмъ направить каждый изъ продуктовъ по особому, спеціально для него установленному ряду приборовъ.

Устраивая фабрику, необходимо обратить вниманіе на то, чтобы полъ отдѣльныхъ помѣщеній ея имѣлъ всегда легкій уклонъ въ какую-нибудь сторону, что предотвращаетъ возможность образованія лужъ на полу и облегчаетъ очистку половъ, и сборъ скопляющихся на нихъ матеріаловъ. Вообще при проектированіи обогатительной фабрики расположеніе механизмовъ по отношенію другъ къ другу является основной задачей техника. Совершенно недопустимымъ слѣдуетъ признать часто практикующееся проектированіе по имѣющимся въ классическихъ сочиненіяхъ по обогащенію чертежамъ. Различіе въ свойствѣ полезнаго ископаемаго, обусловливающее, напримѣръ, образованіе при обогащеніи большаго или меньшаго количества продукта въ какой-либо изъ стадій обогащенія можетъ совершенно измѣнить принятую по готовому чертежу схему расположенія механизмовъ, а потому вполнѣ понятно требованіе, предъявляемое за послѣднее время лучшими заграничными заводами, изготовляющими обогатительные приборы, чтобы для составленія проекта имъ было доставлено для опытнаго изслѣдованія небольшое количество подлежащей обогащенію руды.

Если же приходится проектировать обогатительную фабрику, не имѣя подъ рукой данныхъ опытнаго изслѣдованія подлежащаго обогащенію полезнаго ископаемаго, то необходимо самому путемъ хотя бы элементарныхъ опытовъ по возможности восполнить этотъ недостатокъ.

Говоря о постройкѣ обогатительныхъ фабрикъ, необходимо обратить вниманіе на то, что, какъ видно изъ всего предыдущаго изложенія, весьма значительная часть обогатительныхъ приборовъ вполнѣ доступна постройкѣ на мѣстѣ, мѣстными силами или же на ближайшихъ заводахъ.

Къ сожалѣнію, до сихъ поръ въ Россіи при постройкѣ обогатительныхъ фабрикъ весьма часто выписываютъ буквально все

ихъ оборудованіе изъ-за границы, переплачивая на пошлинѣ и на перевозкѣ и, наконецъ, и на самой стоимости.

Весьма крупнымъ вопросомъ при устройствѣ обогатительныхъ фабрикъ является вопросъ о двигательной силѣ.

Наиболѣе часто встрѣчаемымъ источникомъ силы служитъ паровая сила, хотя тамъ, гдѣ возможно имѣть водяную силу, ее, конечно, слѣдуетъ предпочесть. Встрѣчаются также газовые, газолиновые и т. п. двигатели. Что касается того, что лучше—приводить ли въ движеніе всю фабрику отъ одного общаго двигателя или же отъ нѣсколькихъ,—то онъ рѣшается въ различныхъ мѣстахъ различно.

Одинъ центральный двигатель, конечно, является болѣе экономичнымъ въ смыслѣ утилизаціи первоначальной двигательной силы, но съ другой стороны подобное устройство обусловливаетъ значительную потерю силы на трансмиссіяхъ къ отдѣльнымъ приборамъ и, кромѣ того, опасно въ случаѣ порчи центральнаго двигателя. Въ этихъ послѣднихъ отношеніяхъ устройство ряда мелкихъ, самостоятельныхъ двигателей является болѣе цѣлесообразнымъ, но зато страдаетъ утилизація силы въ каждомъ изъ отдѣльныхъ двигателей.

Наиболѣе раціональнымъ является повидимому примѣненіе электричества. Въ центральной станціи можно расположить запасный генераторъ силы, получаемую же на станціи энергію распредѣлять по отдѣльнымъ моторамъ, каждый изъ которыхъ будетъ приводить въ движеніе лишь небольшую группу механизмовъ.

Такое устройство имѣетъ рядъ преимуществъ.

1) Передача энергіи по проводамъ, благодаря успѣхамъ электротехниковъ, производится съ крайне малой утечкой ея.

2) Каждый моторъ, какъ бы малъ онъ ни былъ, представляетъ собой весьма совершенный утилизаторъ энергіи.

3) Въ сильнѣйшей степени упрощается трансмиссія въ обогатительной фабрикѣ, въ то время какъ въ фабрикѣ, работающей отъ парового или водяного двигателя, трансмиссіи представляютъ собой весьма часто невообразимо сложное сооруженіе.

Весьма интереснымъ пунктомъ въ дѣлѣ обогащенія является, конечно, вопросъ о расходѣ силы.

Лучше всего рѣшать этотъ вопросъ, суммируя силы, потребныя

для приведенія въ движеніе отдѣльныхъ механизмовъ и прибавляя затѣмъ къ полученной суммѣ извѣстный процентъ на потерю силы въ трансмиссіяхъ и т. п.

Что же касается приблизительнаго подсчета необходимой для обогащенія рудъ силы, то въ этомъ отношеніи можно привести слѣдующія данныя Richards'a, взятыя изъ практики американскихъ обогатительныхъ фабрикъ:

На тонну обогащаемой въ 24 часа руды расходуется:

При обогащеніи руднаго золота при помощи пестовъ	отъ 0,15 до 0,39—1,45 *HP.* въ среднемъ 0,86 *HP.*
При обогащеніи серебряныхъ рудъ (амальгаматоры и пр.)	отъ 1,82 до 3,33 *HP.* въ среднемъ 2,42 *HP.*
При обогащеніи свинцоваго блеска, цинковой обманки, мягкихъ колчеданистыхъ рудъ (барабаны, отсадочныя рѣшета, ваннеры и пр.).	отъ 0,12 до 0,50 *HP.* въ среднемъ 0,33 *HP.*
При обогащеніи подобныхъ же рудъ, но болѣе твердыхъ	отъ 0,50 до 1,00 *HP.* въ среднемъ 0,78 *HP.*

Эдиссонъ въ своей обогатительной фабрикѣ для убогихъ желѣзныхъ рудъ, бывшихъ, кстати сказать, весьма твердыми, расходовалъ всего 0,21 *HP* на тонну.

Анализируя этотъ рядъ цифръ, Ричардсъ замѣчаетъ, что отъ 80 до 90% затрачиваемой при обогащеніи силѣ расходуется на дробленіе рудъ и только всего отъ 10 до 20% на остальные процессы. Изъ этого видно, насколько важно надлежащимъ образомъ организовать дробленіе рудъ.

Это же обстоятельство объясняетъ намъ, почему обогащеніе каменнаго угля и рудъ, не требующихъ дробленія, обходится гораздо дешевле обогащенія рудъ вообще.

По отношенію къ расходу механической силы при обогащеніи каменнаго угля можно привести слѣдующія немногія данныя. На рудникѣ Bonifacius при обработкѣ 75 тоннъ угля въ часъ дѣйствуетъ машина въ 125 *HP*. Фабрика состоитъ изъ ряда барабанныхъ грохотовъ и отсадочныхъ рѣшетъ. Дробленіе угля не производится, за исключеніемъ 30 тоннъ уже мытаго угля, идущаго въ коксованіе.

Bilharz приводитъ слѣдующія интересныя данныя о расходѣ механической силы на различныхъ каменноугольныхъ обогатительныхъ фабрикахъ.

	Названіе фабрики.	Производительность въ 10 ч. тонны.	Расходъ силы HP.	Расходъ силы на 1 тонну угля HP.
I. Уголь подвергается послѣ перваго грохоченія одной стороны углеразборкѣ, съ другой же— классификаціи въ барабанахъ и затѣмъ отсадкѣ.	Société anonyme des Houillères de Charleroi . .	500	180	2,8
	Compagnie du Midi de Mons à Mons	150	70	2,1
	Zeche Gottessegen . . .	400	100	4,0
	Compagnie des Mines à Lens	1250	350	3,5
	Kgl. Berginspect. Camphausen	300	100	3,0
II. Послѣ перваго грохоченія кусковый отобранный уголь подвергается дробленію и затѣмъ вмѣстѣ съ угольной мелочью поступаетъ на отсадочныя рѣшета. Получающіеся промежуточные классы снова дробятся и подвергаются отсадкѣ.	New Glagow Iron Coaland Railway Co.	200	100	2
	Kgl. Steinkohlenbergwerk. Zaukerode	550	134i.	4,1
	Freiherrl. v. Burg'sche Steinkohlenwerke Potchappel	400	102	4,0
III. Уголь настолько чистъ, что не требуетъ отсадки и подвергается лишь ручной сортировкѣ и классификаціи на грохотахъ или барабанахъ.	Iglesiaset, Co, Polade Gordon. Испанія . . .	200	70	2,9
	Zeche Königin Elisabeth, Essen, Ruhr.	600	130	4,6
	Gute Hoffnungshütte. Вестфалія.	800	150	5,3
	Kinigsborn. Вестфалія .	1000	200	6,3

На рудникѣ Colorado & Fuel Iron Co въ 10 часовъ перерабатываютъ до 200 тоннъ угля, при расходѣ силы въ 200 HP. Весь уголь подвергается дробленію, затѣмъ классификаціи на барабанахъ и, наконецъ, отсадкѣ.

Какъ видно изъ всѣхъ этихъ данныхъ, дробленіе угля тре-

буетъ сравнительно малаго расхода силы, наибольшей затраты котораго требуетъ классификація угля.

Другимъ крупнымъ вопросомъ при обогащеніи, кромѣ вопроса о расходѣ механической силы, является вопросъ о числѣ рабочихъ, которыхъ необходимо задолжать на обогатительной фабрикѣ. Опредѣленныхъ указаній опять-таки и здѣсь дать нельзя. Вотъ, впрочемъ, нѣкоторыя данныя Ричардса въ этомъ отношеніи:

Число рабочихъ, задолжаемыхъ въ 24 часа.	Производ. фабрики въ 24 часа.	На одного человѣка приходится въ 24 часа.	Заработная плата за смѣну.	Стоимость рабочихъ силъ на тонну.
	тонны.	тонны.	долл.	долл.
(*b*) 16*s*	(*b*) 100—120	16,7—20	1,50—2,50	1,12—0,15
(*b*) 17*s*	120—135	7,1—7,9	0,40—2,00	0,14—0,16
(*b*) 21*s*	150	7,1	0,50—2,00	0,14
13*s*	175	13,5	2,25—5,00	0,20
16*s*	175	10,9	1,25—2,00	0,14
28*s*	200	7,1	2,00—3,50	0,38
61*s*	900	14,8	0,75—2,50	—
24*s*	530	22,1	2,50—3,50	0,14
15*s*	200	13,3	3,00—5,00	0,28
23*s*	130	5,6	3,50—4,50	0,70
4*w*	152	38	2,00—3,00	0,07

b—фабрика работаетъ всего въ одну смѣну,
s—паровая сила,
w—водяная сила.

Какъ видно изъ этой таблицы, расходъ на рабочія руки въ американскихъ обогатительныхъ фабрикахъ колеблется въ широкихъ предѣлахъ и не поддается схематизаціи.

Что касается европейскихъ обогатительныхъ фабрикъ, то здѣсь имѣющіяся данныя также расходятся.

Такъ, напримѣръ, упомянутая выше Фрейбергская фабрика (Himmelfahrt) при производительности въ 150—200 тоннъ въ 10 часовъ обслуживается всего 55 человѣками, что составляетъ отъ 2,7 до 3,1 тонны на человѣка въ смѣну. Въ фабрикѣ Зильберау,

также упомянутой выше и обрабатывающей 200 тоннъ въ 10-часовую смѣну, работаютъ 111 человѣкъ, въ Клаусталѣ, гдѣ въ 10 часовъ обрабатывается около 270 тоннъ руды, задолжаются 450 человѣкъ и т. д.

Въ изображенной на рис. 480 Алагирской фабрикѣ задолжалось слѣдующее число людей:

При засыпкѣ руды—1 старшій (1 р. 25 к.), 6 младшихъ (по 70 к.).

На двухъ верхнихъ дробильныхъ валкахъ 1 (1 р.).

На подачѣ руды въ барабанный грохотъ № 1—2 (по 70 к.).

На отсадочныхъ рѣшетахъ 1 (1 р. 10 к.) и 2 (по 80 к.).

На малыхъ дробильныхъ валкахъ — 2 по 70 к.

На 6 мелкихъ отсадочныхъ рѣшетокъ 1 по 90 к. и 6 по 70 к.

На кергердахъ — 2 по 80 к.

При выгрузкѣ обогащенной руды изъ вагонетокъ—1 по 70 к.

1 машинистъ — по 1 р. 10 к.

1 шорникъ — по 1 р. 50 к.

2 электротехника — по 3 р.

1 старшій мастеръ фабрики по 10 р., 1 подмастерье по 1 р. 50 коп.

Производительность фабрики около 3,000 пуд. въ смѣну.

Что касается количества задолжающихся рабочихъ рукъ при обогащеніи каменнаго угля, то и тутъ могутъ быть весьма значительныя колебанія, но въ общемъ по отношенію къ числу задолжающихся рабочихъ обогащеніе каменнаго угля не отличается сколько-нибудь существенно отъ обогащенія рудъ, такъ какъ собственно дробленіе не требуетъ столькихъ работъ, какъ классификація, отсадка и т. п.

Весьма существеннымъ элементомъ въ дѣлѣ проектированія и работы обогатительной фабрики является правильное снабженіе ея водой въ достаточномъ количествѣ.

По отношенію къ количеству потребной воды единственно правильнымъ путемъ для расчета является суммированіе изъ приведенныхъ выше данныхъ о расходѣ воды въ отдѣльныхъ обогатительныхъ процессахъ. Для общихъ же соображеній въ этомъ отношеніи могутъ оказаться полезными слѣдующія данныя Richards'a.

При обогащеніи золотыхъ рудъ (шесты и пр.) расходъ воды

на тонну руды на американскихъ фабрикахъ колеблется отъ 2,40 до 18,01 тонны, т. е. отъ 5,760 до 4,320 галлоновъ на фабрикахъ же съ отсадочными рѣшетами, ваннерами и гердами—отъ 0,90 до 37,53—216—9,000 галлоновъ.

Для снабженія фабрикъ водою въ верхней части ихъ устраивается обыкновенно одинъ или нѣсколько резервуаровъ, вмѣщающихъ запасъ воды не менѣе какъ на 2—3 часа дѣйствія фабрики, но по возможности большій, на случай непредвидѣнныхъ задержекъ въ поступленіи воды.

Тамъ, гдѣ только возможно, обогащеніе должно вестись съ постояннымъ притокомъ свѣжей и чистой воды изъ освѣтительныхъ резервуаровъ.

Послѣ всего вышесказаннаго будетъ вполнѣ понятно, что привести общія данныя относительно стоимости обогащенія на тонну сырой руды или угля, а тѣмъ болѣе на тонну обогащеннаго продукта не представляется возможнымъ, какъ это и видно, напримѣръ, изъ слѣдующей таблицы:

Названіе и производительность обогатительной фабрики.	Стоимость обогащенія на тонну сырой руды.	Примѣчанія.
Himmelfahrt. 150—200 *t* въ 10 часовъ.	80 пфенниговъ (не включая сюда предварительной и окончательной разборки).	Цинково-свинцовыя руды.
Silberau. 200 *t* въ 10 часовъ.	210 пф. (безъ ремонта и общихъ накладныхъ расходовъ, которые составляютъ 60 пф. на тонну сырой руды.	Цинково-свинцовыя руды.
Gute Hoffnung 50—60 *t* въ 10 часовъ.	200 пф.	
Monteponi (Сардинія) 250 *t* въ сутки.	0,428 центовъ.	Цинково-свинцовыя руды.
New-Jersey. 200 *t* въ 24 часа.	0,7457 центовъ, изъ которыхъ 0,5335 за работу: ц. 0,40 центовъ—за механическую силу, ремонтъ и пр.	Руда: франкеннитъ, цинкитъ, виллемитъ. Магнитное обогащеніе по способу Wetherill'я.

Названіе и производительность обогатительной фабрики.	Стоимость обогащенія на тонну сырой руды.	Примѣчанія.
Cranberry Mine въ Norrh Caroiine.	0,25 центовъ.	Руда: магнитный желѣзнякъ.
Hibernia mill въ Нью-Джерсеѣ. 200 *t* въ 10 часовъ.	0,50 центовъ.	Магнитный желѣзнякъ въ гранитѣ.
Alasca Treadwel Mill.	0,2776 центовъ.	Жильное (кварцъ) золото. Обработка подъ пестами.

Что касается стоимости обогащенія угля, то здѣсь данныя точно также представляютъ значительныя колебанія. Въ среднемъ на германскихъ обогатительныхъ фабрикахъ стоимость обогащенія на тонну сырого угля ложится 8—4,5 пфенигами.

Въ Америкѣ принято считать, что при производительности не менѣе 300—350 тоннъ угля въ 10 часовъ обогащеніе ложится на тонну угля 2,5 центами. Во Франціи по Levat, обогащеніе угля (при удаленіи 10—20% въ отвалъ) оцѣнивается въ среднемъ не выше 60 сант. на тонну мытаго угля, что объясняется извѣстной технической отсталостью Франціи въ дѣлѣ обогащенія.

При расчетахъ стоимости обогащенія огромное значеніе имѣютъ потери полезнаго ископаемаго при процессахъ обогащенія. Причины этихъ потерь были указаны выше, причемъ было обращено также вниманіе на то, что величина этихъ потерь зависитъ отъ цѣлаго ряда обстоятельствъ: степени совершенства обогатительныхъ приборовъ, искусства и внимательности рабочихъ и т. д.

Каждый завѣдывающій фабрикою долженъ постоянно имѣть это обстоятельство въ виду и систематически производимыми анализами постоянно слѣдить за составомъ какъ получаемыхъ на фабрикѣ готовыхъ продуктовъ, такъ и продуктовъ, поступающихъ въ отвалъ.

Къ сожалѣнію, на обстоятельство это на огромномъ большинствѣ обогатительныхъ фабрикъ не обращаютъ достаточнаго вниманія, вслѣдствіе чего цифровыхъ данныхъ въ этомъ направленіи въ литературѣ почти не имѣется.

Ричардсъ на основаніи опыта американскихъ обогатительныхъ фабрикъ даетъ слѣдующія цифры:

Названіе цѣнной части полезнаго ископаемаго.	Потеря цѣнной части въ отвалахъ.		
	max.	min.	среди.
	%	%	%
Цинкъ	75	2	25
Свинецъ	38	10	17
Серебро	60	10	27
Золото	70	2	17
Мѣдь	30	15	17
Желѣзо	19	5	11
Колчеданы	4	3	3,5.

Какъ видно, потеря цѣнныхъ частей полезныхъ ископаемыхъ при обогащеніи составляетъ довольно значительную величину, а потому, вообще говоря, необходимо всѣми мѣрами стремиться къ ея уменьшенію.

Однако, въ этомъ отношеніи нельзя поступать безъ детальнаго экономическаго расчета.

Какъ видно изъ всѣхъ предшествовавшихъ описаній обогатительныхъ механизмовъ, чѣмъ совершеннѣе какой-либо механизмъ, тѣмъ, вообще говоря, производительность его меньше, а потому въ общемъ можно сказать, что чѣмъ совершеннѣе на обогатительной фабрикѣ извлеченіе цѣнной части ископаемаго, тѣмъ меньше ея производительность, или же тѣмъ дороже обогащеніе. Поэтому нерѣдко могутъ оказаться случаи, когда технически возможно полное извлеченіе содержащейся въ сырой рудѣ цѣнной части ископаемаго можетъ оказаться менѣе выгоднымъ въ экономическомъ отношеніи.

Ричардсъ приводитъ въ этомъ отношеніи слѣдующій поучительный расчетъ.

Пусть, говоритъ онъ, обогатительная фабрика обрабатываетъ мѣдную руду, содержащую въ сыромъ видѣ 5% Cu и при извлеченіи 75% содержащейся въ этой рудѣ мѣди можетъ переработать въ опредѣленную единицу времени, напримѣръ въ сутки,

400 тонн руды, при извлеченіи 85% Cu—200 тонн, при извлеченіи 90% Cu—100 т., а при наибольшей достижимой степени извлеченія въ 95% —всего 50 тонн въ тотъ же промежутокъ времени. Стоимость каждаго фунта мѣди, содержащагося въ рудѣ, 15 центовъ.

Тогда мы можемъ составить слѣдующую таблицу:

Количество руды, обработанной фабрикою.	Стоимость добычи, ложащаяся на тонну.	Стоимость обогащенія на тонну.	Общій расходъ въ сутки.	Степень извлеченія.	Стоимость полученнаго продукта.	Чистый доходъ.	
						Въ сутки	на тонну.
тонны.	долл.	долл.	долл.	%	долл.	долл.	долл.
50	3,00	2,00	250	95	712,50	462,50	9,25
100	2,25	1,30	355	90	1350,00	995,00	6,95
200	1,50	0,80	460	85	2550,00	2090,00	10,45
470	1,00	0,50	600	75	4500,00	3900,00	9,75

Цифры стоимости полученнаго продукта для этой таблицы найдены слѣдующимъ образомъ. Взята производительность фабрики и опредѣлено количество металлической мѣди, выходящей изъ фабрики при данной степени извлеченія. Это послѣднее количество, въ фунтахъ, и помножено на 15 центовъ.

Изъ приведенной таблицы мы видимъ, что наиболѣе выгодной для нашего случая обогащенія является степень извлеченія въ 85%, т. е. что технически наилучшій результатъ не совпадаетъ съ наилучшимъ экономическимъ результатомъ.

Расчеты, подобные приведенному, необходимо производить въ каждомъ случаѣ обогащенія, причемъ надо помнить, что въ дѣйствительности они далеко не всегда такъ просты, какъ приведенный примѣръ. Стоимость единицы по вѣсу цѣнной части полезнаго ископаемаго не всегда остается постоянною.

Весьма часто, чѣмъ богаче руда, тѣмъ дороже единица заключенной въ ней цѣнной части. Нужно затѣмъ принять во вниманіе стоимость различныхъ устройствъ, необходимыхъ для различныхъ степеней обогащенія, и т. д.

Въ заключеніе всего вышеизложеннаго необходимо замѣтить, что подобно ряду только что перечисленныхъ вопросовъ, и на

вопросъ относительно размѣровъ единовременной затраты на устройство обогатительныхъ фабрикъ, общаго отвѣта дано быть не можетъ.

Въ виду того, что при описаніи большей части употребляемыхъ при обогащеніи приборовъ приведена ихъ стоимость, составленіе примѣрной смѣты на постройку обогатительныхъ фабрикъ не можетъ представить затрудненій, и въ качествѣ примѣра расходовъ, вызываемыхъ постройкою обогатительной фабрики, можно ограничиться слѣдующимъ, приводимымъ Richards'омъ для золото-обогатительной фабрики съ производительностью въ 310 тонн руды въ 24 часа.

	Стоимость на мѣстѣ. Доллары.	Вѣсъ. Фунты.	Доставка. Долл.	Общая стоимость. Доллары.	
Проектъ	—	—	—	—	345,00
Фундаменты	—	—	—	—	2032,13
Зданіе	—	—	—	—	8122,12
Механизмы.					
Двѣ дробилки Gates № 2	2042,00	26300	519,70	2561,70	
8 барабановъ	1100,00				
4 элеватора	260,00				
Приводы	1200,00	71715	1353,90	6529,90	
Валы, шкивы и пр.	2616,00				
Приводные ремни и канаты	735,00	2200	40,92	775,92	
Двѣ пары валковъ (24″×14″)	940,00	15000	299,00	1239,00	
» » » (22″×10″)	870,00	14500	290,00	1160,00	
Желѣзная арматура для отсадочныхъ рѣшетъ: 4 съ 2 отдѣленіями	3037,00	24000	505,45	3542,45	
12 » 3 »					
16 » 4 »					
Дерево для отсадочныхъ рѣшетъ	—	—	—	661,50	
Арматуры 2 двойныхъ столовъ Эванса.	525,00	3700	68,80	593,80	
Дерево для этихъ столовъ	—	—	—	181,12	
Сѣтки, трубы, болты и пр.	1125,00	23425	455,70	1580,70	
Добавочныя металл. части	860,09	10000	139,07	999,16	

	Стимость на мѣстѣ. Доллары.	Вѣсъ. Фунты.	Доставка. Долл.	Общая стоимость. Доллары.	
Деревянныя части элеваторовъ, резервуаровъ и пр.	—	—	—	2074,25	
Транспортеръ (Конвейеръ), 140 ф. длин.	1481,00	14,315	328,27	1809,27	
30 1/2″ тюрбина Леффеля	1036,63	8250	173,45	1180,08	
Различныя трубы и гарнитуры . . .	446,20	2145	55,04	501,24	
Добавочн. гарнитура къ отсад. рѣшетамъ и элеваторамъ	433,88	2170	70,45	504,33	
Frue Vanner съ рифленымъ полотномъ	750,00	2300	72,45	822,45	
Три Frue Vanner'a съ гладкимъ полотномъ	1500,00	6500	120,90	1620,90	
Различныя отливки	122,95	600	1,10	124,05	
Два центробѣжн. насоса	180,00	2000	97,15	277,15	
Электрич. станція для освѣщенія:					
150 лампоч. по 16 свѣчей	848,00	2000	60,00	898,00	
Воздухонагрѣватель	965,00	19250	480,00	1445,00	31081,97
Установка:					
32 отсадочныхъ рѣшета	—	—	—	2607	
2 двойныхъ стола	—	—	—	500,00	
4 фрувапнера	—	—	—	100,00	
Конвейера и послѣдовавшая затѣмъ замѣна его рельсовымъ путемъ . .	—	—	—	200,00	
Замѣна 2 центробѣжныхъ насосовъ элеваторами	—	—	—	500,00	
Установка трансмиссіи	—	—	—	2129,47	
Подрядчику	—	—	—	1723,40	7822,87
	24738,86	270003	5563,25	—	49704,09

МЕЖДУНАРОДНОЕ
ТЕХНИКО-ПРОМЫШЛЕННОЕ ТОВАРИЩЕСТВО.

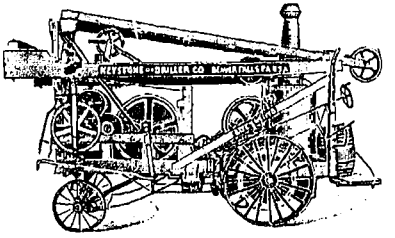
ФОНТАНКА 52.

Адресъ для телеграммъ: КОЛЛЕГІУМЪ.

Телефонъ № 41—66.

Полное оборудованіе горнопромышленныхъ предпріятій.

Исключительное представит. для всей Россіи



АМЕРИКАНСКИХЪ БУРОВЫХЪ МАШИНЪ

ЗАВОДА

„КІЙСТОНЪ

THE KEYSTON DRILLER CO".

ЭКСКАВАТОРЫ.

Поставка матеріаловъ и принадлежностей для драгъ. (Канаты, транспортеры, ремни, цыновки и т. д.).

МАШИНЫ для МЕХАНИЧЕСК. ОБРАБОТКИ РУДЪ

дробилки, толчеи, бѣгуны и т. д., сита, продырявленные желѣзные и стальные листы, грохота, отсадочныя рѣшета, герды, vanner'ы, золотопромывальныя машины).

ХИМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РУДЪ.

Насосы поршневые и центробѣжные, элеваторы, подъемныя машины, транспортеры, ТРАНСМИССІИ и т. д.

ЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ УСТАНОВКИ.

Водоочистительные аппараты системы ГРЕВЕНБРОЙХЪ.

СОБСТВЕННЫЯ МЕХАНИЧЕСКІЯ МАСТЕРСКІЯ

для точныхъ работъ и штампованныхъ издѣлій

Составленіе смѣтъ и проектовъ.

МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РУДЪ

Камнедробилки, Вальцовыя мельницы, Толчеи, Шаровыя мельницы съ непрерывной подачей и выгрузкой матеріала

БѢГУНЫ для тонкаго размола и амальгамаціи золотыхъ рудъ, для мелкаго размола серебряныхъ рудъ и т. д.

Амальгамирные аппараты:

Амальгамирные столы. Амальгамирные котлы. Печи для перегонки амальгамы и плавки золота.

Аппараты для отдѣленія и сгущенія:

Отдѣлительные барабаны.
Рудоразборныя машины. Магнитные отдѣлители.
Сортировочные желоба. Штосгерды, круглые герды, качающіеся столы.

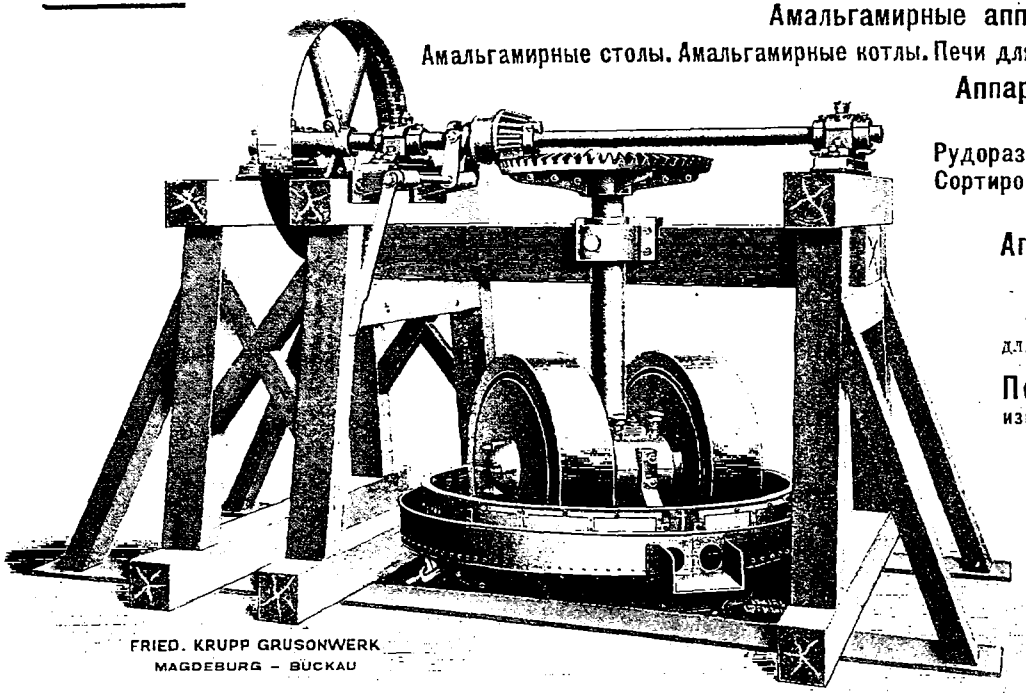
Аппараты для выщелачиванія.

Полное оборудованіе заводовъ

для **обогащенія всякаго рода рудъ.**

Полное оборудованіе, касающееся извлеченія металловъ металлургическимъ и электрометаллургическимъ способомъ.

Прокатные станы для металловъ; гидравлическіе прессы; краны всякаго рода.



FRIED. KRUPP GRUSONWERK
MAGDEBURG – BUCKAU

Фрид. Крупп
АКЦІОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
Грузонверкъ
Магдебургъ—Буккау (Германія).

ПРЕДСТАВИТЕЛИ: ВОССИДЛО и Ко, С.-ПЕТЕРБУРГЪ.—Технико-ПРОМЫШЛЕННОЕ БЮРО, Томскъ.—Петръ Ник. Макѣевъ, Екатеринбургъ.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОДЪ

„Акц. Общ. Гумбольдтъ“

ВЪ КАЛЬКѢ (Германія).

Оборудованіе всякаго рода горныхъ промысловъ, каменноугольныхъ копей и брикетныхъ заводовъ.

Испытательныя станціи для изслѣдованія рудъ.

МАШИНЫ ДЛЯ ОБОГАЩЕНІЯ РУДЪ.

Лебедки, краны, конвеера и проч.

ПРОДЫРАВЛЕННАЯ ЖЕСТЬ и СИТА.

КАТАЛОГИ и СМѢТЫ ПО ВОСТРЕБОВАНІЮ.

Обращ.: Предст. Инж. М. А. МЕТТЪ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Звѣринская 17б., квартира 29.

Техническая Контора
А. ГЕРЛИЦЪ.

С.-Петербургъ, Вас. Остр., 9 лин., 26.

Адресъ для телеграммъ: АГЕРЪ—ПЕТЕРБУРГЪ.

Телефонъ № 213—84.

МАШИНЫ и АППАРАТЫ для ГОРНЫХЪ ЗАВОДОВЪ

изготовленные въ Швеціи изъ наилучшаго матеріала, самыхъ цѣлесообразныхъ конструкцій и системъ, выработанныхъ по опытамъ и примѣненныхъ въ шведской горнопромышленности:

Алмазно-бурильныя машины КРЕЛІУСА
для развѣдочныхъ работъ,
Ударно-бурильныя машины для буренія шпуровъ,
Подъемныя приспособленія,
Перевозочныя и перегрузочныя устройства,
Проволочно-канатныя дороги,
Насосы всякаго рода
Нефтяные и паровые двигатели.

Дробильныя устройства всякаго рода,
Ядровыя мельницы,
Мѣшалки,
Сита барабанныя и плоскія,
Черпальныя устройства,
Воздуходувки.

Сооруженія для обогащенія рудъ,
Электромагнитн. обогащ. рудъ, сист. „Грендаль" и др.
Полное оборудов. рудо-брикетн. заводовъ и пр.

Каталоги и смѣты высылаются по первому требованію.

Сталелитейные прокатные и инструментальные заводы
ТОМАСА ФИРТЪ съ С-ми въ Ригѣ и Шеффильдѣ.

Контора: С.-Петербургъ, Почтамтская 20.

Сталь, напильники, инструменты, шары для дробильныхъ мельницъ.

Заводы изготовляютъ инструментальную сталь изъ самыхъ чистыхъ и отборныхъ русскихъ матеріаловъ, пригодную для выдѣлки нижеслѣдующихъ инструментовъ: токарныхъ, строгальныхъ, сверлильныхъ и долбежныхъ рѣзцовъ; спиральныхъ сверлъ, развертокъ, метчиковъ, плашекъ, шарошекъ; долотъ, горныхъ буравовъ, ручныхъ зубилъ, молотковъ, чекановъ, оскардъ, пробойниковъ, монетныхъ штемпелей, пилъ, струговъ, напильниковъ, бритвъ, хирургическихъ инструментовъ, грабштихелей, дыропробивныхъ матрицъ и пуансоновъ: столовыхъ и кухонныхъ ножей; инструментовъ для гвоздильныхъ машинъ и патронныхъ заводовъ; инструментовъ для обработки дерева; для разныхъ кузнечныхъ и котельныхъ инструментовъ, для штамповъ, топоровъ, клеймъ и проч.

Заводы изготовляютъ также изъ своей стали всевозможные машинные и ремесленные инструменты, какъ-то:

шарошки, спиральныя сверла, напильники, топоры, колуны, декселя, слесарные, кузнечные и котельные молотки, лѣсопильныя пилы и всякаго рода инструменты для обработки желѣза, стали, мѣди, дерева, бумаги, резины, кожи и проч.

Каждая полоса стали снабжена извѣстнымъ этикетомъ съ указаніемъ качества, № твердости, назначенія стали, способа ковки и закалки.

Наименованія сортовъ инструментальной и спеціальной стали

фирмы Томасъ Фиртъ съ С-ми въ Ригѣ.

1) марка **«Спидекутъ»**. Наилучшая самозакаливающаяся сталь, не теряющая своей твердости при весьма высокой температурѣ, возникающей отъ тренія. Особенно пригодна для обточки предметовъ при весьма большихъ скоростяхъ и широкой, толстой стружкѣ.
2) марка **«Діарубитъ»**. Также сталь природной твердости, употребляемая при быстрой, но менѣе тяжелой работѣ.
3) марка **«Пантритъ»** и 4) марка **«Вольфрамъ-Споціаль»**. Особенно рекомендуется для обработки твердыхъ стальныхъ чугунныхъ отливокъ, для служившихъ бандажей и т. п.
4) марка **«Хромъ спеціаль» А и В.** Рекомендуется для инструментовъ, требующихъ сочетанія высшей твердости и сопротивленія, нежели это можно достигнуть съ углеродистыми сталями.
5) **Никкелевая сталь.** Особенно пригодна для изготовленія машинъ, которыя должны имѣть наибольшую крѣпость при наименьшемъ вѣсѣ. Для осей, зубчатыхъ колесъ и приводовъ автомобилей, для хронометрическихъ и физическихъ инструментовъ и т. п.
6) **Углеродистая литая тигельная сталь.**
7) **Мартеновская сталь.**

СПЕЦІАЛЬНАЯ СТАЛЬ И ГОТОВЫЙ ИНСТРУМЕНТЪ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МАЛОМАГНИТНЫХЪ ПЛИТЪ (никкелевой стали).

Спиральныя сверла изъ быстрорѣжущей стали **«Спидекутъ»** для ускореннаго сверленія.

Шайбы для фрезеровъ кованныя и отожженыя.

ЦѢНЫ НА СТАЛЬ И НАПИЛЬНИКИ ЗАЯВЛЯЮТСЯ ПО ТРЕБОВАНІЮ.