

Войслав С.

ИЗСЛѢДОВАНИЕ ГРУНТА

и

РАЗВѢДКА ПОЛЕЗНЫХЪ ИСКОПАЕМЫХЪ

ПОСРЕДСТВОМЪ

РУЧНОГО БУРЕНИЯ.



ПРЕДИСЛОВІЯ:

Къ четвертому изданію.

Работая надъ изобрѣтеніемъ моего бура, я не мечталъ о такомъ быстромъ его распространеніи, какое онъ нашелъ въ дѣлѣ изслѣдованій грунта и развѣдокъ, польза которыхъ сознается все больше и больше; почему и неудивительно, что третье изданіе этой книжки разошлось въ продолженіе одного года.

Теперь я имѣю полное основаніе утверждать, что почти все изслѣдованія, ведущіяся помощью ручнаго буренія въ Россіи, производятся моимъ буромъ или его поддѣлками.

Разумѣется, что этотъ результатъ достигнуть лишь при просвѣщенномъ содѣйствіи, которое мнѣ оказывали лица, заботящіеся о развитіи горнозаводской и желѣзнодорожной техники, такъ какъ только при этомъ содѣйствіи я имѣю возможность совершенствовать мой инструментъ.

Выпуская въ свѣтъ настоящее четвертое, опять исправленное и дополненное, изданіе, я считаю священнымъ долгомъ, означеннымъ лицамъ, высказать мою глубокую благодарность.

Къ пятому изданію.

Практика развѣдокъ буреніемъ настолько развилась въ послѣдніе годы, что за небольшой промежутокъ времени указала на необходимость усовершенствованія въ основныхъ частяхъ бурового инструмента. Описаніе этихъ усовершенствованій и вошло въ составъ настоящаго пятаго изданія.

ВВЕДЕНІЕ.

Исслѣдованія грунта и развѣдка ¹⁾ полезныхъ ископаемыхъ составляютъ одну изъ самыхъ важныхъ и необходимыхъ работъ при всѣхъ отрасляхъ технической дѣятельности. Всѣ строительныя, инженерныя, горныя, заводскія и сельско-хозяйственныя сооруженія и предпріятія прежде всего нуждаются въ данныхъ, касающихся свойствъ грунта на которомъ онѣ основываются. Въ этихъ случаяхъ необходимо точно опредѣлить не только физическія и химическія свойства породъ, составляющихъ почву до нѣкоторой глубины, но также и условія нахожденія (залеганія) этихъ породъ, присутствіе въ нихъ воды и т. п.

Данныя эти можно получить только помощью отверстій, дѣлаемыхъ въ почвѣ до требуемой глубины, съ цѣлью добыть образчики породъ и непосредственно опредѣлить ихъ качества.

¹⁾ Слово «развѣдка» въ большинствѣ случаевъ примѣняютъ неправильно. Развѣдка есть правильно веденное опредѣленіе всѣхъ породъ, залегающихъ подъ поверхностью земли. Отъ *поисковъ* она отличается тѣмъ, что первые отыскиваютъ только полезныя вещества, выступающія на поверхность земли (обнажающіяся).

Наконецъ, детально развѣдкой, или исслѣдованіемъ мѣсторожденія, называемъ подробное изученіе расположенія, распространенія, количества и свойствъ, уже найденнаго развѣдками полезнаго ископаемаго.

Поиски отъ *геологическихъ изысканій* отличаются практическою цѣлью; геологическія изысканія преслѣдуютъ лишь *научную* цѣль опредѣленія формаций, залегающихъ въ исслѣдуемой мѣстности, для чего примѣняются иные методы исслѣдованій, чѣмъ при развѣдкахъ.

Поверхностные осмотры, постукиванія, выслушиванія и другіе этого рода операціи и указанія не могутъ быть въ данномъ случаѣ достаточно убѣдительны, и часто причиняють весьма непріятныя разочарованія.

Въ настоящее время техники при сужденіи о качествѣ грунта на глубинѣ не должны обращать вниманія на внѣшніе признаки, хотя, къ сожалѣнію, весьма еще часто встрѣчаемъ такіе случаи (даже въ центрахъ цивилизаціи), когда при отыскиваніи воды, рудъ и т. п. пользуются услугами маговъ, магнетизеровъ и волшебниковъ, которые съ помощью магнитныхъ шаровъ, волшебныхъ палокъ и т. п. указываютъ даже глубину, на которой будто-бы находится вода или руда.

Возможность этого рода эксплуатированія, объясняется, помимо недостаточности образованія эксплуатируемыхъ, еще и тѣмъ, что вознагражденія, которымъ довольствуются упомянутые водо-и рудоискатели, весьма незначительны, въ сравненіи съ тѣми расходами, съ которыми связаны правильно веденныя развѣдочныя работы. Большая стоимость послѣднихъ объясняется не столько дороговизною самихъ работъ, сколько слабостью ихъ развитіемъ и малымъ распространеніемъ свѣдѣній о способахъ рациональнаго ихъ веденія.

Распространеніе изслѣдованій грунта имѣетъ громадное вліяніе на ихъ стоимость; единичные примѣры примѣненія этихъ работъ вызываютъ несообразные накладные расходы, какъ на покупку каждый разъ новыхъ инструментовъ, такъ и на обученіе рабочихъ и выпуску достаточно подготовленнаго техника для каждой развѣдки отдѣльно.

При углубленіи, напр., средней глубины одной буровой скважины, стоимость работъ составляетъ ничтожную часть расходовъ на устройства, на инструменты, на выпускъ и вознагражденіе техника; между тѣмъ какъ однимъ инструментомъ можно пробурить много скважинъ, и одинъ техникъ-спеціалистъ можетъ вести одновременно нѣсколько скважинъ, если бурять

на небольшихъ разстояніяхъ другъ отъ друга и при помощи опытныхъ рабочихъ.

Многочисленные примѣры обрушеній строеній, а также большинство неудачныхъ горныхъ предпріятій, происходящихъ отъ недостатка изслѣдованій, не могутъ заставить предпринимателей строительныхъ и горныхъ работъ обращаться къ этимъ изслѣдованіямъ до тѣхъ поръ, пока онѣ не будутъ достаточно для нихъ доступны. Только недоступностью изслѣдованій грунта можно объяснить то равнодушіе, съ какимъ къ этимъ работамъ прежде относились, напр., строители желѣзныхъ дорогъ при изысканіяхъ. Не говоря уже о безопасности желѣзнодорожнаго пути, всякія изысканія при опредѣленіи направленія этого пути, веденныя безъ изслѣдованій грунта, надо считать, по *крайней мѣрѣ неумными*, потому что нельзя-же избрать самое выгодное направленіе, не зная, въ какихъ породахъ придется дѣлать выемки и на какихъ грунтахъ—основывать насыпи, мосты и строенія. Извѣстно, что производство выемки, въ твердыхъ породахъ, можетъ обойтись въ нѣсколько десятковъ разъ дороже, чѣмъ въ мягкихъ, а устройство основаній въ плывунахъ или гинсахъ—въ нѣсколько сотъ разъ дороже, чѣмъ на прочномъ грунтѣ. Излишне говорить о тѣхъ участкахъ дорогъ, которые построены на сплошныхъ гинсахъ или на плывунахъ.

Къ счастью, проходятъ уже тѣ времена, когда при желѣзнодорожныхъ изысканіяхъ на топографическую съемку расходовалось въ нѣсколько разъ больше средствъ, чѣмъ на изслѣдованія грунта, почему и уменьшается число тѣхъ многочисленныхъ случаевъ слишкомъ легкой наживы или банкротствъ подрядчиковъ земляныхъ работъ, которые происходятъ, главнымъ образомъ, отъ *незнанія свойствъ грунта*, на изслѣдованія котораго скупаются, или отъ непониманія важности этихъ изслѣдованій по недостатку образованія.

Не подлежитъ сомнѣнію, что съ развитіемъ и распространеніемъ развѣдочныхъ работъ стоимость ихъ значительно умень-

шится, что вмѣстѣ съ усовершенствованіемъ приѣмовъ и болѣе частыми благопріятными результатами, въ свою очередь, еще болѣе усилить спросъ на развѣдочныя работы. Большое распространѣніе правильно веденныхъ развѣдокъ, благопріятные отъ нихъ результаты и уменьшенная стоимость, несомнѣнно, заставляютъ обращаться къ нимъ даже и тѣхъ, которые до сихъ поръ прибѣгали къ услугамъ шарлатановъ, подобно тому, какъ больные, въ отсутствіе надлежащей врачебной помощи, обращаются къ знахарямъ.

Если, однако, вникнуть глубже въ положеніе промышленности настоящаго времени, то не трудно придти къ тому выводу, что быстрому развитію развѣдочныхъ работъ въ Россіи мѣшаютъ главнымъ образомъ:

- 1) слабое развитіе механическаго дѣла и, главнымъ образомъ, производства хорошихъ буровыхъ инструментовъ,
- 2) недостатокъ учреждений, занимающихся специально развѣдочными работами и исполнѣ съ ними знакомыхъ,
- 3) громадныя разстоянія (при малой населенности),
- 4) слабое распространѣніе правильнаго взгляда на развѣдки и недостатокъ сознанія потребности и пользы отъ рациональнаго развѣдыванія и
- 5) плохое состояніе сельскаго хозяйства и неосмотрительное развитіе горно-заводской промышленности, при чемъ многія горнозаводскія предпріятія обходятся совершенно безъ развѣдокъ или приступаютъ къ нимъ уже тогда, когда заводъ построенъ, и всѣ акціи помѣщены въ руки акціонеровъ.

Владѣльцы земли и промышленныхъ предпріятій тѣмъ сильнѣе нуждаются въ развѣдываніи, чѣмъ хуже ихъ благосостояніе.

При невыгодности веденія сельскаго хозяйства, владѣлецъ земли обращается къ промышленности, но это дѣлаетъ обыкновенно тогда, когда его дѣла плохи, и нѣтъ достаточно средствъ на производство правильной развѣдки, на которой должно

основываться предпріятіе. Промышленникъ ищетъ болѣе выгодныхъ условій для своего дѣла, чаще всего тогда, когда оно сдѣлалось невыгоднымъ и не приноситъ такихъ доходовъ, изъ которыхъ можно было бы выдѣлить довольно значительную сумму на развѣдываніе.

Слѣдовательно, нужда въ развѣдываніи можетъ быть удовлетворена только такими развѣдками, стоимость которыхъ незначительна. Дороговизна развѣдокъ сильнѣе всего тормозитъ развитіе и распространеніе развѣдыванія.

Поэтому, отысканіе, дешеваго и вездѣ удобопримѣнимаго способа изслѣдованій грунта составляетъ, по моему мнѣнію, вопросъ первостепенной важности для промышленности.

Я нахожу возможнымъ удовлетворить эту насущную потребность промышленности при помощи развѣдочнаго устройства, обладающаго слѣдующими свойствами:

- 1) оно должно быть общедоступно и примѣнимо во всякое время и для каждой, даже самой отдаленной и трудно доступной, мѣстности,
- 2) оно должно быть дешево, какъ по цѣнѣ его, такъ и по производству имъ развѣдочныхъ работъ и
- 3) оно должно быть удобопримѣнимо при всѣхъ условіяхъ изслѣдованія грунта.

Строгое выполненіе всѣхъ этихъ условій, казалось бы, невозможно. Присмотрѣвшись, однако, ко всѣмъ требованіямъ практики, увидимъ, что послѣдняя можетъ быть удовлетворена буреніемъ.

Всѣ способы полученія данныхъ о составѣ и качествѣ грунта на глубину, то есть способы развѣдки сводятся къ тремъ системамъ:

- 1) развѣдка шурфованіемъ,
- 2) развѣдка глубокимъ буреніемъ и
- 3) развѣдка неглубокимъ буреніемъ.

Въ моемъ сочиненіи «Развѣдка полезныхъ ископаемыхъ помощью шурфованія» 3 изд. подробно изложены приемы этого

способа развѣдокъ. Эта система развѣдыванія, весьма распространенная въ прежнее время, отличается многими неудобствами и прежде всего дороговизною, непримѣняемостью при большихъ притокахъ воды, медленностью работы, потребностью въ большемъ числѣ опытныхъ рабочихъ, необходимостью предосторожностей отъ несчастныхъ случаевъ и порчею поверхности земли отъ углубляемыхъ шурфовъ.

Поэтому только въ исключительныхъ случаяхъ она должна быть примѣняема и гл. образомъ: 1) при развѣдкѣ сухихъ и переполненныхъ валунами розсыпей, 2) въ гнѣздовыхъ мѣстожденіяхъ, которыя выгодно разрабатывать одновременно съ развѣдкою и 3) въ породахъ съ весьма сложнымъ напластованіемъ т. е. сильно изогнутыхъ, разбитыхъ сбросами и сдвигами.

Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ развѣдка шурфованіемъ всегда должна быть замѣнена буреніемъ, при которомъ шурфы примѣняются только какъ единичные случаи, какъ для полученія въ большемъ количествѣ хорошихъ образчиковъ породы, такъ и для контроля, въ случаѣ желанія провѣрить результаты развѣдки буреніемъ.

Глубокое буреніе требующее не только большого капитала на оборудованіе, но и значительныхъ расходовъ и времени на буреніе, крѣпленіе и т. п. можетъ быть примѣняемое только при горизонтальномъ или весьма слабонаклонномъ напластованіи породъ, при чемъ если искомыя породы залегаютъ на значительной глубинѣ.

Въ большинствѣ, слѣдовательно, случаетъ изслѣдованій грунта и развѣдки полезныхъ ископаемыхъ можно довольствоваться системою неглубокаго буренія, помощью котораго, пробуривая наносныя породы, можно получить образчики напластованныхъ породъ, которыя вслѣдствіе наклоннаго напластованія, выходятъ надъ наносомъ на данномъ развѣдываемомъ пространствѣ на небольшой глубинѣ.

Если присмотрѣться ближе къ массѣ данныхъ изъ практики развѣдочнаго дѣла въ Россіи, то развѣдка неглубокимъ

буреніемъ можетъ быть въ большинствѣ случаевъ исполнена буровымъ инструментомъ, дающимъ возможность бурить скважины около 20 саж. глубины во всѣхъ породахъ, общедоступнымъ по примѣненію, легкимъ (не болѣе нѣсколькихъ пудовъ вѣсомъ) и дешевымъ. Между многими, извѣстными, до сихъ поръ буровыми инструментами до послѣднихъ лѣтъ не много такихъ, которые хотя въ нѣкоторой степени, удовлетворяютъ всѣ вышеизложенныя требованія.

Если нѣкоторые инструменты даютъ возможность обойтись безъ сложныхъ, тяжеловѣсныхъ и дорогихъ устройствъ, въ родѣ копровъ, лебедокъ, бурильныхъ станковъ, тяжелыхъ закрѣпительныхъ трубъ и т. п., то ими нельзя бурить скважинъ глубже двухъ, трехъ сажень, проходить не только болѣе твердыхъ породъ, но также и самыхъ мягкихъ, заключающихъ какіе либо куски твердыхъ породъ, въ родѣ булыжниковъ, гальки и т. п. и, наконецъ, углубляться въ осыпающихся и оползающихъ породахъ. Такіе буры работаютъ успѣшно только въ мягкихъ, не очень сухихъ и не слишкомъ мокрыхъ глинистыхъ породахъ.

Понятно, что такіе буры могутъ имѣть только ограниченное примѣненіе и для правильнаго развѣдыванія непримѣнимы.

Къ числу болѣе распространенныхъ этого рода приборовъ относятся между прочими:

- 1) Винтовой буръ Болькена и американскій буръ съ тремя наклонными и тремя вертикальными лопастями. Эти буры удобопримѣнимы только для буренія скважинъ, глубиною до двухъ сажень, въ растительной землѣ, въ мягкой и въ песчанистой глинахъ, не заключающихъ камней.
- 2) Буръ Паллисси, неправильно называемый буромъ Липмана, примѣнимъ для буренія скважинъ, до глубины одной сажени въ неосыпающихся и неоползающихъ породахъ.

- 3) Буръ Вильке, съ отогнутымъ боковымъ краемъ лезвія, для скважинъ въ мягкой глинѣ, не глубже 2-хъ саженъ.
- 4) Буръ Текленбурга, появившійся въ 1886 г. (см. «Handbuch der Tiefbohrkunde» v. Tecklenburg, 1886 г., стр. 68), представляетъ нѣкоторое сходство съ моимъ приборомъ, изобрѣтеннымъ въ 1884 году, описаннымъ въ «Горномъ Журналѣ», въ 1-ой книжкѣ за 1885 г., демонстрированнымъ въ этомъ же году въ Императорскомъ Русскомъ Техническомъ Обществѣ и удостоеннымъ похвальнаго отзыва того же Общества въ 1888 году.

Буръ Текленбурга непримѣнимъ: для породъ осыпающихся или оползающихъ ¹⁾, слабъ для породъ твердыхъ ²⁾ и можетъ ³⁾ быть примѣненъ только для скважинъ небольшой глубины, что дѣлаетъ этотъ приборъ непримѣнимымъ для серьезныхъ развѣдокъ.

Въ 1888 году (въ «Bullet. de la Soc. Belge de Géologie, de Paléontol. et d'Hydrologie», 1888 г.) появилась статья извѣстныхъ Бельгійскихъ геологовъ Van de Broeck'a и Rutot, въ которой описанъ ручной буръ Didiona, примѣняемый ими при составленіи извѣстной геологической карты Бельгіи. Описанный имъ буръ, по своей конструкціи, многимъ уступаетъ буру Текленбурга. Состоитъ онъ изъ сплошной штанги (тяжелый) со сложнымъ соединеніемъ колѣнъ и не имѣетъ устройствъ для буренія въ иныхъ породахъ, какъ только въ мягкихъ иловатыхъ глинахъ (limones), не содержащихъ кусковъ камней, и только до глубины 6 саженей. Только благодаря тому, что из-

¹⁾ Не имѣетъ закрѣпительныхъ трубъ и подходящей желонки.

²⁾ Штанга изъ газовыхъ трубокъ въ $\frac{1}{4}$ дюйма діаметромъ.

³⁾ Благодаря болѣе раціональному устройству ложки, буреніе моимъ буромъ первоначальнаго устройства оказалось значительно легче, при чемъ глубина, достигаемая имъ, больше, чѣмъ буромъ Текленбурга. Кромѣ того, примѣненіе моихъ закрѣпительныхъ трубъ давало возможность бурить скважины въ плывучихъ пескахъ и подѣ водою.

слѣдованная упомянутыми учеными часть Бельгіи покрыта почти вездѣ мягкими глинами, буръ Didiona могъ быть примѣненъ. Остается сожалѣть, что Бельгійскіе ученые не интересовались другими приборами, болѣе цѣлесообразными для ихъ цѣлей, тогда, по крайней мѣрѣ, не подвергались бы тѣмъ опасностямъ (при выемкѣ гибкой и ломкой штанги Didiona), на которыя они указываютъ, какъ на неизбѣжное зло.

Несмотря на то, что первоначальнымъ устройствомъ моего бура, достигались на практикѣ результаты, гораздо лучше всѣхъ другихъ ручныхъ буровъ, тѣмъ не менѣе пришлось измѣнять его устройство въ продолженіе пятнадцати лѣтъ примѣненія его на практикѣ, чтобы составить приборъ, удовлетворяющій всѣ вышеизложенныя требованія отъ развѣдочнаго инструмента.

Я не считаю нужнымъ описывать рекламируемаго бура г. Незнаева, дающаго якобы «экономіи 1000⁰/₀», который «силою одного рабочаго можетъ бурить до какой угодно глубины и все это за 14 рублей». Это просто желѣзная трубка съ привязанной къ ней бичевкою. Такою трубкою можно сдѣлать дырку въ глинь—но не больше. Буромъ этимъ предлагается «бурить до удобной глубины», если бы трубка до этой глубины пролѣзла, только на томъ основаніи, что бичевка можетъ имѣть какую угодно длину.

Еще менѣе интересны буры г. Гамова описанные въ его комическомъ «сочиненіи» ¹⁾. Эти буры уже совершенно не могутъ работать даже тамъ гдѣ можетъ работать буръ г. Незнаева.

Послѣдніе буры и указанное «сочиненіе» доказываютъ, какъ еще слабо развито въ Россіи буровое дѣло и знанія буровой техники.

Усовершенствованные въ послѣднее время алмазные ручные буры непригодны для мягкихъ и обваливающихся породъ (глинь, песковъ и т. п.), въ которыхъ при развѣдкѣ, чаще всего приходится бурить. Но для развѣдки въ очень твердыхъ

¹⁾ Горныя развѣдки буреніемъ.

породахъ эти буры, по необходимости, приходится примѣнять (о чемъ см. ниже).

Болѣ сложные буровые инструменты, помимо ихъ дороговизны, требуютъ опытныхъ мастеровъ и мастерскихъ для ремонта. При производствѣ ими многихъ, небольшой глубины, скважинъ стоимость развѣдки весьма значительна. Болѣ простые буровые инструменты выписываемые изъ-за границы и продаваемые въ нѣкоторыхъ Петербургскихъ и Московскихъ складахъ металлическихъ издѣлій, вовсе непригодны для Россіи. Они тяжелы (сплошныя штанги), и если не очень дороги, то сдѣланы изъ плохихъ матеріаловъ. Форма ихъ буровыхъ накопечниковъ непригодна для условій, повсемѣстно встрѣчаемыхъ въ Россіи, гдѣ большая часть поверхности земли покрыта ледниковыми образованіями съ гранитными валунами, рѣдко встрѣчаемыми въ другихъ Европейскихъ государствахъ (исключая Швецію и Норвегію).

ИЗСЛѢДОВАНІЯ ГРУНТА И ПРОИЗВОДСТВО РАЗВѢДКИ ПОСРЕДСТВОМЪ РУЧ- НОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА.

Ручной буръ, какъ развѣдочный инструментъ.

При изслѣдованіи ручныхъ буровъ предстоитъ рѣшить два главные вопроса:

1) до какой глубины можно бурить скважины помощью этихъ буровъ и

2) на сколько эта глубина достаточна для опредѣленія простиранія и паденія пластовъ, т. е. для производства развѣдокъ.

Прежде чѣмъ приступить къ разсмотрѣнію этихъ вопросовъ, нужно сказать, что называютъ ручнымъ буромъ.

Ручнымъ буромъ называется такой инструментъ, который, кромѣ штанги, бура и ушка, не имѣетъ другихъ составныхъ частей и при работѣ не требуетъ особыхъ приспособленій и устройствъ (какъ, напримѣръ, воротовъ, копровъ, станковъ и т. п.).

Слѣдовательно, отличительные его признаки слѣдующіе:

1) онъ состоитъ изъ цѣльной или составной штанги, которую можно безъ всякихъ приспособленій вынуть изъ скважины непосредственно руками,

2) общій вѣсъ и размѣры частей ручного бура такіе, что рабочіе могутъ не только производить работу, но и переносить весь приборъ съ мѣста на мѣсто и

3) составныя части его не должны нуждаться въ безотлагательной починкѣ, а легко быть замѣняемы запасными частями.

А. Глубина скважины.

Разсмотримъ теперь первый вопросъ: до какой глубины можно провести скважину посредствомъ ручного бура?

Глубина скважины, пробуриваемой посредствомъ бура, равна длинѣ такой штанги, которую можно непосредственно руками вынуть изъ скважины и, послѣ очистки бура, снова опустить въ нее.

Длина такой штанги обуславливается ея вѣсомъ и сопротивленіемъ ея крутящимъ и сгибающимъ усиліямъ.

Вѣсъ штанги съ буровымъ наконечникомъ не долженъ быть болѣе вѣса, поднимаемаго свободно двумя, тремя рабочими, т. е. отъ двухъ до трехъ пудовъ.

Наибольшая величина сгибающаго штангу момента проявляется тогда, когда штанга, вынутая изъ скважины, опрокидывается въ горизонтальное положеніе. Тогда она нижнимъ концомъ упирается въ землю и при опрокидываніи, поддерживается рабочимъ въ различныхъ точкахъ длины.

Точки эти тѣмъ болѣе удалены отъ нижняго конца штанги, чѣмъ меньше уголъ, составленный положеніемъ штанги съ горизонтомъ. Положимъ, что штанга *aB* (табл. I, фиг. 1) поднята изъ скважины. Возьмемъ какое нибудь ея положеніе во время опрокидыванія, напримѣръ, положеніе *a b*.

Конецъ штанги *a b* описываетъ, во время опрокидыванія, окружность *Bc*.

Рабочій поддерживаетъ штангу постоянно на одной высотѣ *de = h*, при чемъ онъ мѣняетъ свое положеніе по горизонтальному направленію отъ *n* до *p*.

Наибольшій моментъ, сгибающій штангу отъ ея собственнаго вѣса, будетъ при наибольшемъ значеніи длины *ef = x*, т. е. величины горизонтальной проекціи длины штанги между точкою *d*, въ которой ее поддерживаетъ рабочій, и свободнымъ концомъ штанги.

Вѣсъ штанги распределенъ по ея длинѣ равномерно, если не принимать во вниманіе разности отъ вѣса ушка, вообще весьма незначительнаго.

Зависимость между переменною величиною угла α (наклоненіе штанги къ горизонту) и постоянной высотой *h* выразится изъ подобныхъ треугольниковъ *ade* и *abf* (фиг. 1):

$$\frac{ad}{de} = \frac{ab}{bf}.$$

Обозначивъ полную длину штанги черезъ *l* и подставляя вмѣсто *de = h*. вмѣсто *ad = ab - db*, получимъ:

$$\frac{l - db}{h} = \frac{l}{bf} \dots \dots \dots (1)$$

но изъ прямоугольнаго треугольника *bdk* имѣемъ:

$$db = \frac{dk}{\cos \alpha} = \frac{ef}{\cos \alpha}$$

или

$$db = \frac{x}{\cos \alpha};$$

изъ такого же треугольника abf имѣемъ:

$$bf = ab \cdot \sin \alpha = l \sin \alpha$$

Подставляя въ выраженіи (1) вмѣсто db и bf найденныя ихъ значенія, получаемъ:

$$l - \frac{x}{\cos \alpha} = \frac{h}{\sin \alpha}$$

или, окончательно,

$$x = l \cos \alpha - h \cotg \alpha \quad (2)$$

Найдемъ максимумъ значенія величины x .

Первая производная выраженія (2) по α

$$\frac{dx}{d\alpha} = -l \sin \alpha + \frac{h}{\sin^2 \alpha}; \quad (3)$$

вторая производная

$$\frac{d^2x}{d\alpha^2} = -l \cos \alpha - \frac{2h \sin \alpha \cos \alpha}{\sin^4 \alpha}$$

отрицательная; слѣдовательно, приравнявая выраженіе (3) нулю, получимъ:

$$-l \sin^3 \alpha + h = 0,$$

откуда

$$\sin \alpha = \sqrt[3]{\frac{h}{l}} \quad (4)$$

при которомъ величина x въ выраженіи (2), будетъ максимумъ.

Изъ выраженія (2), которое можно представить въ видѣ:

$$x = l \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} - \frac{h}{\sin \alpha}$$

подставляя вмѣсто $\sin \alpha$ изъ (4),

получимъ:

$$\max. x = (l^{2/3} - h^{2/3})^{3/2} \quad (5)$$

Приравнивая наибольшую величину момента (сгибающаго штангу отъ ея собственнаго вѣса), моменту ея сопротивленія, получимъ:

$$\frac{p \text{ (max. } x)^2}{2} = M \cdot R,$$

гдѣ p —вѣсъ погоннаго метра штанги; M —модуль ея поперечнаго сѣченія; R —наибольшее допускаемое напряженіе штанги при изгибѣ.

Подставляя вмѣсто $\text{max. } x$ изъ (5), получимъ

$$\frac{p (l^{2/3} - h^{2/3})}{2} = M \cdot R \quad \dots \dots \dots (6)$$

Изъ выраженія (6) получимъ длину штанги;

$$l = \left\{ \left(\frac{2 M \cdot R}{p} \right)^{3/2} + h^{2/3} \right\}^{3/2} \quad \dots \dots \dots (7)$$

Величина l —выражаетъ ту длину штанги, которая еще возможна при наибольшемъ значеніи сгибающаго момента, слѣдовательно, это наибольшая, возможная длина штанги при данномъ моментѣ сопротивленія $M \cdot R$ и величинѣ h .

Изъ выраженія (7) видно, что длина штанги увеличивается съ увеличеніемъ отношенія модуля сѣченія къ вѣсу погоннаго метра длины и съ увеличеніемъ прочнаго сопротивленія матеріала.

Величина отношенія $\frac{M}{p}$ увеличивается съ увеличеніемъ поперечнаго сѣченія, но зависитъ и отъ его формы. Сѣченія, принимаемыя для штангъ, бываютъ: квадратное сплошное, круговое сплошное и круговое пустотѣлое. Обозначивъ плотность матеріала штанги черезъ δ , получимъ: для квадратнаго сплошнаго сѣченія штанги, при длинѣ стороны квадрата, равной a .

$$\frac{M}{p} = \frac{a}{6\delta} \quad \dots \dots \dots (8)$$

для круглаго сплошнаго сѣченія діаметромъ d :

$$\frac{M}{p} = \frac{a}{8\delta} \quad \dots \dots \dots (9)$$

и для круговаго пустотѣлаго, съ внутреннимъ діаметромъ D , и наружнымъ D_1 :

$$\frac{M}{p} = \frac{\pi (D_1^4 - D^4)}{32 D \cdot \frac{\pi (D_1^2 - D^2)}{4} \cdot \delta}$$

или, обозначивъ отношеніе $\frac{D_1}{D}$ чрезъ β :

$$\frac{M}{p} = \frac{D}{8\delta} \cdot \frac{1 - \beta^4}{1 - \beta^2} = \frac{D}{8\delta} (1 + \beta^2) \quad \dots \dots \dots (10)$$

Такъ какъ $1 + \beta^2$ больше единицы, олѣдовательно при одинаковыхъ наружныхъ діаметрахъ $D=d$ выраженіе (10) болѣе выраженія (9), т. е. отношеніе $\frac{M}{p}$ для пустотѣлаго сѣченія всеегда больше чѣмъ для сплошнаго, одинаковаго наружнаго діаметра.

Посмотримъ, въ какихъ случаяхъ выраженіе (10) больше (8).

Приравнивая эти два выраженія и полагая $a=D$, получимъ:

$$\frac{4}{3}a = D(1 + \beta^2)$$

и при

$$\beta^2 > \frac{1}{3} \text{ или } \beta > 0,58$$

выраженіе (10) будетъ больше (8).

Такъ какъ штанги круговаго пустотѣлаго сѣченія имѣютъ отношеніе внутренняго діаметра къ наружному, т. е. величину β , всегда больше 0,58 (чаще 0,8), то пустотѣлое сѣченіе даетъ величину $\frac{M}{p}$ наибольшую, слѣдовательно, пустотѣлымъ штангамъ можно придавать наибольшую длину, и тѣмъ большую, чѣмъ отношеніе внутренняго діаметра къ наружному ближе къ единицѣ.

Штанги дѣлаются изъ желѣза или изъ стали; наибольшее напряженіе для этихъ матеріаловъ въ данномъ случаѣ, въ виду непродолжительности дѣйствія сгибающаго момента, можно принять близкое предѣлу упругости.

На основаніи вышесказаннаго, при опредѣленіи наибольшей длины штанги бѣра, мы займемся пока только стальными пустотѣлыми штангами.

Примемъ величину, на которой рабочій поддерживаетъ опрокидываемую штангу, т. е. h , равную двумъ метрамъ.

Хотя при помощи треноги или вилкоу можно поддерживать опрокидываемую штангу на болѣе значительной высотѣ, но это обстоятельство нельзя принять въ расчетъ. Такое поддерживаніе непостоянно и во всякомъ случаѣ, не вполне гарантируетъ цѣлость штанги.

Подставляя принятые нами величины для пустотѣлой штанги въ выраженіи (7), получимъ:

$$l = \left\{ \left(\frac{D(1 + \beta^2)}{4} R \right)^{1/3} + 1,59 \right\}^{3/2}, \text{ т. е. } \left\{ \left(\frac{D}{4} \cdot R \cdot (1 + \beta^2) \right)^{1/3} + 1,59 \right\}^{3/2}$$

при R равномъ 20 кило, на квадрат. миллиметръ и $h=7,500$,

$$l = \left\{ \left(666,6 D \cdot (1 + \beta^2) \right)^{1/3} + 1,59 \right\}^{3/2} \dots \dots \dots (11)$$

Изъ этого выраженія можно опредѣлить наибольшее значеніе длины по данному ея поперечному сѣченію.

Величина этого сѣченія обуславливается, главнымъ образомъ, діаметромъ скважины. Діаметръ этотъ долженъ быть возможно малый, такъ какъ время и работа, необходимыя для прохода скважины, увеличиваются въ болѣе значительной степени, чѣмъ увеличеніе діаметра скважины (почти какъ кубы изъ діаметровъ).

На основаніи практическихъ данныхъ и личныхъ тридцатилѣтнихъ наблюденій, я полагаю наиболѣе подходящимъ для развѣдочныхъ скважинъ (помощью ручныхъ буровъ) діаметръ въ 60 мм. даже для скважинъ, въ самыхъ слабыхъ породахъ (о чемъ ниже). Діаметръ штанги долженъ быть менѣе діаметра скважины, по крайней мерѣ, на половину. Такимъ образомъ, наружный діаметръ штанги надо принять около 30 мм.

Ниже увидимъ, насколько этотъ діаметръ удовлетворяетъ условію прочности штанги, при скручиваніи во время вращательнаго буренія.

Наименьшая величина толщины стѣнокъ пустотѣлой штанги обуславливается чисто практическими соображеніями. На практикѣ не дѣлаютъ стальныхъ трубъ толщиной стѣнокъ менѣе 2 миллиметровъ, за исключеніемъ трубокъ для опытовъ и физическихъ приборовъ.

Принявъ внутренній діаметръ пустотѣлой штанги 24 мм. и наружный около 30 мм., отношеніе діаметровъ

$$\beta = \frac{24}{30} = 0,8$$

Подставляя принятыя нами величины въ выраженіи (11), получимъ наибольшую длину штанги бура

$$l = \{ (666,6 \cdot 0,03 (1 + 0,64)^{1/3} + 1,59)^{3/2} = 10,5 \text{ метровъ.}$$

Такимъ образомъ наибольшая длина штанги бура около 10 метровъ.

Посмотримъ теперь, насколько принятое нами сѣченіе штанги удовлетворяетъ условію ея прочности относительно скручиванія.

Положимъ, что на рукоятку дѣйствуетъ одинъ рабочій, что на практикѣ при діаметрѣ скважины въ 60 мм. вполне достаточно.

Принимая длину рукоятки въ 0,35 метра т. е. величину, за предѣлы которой не слѣдуетъ идти по нижеуказаннымъ причинамъ, получимъ выраженіе равенства моментовъ: сопротивленія штанги скручиванію и силы, крутящей ее:

$$\frac{\pi D^3 (1-\beta^4)}{16} R_1 = P r \dots \dots \dots (12)$$

гдѣ P —наибольшее усиліе рабочаго = 15 кил., r —длина рукоятки = 0,35 м.; R_1 —напряженіе, вызванное въ матеріалѣ штанги, D —наружный діаметръ штанги = 0,03, β —отношеніе внутренняго діаметра штанги къ наружному = 0,8.

Поставляя эти значенія, получимъ:

$R_1 = 1,68$ кило на кв. миллиметръ сѣченія штанги.

Величину R_1 можно бы допускать значительно больше, даже до 10 кило, но, въ виду того, что рабочій при вращеніи часто подергиваетъ рукоятку, я считаю опаснымъ принимать R_1 болѣе 5 кило, въ виду того, чтобы уголъ крученія штанги не былъ очень значителенъ. Очевидно, условіе прочности относительно крученія вполне удовлетворено.

Изъ сказаннаго можно вывести слѣдующій отвѣтъ на поставленный нами выше вопросъ: глубина скважинъ, которыя можно углублять посредствомъ бура безъ развинчиванія штанги, около десяти метровъ.

Необходимо замѣтить, что этотъ отвѣтъ относится къ цѣлой штангѣ, т. е. имѣющей выше выведенное сѣченіе по всей ея длинѣ. Это условіе, однако, не всегда выполняется на практикѣ.

Цѣльной, пустотѣлой штанги, длиною до 10 метровъ, имѣть нельзя, потому что приготовленіе такой штанги было бы сопряжено съ большими затрудненіями, а главное, что примѣненіе ея при ручномъ буреніи, равно и передвиженія столь длинной штанги, въ высшей степени неудобны.

Такимъ образомъ, необходимо сдѣлать штангу составною.

Всѣ. до сихъ поръ извѣстныя соединенія пустотѣлыхъ штангъ ¹⁾ ослабляютъ сѣченіе ихъ стѣнокъ.

Примѣняемая, обыкновенно, цилиндрическая система на-рѣзки для соединенія трубъ ослабляетъ сѣченіе ихъ стѣнокъ на полную глубину рѣзбы по всей ея длинѣ, а слѣдовательно и въ концѣ муфты ²⁾; коническая нарѣзка, кромѣ того, требуетъ значительной толщины стѣнокъ (не менѣе 4 миллиметровъ). Система Алисона тоже не можетъ быть примѣнима для тонкостѣнныхъ трубъ.

Хотя эта система не ослабляетъ сѣченія трубы въ концѣ муфты, но расположенная на конической поверхности сильно срѣзываетъ конецъ трубы (значительно болѣе чѣмъ на глубину рѣзбы). Также самое относится къ нарѣзкѣ, такъ называемой Американской (конической).

Предложенная мною въ 1884 году система представляетъ подобно Алисоновской постепенное уменьшеніе глубины нарѣзки, при чемъ она расположена по цилиндрической поверхности, слѣдовательно, цилиндрическая стѣнка трубы, въ концѣ ея, подрѣзывается *только* на глубину рѣзбы. Однако, способъ приготовленія такой рѣзбы дороже и затруднительнѣе, чѣмъ обыкновенной.

Для извѣстныхъ до сихъ поръ случаевъ практики вышеупомянутыя формулы слѣдуетъ лишь немного измѣнить, такъ какъ въ сопротивленіи изгибу будутъ принимать участіе немного ослабленное нарѣзкою сѣченіе, потому что, обыкновенно рѣзба не дорѣзывается. Въ примѣняемыхъ мною въ послѣднее время соединеніяхъ я срѣзываю крайнія нитки въ муфтѣ, по-

¹⁾ Я здѣсь не упоминаю о способѣ устраненія ослабленія сѣченія, посредствомъ утолщенія на концахъ соединяемыхъ трубъ. Этотъ способъ въ данномъ случаѣ неудобенъ потому: 1) что выступы, образованные этими кольцами, увеличиваютъ наружный діаметръ штанги въ значительной степени и потребовали бы соответственнаго увеличенія діаметра скважины, и 2) что починка сломавшейся такой рѣзбы новою нарѣзкою невозможна.

²⁾ Т. е. въ томъ мѣстѣ, гдѣ дѣйствуетъ самый большой моментъ, сгибающій штангу.

чему концы ея обхватываютъ ненарѣзанную часть штанги, чѣмъ устраняется ослабленіе ея сѣченія въ началѣ муфты.

Изъ всего сказаннаго о длинѣ штанги ручного бура можно вывести слѣдующія заключенія:

а) глубина скважины, которую можно всегда достигать съ помощью бура, *безъ развинчиванія штанги* при ея подъемѣ, не менѣе 10 метровъ,

б) глубина эта можетъ быть значительно увеличена, если при опрокидываніи штанги поддерживать ее на болѣе значительной высотѣ, чѣмъ 2 метра (т. е. высотѣ, до которой можетъ достать человѣкъ руками), и

в) глубина эта можетъ быть значительно увеличена, если штангу при подъемѣ развинчивать на каждомъ 10-мъ метрѣ ея длины.

Такимъ образомъ, принимая вѣсь погоннаго метра штанги, наруж. діаметромъ 33 мм. и внутреннимъ 24 мм., въ 2 кило и допуская по прежнему вѣсь удобоподнимаемой штанги бура двумя рабочими въ 2,5 пуда = 40 кило. получимъ глубину *скважины въ 20 метровъ*, которую можно вполне достигать ручнымъ буромъ въ полномъ смыслѣ этого слова.

В. *Опредѣленіе положенія пластовъ помощью ручного бура.*

Второй вопросъ: «насколько глубина скважины въ 20 метровъ достаточна для опредѣленія положенія пластовъ», рѣшить труднѣе по причинѣ разнообразія условій залеганія пластовъ въ земной корѣ.

Мы постараемся установить только тѣ условія, при которыхъ развѣдываніе посредствомъ ручного бура возможно.

Извѣстно, что для опредѣленія положенія пласта, залегающаго подъ наносомъ, необходимо этотъ пласть въ трехъ точкахъ, не лежащихъ на одной линіи, пробить скважинами до плоскости напластованія его съ нижележащимъ пластомъ. Значитъ, надо пройти всю толщину наноса h (фиг. 2) и еще

нѣкоторую толщину h_1 пласта ¹⁾. Такимъ образомъ полная глубина скважины выразится:

$$H = h + h_1 \dots \dots \dots (15)$$

Если для точности опредѣленія угла паденія пласта достаточно наибольшее (въ крестъ его простирания) разстояніе между скважинами въ m метровъ (о немъ ниже), то толщина пласта h_1 , которую мы должны пробить сверхъ толщины наноса, выразится суммою (см. фиг. 2)

$$h_1 = h_o + h_x = h_o + m \operatorname{tg} \gamma \dots \dots \dots (16)$$

въ которой γ уголъ паденія пласта.

Подставляя вмѣсто h_1 въ (15), получаемъ:

$$H = h + h_o + m \operatorname{tg} \gamma \dots \dots \dots (17)$$

Величина h_o , на которую надо пробить пласть у линіи выхода плоскости напластованія, вообще незначительна. Эту величину всегда можно принять среднимъ числомъ въ 2 метра.

Горизонтальное разстояніе (въ крестъ простирания) между скважинами зависитъ отъ точности, съ которою мы желаемъ опредѣлить величину угла паденія, и съ которою можемъ измѣрять глубины скважинъ отъ наружной поверхности земли до плоскости напластованія пластовъ.

Довольствуясь точностью угловъ въ β^0 и допуская величину ошибки при измѣреніи глубины скважинъ въ a метровъ, получимъ наименьшее горизонтальное разстояніе:

$$m = \frac{a}{\operatorname{tg} \beta}.$$

¹⁾ Для простоты вывода принимаю наружную поверхность земли, равно какъ и поверхность головы пласта — горизонтальными; что, впрочемъ, не будетъ имѣть никакого вліянія на окончательный результатъ вывода.

Величину a — можно принять въ 0,075 метра ¹⁾, з^о нельзя допускать болѣе одного градуса, слѣдовательно

$$m = \frac{0,075}{\operatorname{tg} 1^\circ} = \frac{0,075}{0,01746} = 4,25 \text{ метра} . . . (18)$$

Подставляя вмѣсто h_0 и m въ выраженіи (17), получимъ:

$$H = h + 2 + 4,25 \operatorname{tg} \eta.$$

Полагая полную глубину скважины H , по выше выведеннымъ даннымъ, равною 20 метрамъ, получимъ:

$$\operatorname{tg} \eta = \frac{20 - 2 - h}{4,25} = 4,23 - \frac{h}{4,25} (19)$$

и

$$\eta = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} \left(4,23 - \frac{h}{4,25} \right),$$

а также

$$h = 18 - 4,25 \operatorname{tg} \eta (20)$$

Изъ выраженія (19) можно найти наибольшее значеніе угла паденія η пластовъ, которые еще можно развѣдывать съ помощью бура, при данной толщинѣ наноса h , а изъ выраженія (20) можно опредѣлить наибольшую толщину наноса h , при которой можно еще развѣдывать пласты даннаго паденія.

Такъ, на примѣръ, при толщинѣ наноса въ 2 метра, можно опредѣлять пласты, имѣющіе паденіе по (19) до:

$$\eta^\circ = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} \left(4,23 - \frac{2}{4,25} \right) = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} (3,56),$$

т. е. до паденія $\eta^\circ = 74^\circ 20'$.

¹⁾ Само собою разумѣется, что точность этого измѣренія зависитъ еще отъ той рѣзкости, съ которою можно различать плоскость напластованія. При неясномъ выраженіи послѣдней величины a должна быть значительно болѣе.

Пласты, напр., среднего паденія въ 45° можно опредѣлять еще при толщинѣ наноса по (20) до:

$$h = 18 - 5,25 \operatorname{tg} 45^\circ = 19 - 4,25,$$

т. е. до $h = 13,75$ метра.

Допуская возможность буренія скважинъ до 40 метровъ (о чемъ ниже), получимъ:

$$\operatorname{tg} y = \frac{40 - 2 - h}{4,25} = 8,95 - \frac{h}{4,25}$$

$$y = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} \left(8,95 - \frac{h}{4,25} \right)$$

и при толщинѣ наноса въ 2 метра можно опредѣлять паденіе пластовъ еще при углѣ

$$y^\circ = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} \left(8,95 - \frac{2}{4,25} \right),$$

т. е. при

$$y = 83^\circ,$$

а пласты среднего паденія въ 45° можно опредѣлять при толщинѣ наноса

$$h = 40 - 2 - 4,25 \operatorname{tg} 45^\circ,$$

т. е. при

$$h = 33,75 \text{ метра.}$$

Столь значительная толщина наноса на практикѣ составляетъ уже болѣе рѣдкое явленіе.

Вообще, можно сказать, что условія, при которыхъ производство развѣдокъ съ помощью ручного бура возможно, весьма сходны съ тѣми, при которыхъ можно производить развѣдку посредствомъ шурфованія ¹⁾).

¹⁾ Эти условія рассмотрѣны мною подробно въ сочиненіи «Развѣдки посредствомъ шурфованія и т. д.».

Необходимо прибавить, что при большемъ притокѣ воды, гдѣ шурфованіе невыгодно или невозможно, развѣдка ручнымъ буромъ весьма удобопримѣнима. Наоборотъ, нельзя обойтись безъ шурфа тамъ, гдѣ вслѣдствіе неправильности напластованія и сильныхъ въ немъ возмущеній, буры безсильны.

Опредѣленія паденія и простиранія пластовъ.

Прежде чѣмъ приступить къ разсмотрѣнію примѣненія буровъ на практикѣ, необходимо вывести возможно простыя и удобопримѣнимыя формулы для опредѣленія угловъ простиранія и паденія пласта.

Величину этихъ угловъ можно опредѣлить по даннымъ: глубинамъ трехъ скважинъ, не лежащихъ на одной линіи; по горизонтальному разстоянію между ними и по двумъ угламъ простиранія двухъ линій, соединяющихъ устья скважинъ.

Пусть точки a, b, c (фиг. 3) будутъ устья трехъ скважинъ ao, be и cd , отнесенныя къ горизонтальной плоскости abc . Точки o, e и d лежатъ на плоскости напластованія пласта oed . Проведемъ горизонтальную плоскость log чрезъ дно o самой мелкой скважины ao . Линіи MM пересѣченія этой плоскости съ пластомъ—будетъ линіей простиранія, перпендикулярная къ ней oz — линіей паденія, а op ея горизонтальная проекція. Обозначимъ:

α и β —азимуты (углы простиранія) линій, соединяющихъ скважины.

x —азимутъ линіи паденія пласта, слѣдовательно:

$x + 90^\circ$ — азимутъ линіи простиранія, т. е. простираніе пласта,

A и B (фиг. 3) углы, составленные пластомъ съ горизонтомъ въ плоскостяхъ, проходящихъ черезъ скважины,

и y — уголъ паденія пласта.

Тогда получимъ изъ чертежа

$$tg A = tgy \cdot \cos (x - \alpha)$$

и

$$tg B = tgy \cdot \cos (\beta - x)$$

или, что все равно,

$$tg A = tgy \cdot \cos (x - \beta + \beta - \alpha)$$

и

$$tg B = tgy \cdot \cos (x - \beta) (A)$$

Раздѣляя и разлагая числитель второй части, получимъ

$$tg (x - \beta) = ctg (\beta - \alpha) - \frac{tg A}{tg B} \cdot \frac{1}{\sin (\beta - \alpha)} (21)$$

Изъ выраженія (A)

$$tg x = \frac{tg B}{\cos (x - \beta)} (22)$$

Подставляя вмѣсто $tg B$ изъ чертежа $\frac{fd}{fo} = \frac{h\beta}{m\beta}$ и вмѣсто

$tg A = \frac{ge}{go} = \frac{h\alpha}{m\alpha}$, гдѣ $h\beta$ и $h\alpha$ суть разности между глубинами скважинъ болѣе глубокихъ и менѣ глубокой $m\alpha$ и $m\beta$ горизонтальныя разстоянія между скважинами, получимъ:

$$tg (x - \beta) = ctg (\beta - \alpha) - \frac{h\alpha \cdot m\beta}{h\beta \cdot m\alpha} \cdot \frac{1}{\sin (\beta - \alpha)} (23)$$

и

$$tgy = \frac{h\beta}{m\beta} \cos (x - \beta) (24)$$

или

$$tgy = \frac{h\beta}{m\beta} \cdot \frac{1}{\cos. \arctg \left(ctg (\beta - \alpha) - \frac{h\alpha m\beta}{h\beta m\alpha} \cdot \frac{1}{\sin (\beta - \alpha)} \right)} (24)$$

По этимъ формуламъ можно опредѣлить азимуть паденія (x) и уголъ паденія (y) по даннымъ: угламъ простиранія β

(большему) и α (меньшему) линий, соединяющих болѣе глубокия скважины съ менѣе глубокою, по разстояніямъ между этими скважинами m_3 и m_2 и по разностямъ между ихъ глубинами h_3 и h_2 .

Въ частномъ случаѣ, когда скважины расположены на равномъ другъ отъ друга разстояніи, т. е. составляютъ равносторонній треугольникъ, тогда разность между азимутами горизонтальныхъ линий, соединяющихъ скважины, будетъ равна $\beta - \alpha = 60^\circ$ и разстоянія m_2 и m_3 будутъ равны. Въ этомъ случаѣ формулы (23) и (24) выразятся:

$$\operatorname{tg} (x - \beta) = 1,155 \left(0,5 - \frac{h_2}{h_3} \right) \dots \dots \dots (25)$$

и

$$\operatorname{tg} y = \frac{h_3}{m_3} \frac{1}{\cos. \operatorname{arc} \operatorname{tg} 1,155 \left(0,5 - \frac{h_2}{h_3} \right)} \dots \dots \dots (26)$$

или

$$\operatorname{tg} y = \frac{h_3}{m_3} \cdot \frac{1}{\cos (x - \beta)} \dots \dots \dots (27)$$

Въ этихъ формулахъ: β — болѣе болѣе азимутъ линий, соединяющихъ самую неглубокую скважину съ двумя другими болѣе глубокими, h_3 — разность глубины скважины, соединенныхъ линіею, азимутъ которой равенъ β , h_2 — такая разность для остальной скважины, m_3 — разстояніе между двумя скважинами (по горизонтальному направленію ¹⁾).

Болѣе простой и наглядный способъ опредѣленія простиранія и паденія графическимъ путемъ состоитъ въ слѣдующемъ ²⁾ (фиг. 4):

При линіи NS вычерчиваютъ углы α и β (азимуты) линий, соединяющихъ наименѣе глубокую скважину съ двумя осталь-

¹⁾ Къ этому случаю мы всегда можемъ привести вычисленіе, такъ какъ отъ насъ зависитъ расположить развѣдочныя скважины, какъ угодно.

²⁾ См. статью В. Баумана въ «Извѣстіяхъ Общества Горныхъ Инженеровъ» 1896 г., № 3.

ными. На этихъ линияхъ откладываютъ $Oe=ma$ и $Od=m\beta$ разстоянія между скважинами. Въ точкахъ e и d возставляютъ перпендикуляры, на которыхъ откладываютъ $eg=ha$ $df=h\beta$ — разности глубинъ скважинъ (устья которыхъ приведены къ одному горизонту). Тогда вычерчиваютъ треугольники Oge и Odf , и въ томъ изъ нихъ, у котораго высота больше (въ Oge) вычеркиваютъ высоту другого $ki=fd=h\beta$, тогда, соединивъ d съ k , получимъ линію, горизонтальную на пластѣ, т. е. линію простраія его MM . Перпендикулярная On къ ней будетъ линією паденія, уголъ $\angle ON$ будетъ азимутомъ линіи паденія, величину же угла паденія $\gamma=\angle op$ получимъ, если вычертимъ $np=ik=df$ и соединимъ O съ p .

Для измѣренія азимутовъ (горизонтальныхъ угловъ простраія), угловъ паденія, а также для измѣренія вертикальныхъ угловъ для нивелированія, мною былъ первоначально предложенъ инструментъ, который, какъ весьма цѣлесообразный для развѣдки, я считаю возможнымъ назвать *развѣдочнымъ компасомъ*. Онъ представляетъ горный компасъ съ вращающейся буссолью, снабженную діоптрами, на шарнирахъ. Въ пазы доски компаса снизу вдвигаются съ двухъ сторонъ дощечки, снабженные лапками на шарнирахъ. Лапки съ помощью зажимнаго винта могутъ быть зажаты на шарикъ съ остріемъ, укрѣпляемымъ въ любую деревянную стѣнку или палку.

Какъ діоптры, такъ и лапки могутъ быть положены на компасъ и тогда не уменьшаютъ степени его портативности. При установкѣ доски компаса въ горизонтальное положеніе, можно съ помощью діоптръ измѣнять горизонтальные углы, а установивъ доску компаса отвѣсно (поворачивая на шарикѣ), такимъ образомъ, чтобы стрѣлка отвѣса стала на 0° , можно помощью діоптръ нивелировать или измѣрить вертикальные углы. Снявъ лапки, получаемъ простой горный компасъ.

Хотя точность измѣреній означеннымъ компасомъ не особенно велика, однако она не менѣе горнаго компаса и простой буссоли, равно и не менѣе точности простыхъ нивеляціонныхъ

приборовъ. Во всякомъ случаѣ, приборъ этотъ вполне достаточно точный для развѣдокъ. Этотъ инструментъ въ послѣднее время немного усовершенствованъ горными инженерами Д. Л. Ивановымъ и Долинскимъ.

Примѣчаніе. При измѣреніи азимутовъ необходимо направлять компасъ точкою *N* всегда въ одну и ту же сторону считать углы отъ этой точки *всегда до сѣвернаго* (или всегда до южнаго) конца магнитной стрѣлки.

Когда разность между абсолютными величинами отсчитанныхъ угловъ получится (близко) не 60° , а 300° или около того тогда къ меньшему углу надо прибавить 360° и тогда онъ будетъ большій, т. е. будетъ угломъ β . Для удобства вычислений ниже помѣщены тригонометрическія таблицы.

Описаніе бура для изслѣдованія и развѣдки.

См. таблицу (II).

Примѣняемый мною для изслѣдованій и развѣдокъ приборъ въ настоящее время состоитъ изъ слѣдующихъ частей:

1) *Пустотѣлая* (трубчатая) *штанга* изъ колѣнъ (фиг. 7) длиною въ 4 до 7 футовъ, соединенныхъ посредствомъ крѣпкихъ винтовыхъ муфтъ со срезанными концевыми нитками.

2) *Ушко*, навинчиваемое на верхній конецъ штанги.

3) *Рукоятка*, вставляемое въ ушко. Длина рукоятки рассчитана такимъ образомъ, чтобы одинъ рабочій, дѣйствуя на нее полною силою, не могъ скрутить штанги, въ зависимости отъ которой опредѣлены размѣры всѣхъ составныхъ частей прибора.

4) *Буровая ложка* назначена для буренія во всякихъ мягкихъ породахъ, какъ. напр.: различныхъ глинахъ, слабыхъ мергеляхъ глинистыхъ, и не слишкомъ мокрыхъ пескахъ, въ торфахъ, въ растительной землѣ и т. п. Тѣло ея имѣетъ видъ полуцилиндра, снабженнаго въ верхнемъ концѣ эксцентрично расположеннымъ стержнемъ съ винтовою нарѣзкою для соеди-

ненія со штангою. Нижний конец тѣла ложки снабженъ тоже эксцентрично расположеннымъ винтовымъ дномъ (полнымъ оборотомъ¹⁾). Хотя приготовленіе такого дна затруднительно, зато оно, какъ самое рациональное рѣжащее устройство, даетъ возможность углублять скважины при затратѣ самага малаго труда. Кромѣ того, при такой формѣ ложки получается скважина совершенно правильной формы съ вполне гладкими (не легко обваливающимися) стѣнками.

Ось тѣла ложки эксцентрична относительно оси штанги; по направленію послѣдней вставленъ въ дно ложки направляющій винтовой шпиндель *a*, привинченный къ стѣнкѣ ложки двумя винтами. Такое устройство ложки даетъ возможность получать скважину *большаго діаметра, чѣмъ поперечникъ ложки*, что имѣетъ огромное вліяніе на облегченіе углубленія ложки (особенно въ жирныхъ глинахъ) и выемку ея съ породою изъ скважины. Ниже увидимъ, что это устройство имѣетъ еще большее значеніе въ случаѣ надобности въ закрѣпленіи стѣнокъ скважины. Полный оборотъ винтоваго дна, представляя въ проекціи сплошной кругъ, даетъ возможность вынимать изъ скважины даже рыхлыя породы, какъ, напр., песокъ, если онъ только не совершенно сухъ и не плывучъ.

При каждомъ оборотѣ ложка углубляется въ дно почти на дюймъ (ходъ винта), что соотвѣтствуетъ углубленію болѣе 2-хъ футовъ въ минуту. Такой скорости углубленія не достигалъ до сихъ поръ ни одинъ изъ существующихъ буровыхъ инструментовъ.

При наружномъ діаметрѣ ложки, напр. — $1\frac{7}{8}$ дюйма (48 мм.), діаметръ пробиваемой скважины $2\frac{3}{8}$ дюйма (60 мм.), эксцентричность ложки 6 мм.

Въ болѣе плотныхъ породахъ (глинахъ, слабыхъ мергеляхъ и песчаникахъ, а также въ глинахъ съ валунчиками и галь-

¹⁾ Уголъ уклона средней винтовой поверхности равенъ около 40°, т. е. maximum'a полезнаго дѣйствія винта.

кою эта ложка не удобна и замѣняется другою съ широкимъ винтовымъ шпинделемъ, откованнымъ вмѣстѣ съ ложкою. Въ виду того, что нижняя часть ложки, т. е. ея дно скоро изнашивается, при чемъ ложка дѣлается негодною къ употребленію, а равно, въ виду трудности отковки цѣльной ложки съ винтовымъ дномъ, въ послѣднее время ложка дѣлается съ приставнымъ винтовымъ дномъ, которое легко замѣнить запаснымъ. Дно это привинчивается помощью винтовой верхней части шпинделя.

5) *Нажимные хомуты*. для развинчиванія колѣнъ штанги и для поддерживанія ея, состоятъ изъ двухъ щекъ (таблица II фиг. 5), соединенныхъ шарниромъ *i*. Для зажатія щекъ на трубу служитъ нажимной винтъ *m*, вращающійся въ откидной скобѣ. Одна изъ щекъ продолжается въ видѣ длинныхъ ручекъ, на которыя рабочій вращаетъ хомутъ. Въ щекахъ сдѣланы зазубренные выемки.

6) *Пирамидальный буръ* служитъ для разбиванія или отодвиганія въ сторону камней, попадающихъ въ мягкихъ породахъ. Одновременно онъ служитъ при прохожденіи гальки, которую отодвигаетъ (при вращеніи) въ сторону и очищаетъ проходъ для закрѣпительной трубы.

7) *Желонка* (табл. III. фиг. 1) служитъ для углубленія въ сыпучихъ и плавучихъ пескахъ и мелкой галькѣ, и для добычи породы, раздробленной долотомъ (о чемъ ниже). Она состоитъ изъ трубы, сверху закрытой нарѣзною пробкою, для соединенія со штангою. Снизу укрѣпленъ на винтѣ стальной башмакъ съ шаровымъ или коническимъ клапаномъ. Для опоражниванія желонки служитъ боковое окошко, закрываемое крышкою *n*, съ пружинною рукою *f*. Благодаря такому устройству, оказывается возможнымъ удобное опоражниваніе желонки самаго малаго діаметра. Для открытія окошка надо надавить пружинную ручку *f* въ лѣвую сторону и вынуть ее черезъ щель *o* вмѣстѣ съ задвижкою. Отсутствие такого устройства желонки не позволяло до сихъ поръ углублять сква-

жины малаго діаметра до болѣе значительной глубины. Въ большихъ желонкахъ пружина *f* замѣняется винтикомъ, имѣющимся на нижнемъ концѣ конической винтъ или поперечину *m*, входящій въ отверстіе пугови, придѣланной къ верхней части крышки. Отвернувъ влѣво винтикъ и поднявъ оный въ вверхъ легко открыть крышку и опорожнить желонку.

8) *Долото* (табл. II, фиг. 8) съ закраинами служить для буренія въ твердыхъ породахъ, помощью ударовъ и поворачиванія. Лезвіе его ломанное и эксцентрично относительно оси штанги для того, чтобы получить скважину шире, чѣмъ поперечникъ буровъ. Мука, получаемая отъ буренія долотомъ, вытаскивается желонкою или ложкою. Въ неочень твердыхъ породахъ примѣняютъ обыкновенное плоское долото со скошеннымъ лезвіемъ. Для болѣе мягкихъ породъ вполне пригодно обыкновенное плоское долото.

9) *Ловильный конусъ* (мѣчикъ) служитъ для вытаскиванія сломавшейся и оставшейся въ скважинѣ штанги (фиг. 9).

Для этого конусъ навинчиваютъ на низъ вынүтой части штанги и опускаютъ въ скважину, стараясь попасть остріемъ конуса во внутрь сломаннаго конца штанги. Тогда, нажимая книзу и поворачивая въ правую сторону, ввинчиваютъ конусъ въ сломанную штангу и вытаскиваютъ все вмѣстѣ.

10) *Защитныя или обсадныя трубы* (таб. II, фиг. 10) служатъ для устраненія оползанія стѣнокъ скважины.

Трубы состоятъ изъ колѣнъ, соединенныхъ раструбомъ или тонкою муфтою съ винтовою нарѣзкою. Отъ такого соединенія внутреннія стѣнки получаютъ совершенно гладкія, а наружныя—съ весьма незамѣтнымъ утолщеніемъ на мѣстахъ раструбовъ или муфтъ. почему такую трубу легко опускать и вынимать изъ скважины.

На нижній конецъ трубы навинчиваютъ зубчатый стальной башмакъ, предохраняющій нижній край трубы отъ изнашиванія и облегчающій опусканіе трубы въ скважину.

На верхнюю часть трубы насаживают предохранительный подтрубокъ съ закругленнымъ верхнимъ краемъ.

Этотъ подтрубокъ служитъ для предохраненія верхней части трубы, снабженной рѣзьбою, отъ ударовъ по ней муфты штанги во время ударнаго буренія, такъ какъ при такихъ ударахъ рѣзьба портится, а муфты разбиваются.

При наращиваніи трубы подтрубокъ снимаютъ. Его опять насаживаютъ на верхній конецъ вновь насаженнаго звена закрѣпительной трубы.

Такъ какъ отъ эксцентричности лезвій діаметръ скважины получается больший, чѣмъ поперечники буровъ (внутр. діаметръ трубы), то оказывается возможнымъ одновременно углублять скважину и закрѣплять ее постепенно, опуская трубы; при чемъ устраняется всякая необходимость *въ расширителяхъ* и, слѣдовательно, въ громадной степени сокращается время и упрощается операція углубленія скважины.

Безъ этого устройства буровъ и закрѣпительныхъ трубъ нѣтъ возможности углублять скважины до нѣскольکو сажень въ ^нслабыхъ породахъ, при желаніи избежать сложныхъ, тяжелыхъ и дорогостоящихъ устройствъ, въ родѣ лебедокъ, копровъ и т. п., а также немисливо углубленіе скважинъ малаго діаметра, особенно въ плавучихъ пескахъ и галькахъ.

Всѣ вышеуказанныя устройства (въ описанномъ видѣ) до 1884 года не были примѣняемы, по крайней мѣрѣ, нѣтъ ни на одно изъ нихъ никакихъ указаній въ литературѣ; почему и буреніе 10-ти и болѣе саженныхъ скважинъ, діаметромъ менѣе двухъ дюймовъ, въ плавучихъ, на примѣръ, грунтахъ, не было достигаемо.

Описаніе способа буренія скважинъ посредствомъ выше-описаннаго прибора.

При буреніи описаннымъ буромъ встрѣчаются два слѣдующіе случая: 1) когда пробуриваемый грунтъ сухой, а если

мокрый, то не песчанистый, и 2) когда грунтъ покрытъ водою или состоитъ изъ весьма мокраго песка.

Въ первомъ случаѣ скважину углубляютъ безъ закрѣпленія ея стѣнокъ; во второмъ случаѣ надо скважину закрѣпить трубами.

1. Углубленіе скважины безъ закрѣпленія ея стѣнокъ.

На конецъ одного изъ звень штанги навинчиваютъ буровую ложку (табл. II, фиг. 4) и на другой конецъ ушко (фиг. 7), въ проушину котораго вставляютъ рукоятку. Одинъ рабочій устанавливаетъ такой приборъ отвѣсно на томъ мѣстѣ, гдѣ желаютъ углубить скважину и, прижимая немного внизъ, поворачиваетъ рукоятку въ *правую* сторону, совершенно такъ же, какъ при сверленіи дыръ въ деревѣ. Поворачиваніе это долженъ производить только одинъ рабочій, спокойно, не подергивая рукоятки всею силою. Никогда не слѣдуетъ замѣнять рукоятки болѣе длинною. Послѣ каждыхъ 15 до 20 оборотовъ, т. е. когда ложка наполнится землею, приборъ слѣдуетъ вынуть изъ скважины, поставить отвѣсно около ея устья, очистить лопаточкою ложку, снова опустить и продолжать буреніе. Когда первое звено штанги все уйдетъ въ землю, тогда, не вынимая прибора изъ скважины, отвинчиваютъ ушко, на его мѣсто навинчиваютъ второе звено и продолжаютъ буреніе.

Отвинчиваніе производится при помощи клещей или хомутовъ, которыми крѣпко захватываютъ за звено у муфты ушка и поворачиваютъ рукоятку (всегда влѣво).

Если на днѣ скважины попадется камень или другое твердое тѣло (что легко замѣтитъ по затруднительности вращать приборъ, а также по звуку), то вращеніе надо прекратить, весь приборъ вынуть, ложку отвинтить (клещами или хомутомъ) и на ея мѣсто навинтить пирамидальный буръ (фиг. 6). Тогда приборъ опускаютъ въ скважину и, поднимая вверхъ (на 1 футъ и болѣе), производятъ по дну скважины удары; послѣ

нѣсколькихъ ударовъ, повертываютъ приборъ вправо, прижимая къ низу, и опять ударяютъ. Эти операціи повторяются попеременно до тѣхъ поръ, пока камень не будетъ отодвинуть въ сторону или разбитъ; тогда его легко вынуть по частямъ при помощи буровой ложки или желонки.

Въ сухія скважины (особенно въ очень плотной глинѣ и въ совершенно сухомъ пескѣ) весьма полезно наливать понемногу воды. Въ случаѣ невозможности удалить камень (когда онъ большой и очень твердый), надо пирамидальный буръ замѣнить долотчатымъ буромъ (фиг. 8) и пробуривать камень такими же ударами; но тогда приборъ слѣдуетъ поворачивать послѣ каждаго удара не болѣе, чѣмъ на $\frac{1}{8}$ оборота. Очень твердые камни туго поддаются буренію, болѣе же мягкіе (напримѣръ, мѣль, песчаникъ, известнякъ), очень хорошо просверливаются долотомъ. Обыкновенно, вмѣсто пробуриванія очень твердаго камня, лучше рядомъ задать новую скважину, понятно, если нѣтъ никакой необходимости пробуривать этотъ камень.

При очисткѣ буровой ложки отъ добытой породы, *штангу не надо опрокидывать*; одинъ рабочій держитъ ее въ отвѣсномъ положеніи, а другой очищаетъ ложку.

При вытаскиваніи штанги изъ скважины *не надо каждый разъ ее развинчивать*, до тѣхъ поръ, пока рабочій можетъ ее удержать въ отвѣсномъ положеніи, т. е. когда штанга составлена уже изъ 5 до 6 звень; за то изъ ушка нужно каждый разъ вынимать рукоятку, въ противномъ случаѣ она можетъ выскользнуть и упасть на рабочихъ со значительной высоты.

Весьма полезно, для устраненія выгибанія штанги, установить надъ скважиною треногу изъ жердей длиною около 3 сажень, толщиною около 4 дюймовъ. Концы такихъ жердей просверливаютъ и связываютъ веревкою. На одинъ аршинъ отъ связанныхъ концовъ треноги обвязываютъ другою веревкою, образуя треугольное кольцо, въ которое (послѣ установки треноги) пропускаютъ штангу при подъемѣ ея изъ скважины.

При такой треногѣ можно за разъ вынимать штангу длиною на 2 до 3 саж. выше треноги и тогда вынутыя штанги не опрокидываютъ на землю, а ставятъ у треноги.

Когда вынутая штанга начинаетъ выгибаться, тогда ее уже надо начать развинчивать въ одномъ *любомъ мѣстѣ* при каждомъ вытаскиваніи изъ скважины. Это развинчиваніе надо дѣлать осторожно, чтобы не уронить прибора въ скважину, изъ которой трудно его вынуть.

При подъемѣ штанги изъ скважины, не слѣдуетъ допускать большого ея прогиба, особенно во время вѣтра.

Всѣ винты и муфты необходимо смазывать саломъ и держать въ чистотѣ, чтобы предохранить отъ порчи и проржавливанія.

Съ приборомъ слѣдуетъ обращаться аккуратно и содержать въ чистотѣ.

2. Углубленіе скважины съ закрѣпленіемъ стѣнокъ.

Когда при вышеописанномъ способѣ буренія, несмотря на многократное и послѣднее вытаскиваніе породы ложкою изъ скважины, не замѣчается ея углубленія, тогда надо приступить къ закрѣпленію стѣнокъ съ помощью трубъ (табл. II, фиг. 10).

Приборъ вынимаютъ изъ скважины и осторожно опускаютъ въ нее колѣно желѣзной трубы, снабженное внизу башмакомъ, а наверху предохранительнымъ кольцомъ А (съ отворотомъ), назначеннымъ для предохраненія нарѣзки трубы отъ порчи во время опусканія буровой штанги. По мѣрѣ погруженія трубы насаживаютъ второе колѣно и, поворачивая его вправо, плотно завинчиваютъ помощью нажимныхъ хомутовъ ¹⁾.

На конецъ новаго колѣна опять навинчиваютъ предохранительное кольцо. Такую наросщенную трубу опускаютъ глубже, слабо нажимая книзу. Если она не поддается, то во внутрь ея

¹⁾ Хомуты не слѣдуетъ накладывать слишкомъ близко къ концамъ трубъ чтобы при зажиманіи не смять концовъ (нарѣзки).

опускаютъ буровой приборъ съ ложкою или желонкою и очищаютъ скважину, вытаскивая породу; трубу нажимаютъ книзу и понемногу поворачиваютъ вправо. Поступая такимъ образомъ, продолжаютъ углублять скважину съ помощью ложки, желонки, долота или пирамидальнаго бура, совершенно такъ же, какъ при работѣ безъ закрѣпленія скважинъ, только съ большею осторожностью, чтобы не поломать трубъ. Если при вращеніи инструмента начинаетъ вращаться и труба, то *ее отъ вращенія удерживать не надо*, а необходимо очистить трубу желонкою. для того, чтобы, при дальнѣйшемъ вращеніи прибора, труба не вращалась, иначе она можетъ развинтиться на глубинѣ и при вытаскиваніи трубы одно или нѣсколько ея колѣнъ останутся въ скважинѣ.

Если послѣднее случится, то въ скважину, ниже оставшагося колѣна, опускаютъ на штангѣ пирамидальный буръ и насыпаютъ горсть крупнаго песку или толченаго камня, послѣ чего все вытаскивается вмѣстѣ.

Если песокъ до того жидокъ, что ложкою нельзя его захватить, или когда въ скважинѣ попадается мелкая галька, тогда вмѣсто ложки насаживаютъ желонку съ шарикомъ внутри (табл. III, фиг. 1), опускаютъ ее въ скважину и, послѣ 10 до 20 легкихъ ударовъ по дну, вытаскиваютъ для опоражниванія.

Опоражниваніе желонки діаметромъ менѣе $1\frac{1}{2}$ дюйма производится отодвиганіемъ пружинной задвижки *f* влѣво и вынутіемъ ея черезъ щель стѣнки; тогда вмѣстѣ съ нею снимаютъ крышку и песокъ вывалится. При этомъ весьма полезно споласкивать желонку водою. Желонки большаго діаметра опоражниваютъ послѣ поднятія винтика и отнятія крышки.

При буреніи скважины во днѣ рѣчки необходимо, прежде всего, въ это дно забить колъ или тонкую сваю и рядомъ (по теченію) установить закрѣпительную трубу такимъ образомъ, чтобы въ случаѣ надобности можно было-бы ее опускать. Лучше всего подвязать слегка трубу къ колу помощью веревки.

Производство развѣдокъ.

Способъ веденія развѣдокъ посредствомъ этого бура, въ общемъ, не отличается отъ развѣдки шурфованіемъ.

Чтобы не повторять тѣхъ указаній и объясненій, которыя мною подробно и доступно изложены въ моемъ сочиненіи «Развѣдки полезныхъ ископаемыхъ посредствомъ шурфованія, изданіе третье, 1899 г.», я буду ограничиваться указаніемъ (въ скобкахъ) на страницы этого сочиненія, на которыхъ помѣщено подробное разсмотрѣніе занимающаго насъ вопроса ¹⁾.

Приступая къ развѣдкѣ посредствомъ бура, необходимо прежде всего опредѣлить направленіе *развѣдочной линіи*. Для этого необходимо задать три пробныя скважины, соотвѣтствующія пробному шурфу (см. «Развѣдки шурф.», стр. 101), чтобы опредѣлить направленіе паденія пластовъ, или, такъ называемый, *азимутъ* паденія. По этому направленію расположатся другія развѣдочныя скважины, почему и линія, идущая по этому направленію, называется *развѣдочною* линіею.

Три пробныя скважины лучше всего задать на равномъ другъ отъ друга разстояніи ²⁾, для облегченія расчета угловъ (о чемъ ниже). Величина этого разстоянія должна быть такова, чтобы кратчайшее горизонтальное разстояніе любой изъ скважинъ отъ горизонтальной линіи, соединяющей двѣ другія скважины, было не менѣе *m* метровъ, о чемъ сказано выше (см. формулу 18).

Это наименьшее разстояніе *m* въ равностороннемъ треугольникѣ будетъ его высотой. Зная высоту равносторонняго треугольника, легко получить длину его стороны, т. е. величину разстоянія между скважинами.

¹⁾ Сказанное тамъ о развѣдкѣ шурфами слѣдуетъ принять и къ развѣдкѣ ручными бурами.

²⁾ Т. е. въ вершинахъ равнаго треугольника.

Означивъ ее черезъ l имѣемъ

$$l^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2 = m^2,$$

допуская наименьшее разстояніе $m=4,25$, получимъ $l=5$ метровъ (приблизительно).

Въ виду часто встрѣчающагося неяснаго напластованія, это разстояніе слѣдуетъ удвоить или утроить. Такимъ образомъ, три пробныя скважины надо заложить на разстояніи около 15 метровъ другъ отъ друга, въ вершинахъ равносторонняго треугольника. Для этого берутъ веревку, завязываютъ на ней два узла на разстояніи l метровъ отъ концовъ, которые связываютъ въ третій узелъ. Тогда, взявъ за узлы, растягиваютъ веревку на землѣ въ видѣ теугольника и въ вершинахъ его (гдѣ узлы) забиваютъ въ землю колышки, которые и будутъ мѣстомъ, гдѣ надо задать скважины.

Когда поверхность земли неровна или наклонна, тогда веревку надо растянуть, хотя приблизительно, въ горизонтальной плоскости. Понятно, что чѣмъ болѣе будутъ удалены скважины, тѣмъ точнѣе получатся результаты.

Углубленіе скважины. На мѣстѣ, въ которомъ помѣщенъ колышекъ, задается скважина.

Къ колѣну штанги (какъ сказано выше) привинчивается ложка и ушко, въ которое вставляется рукоятка. Установивъ такой буръ отвѣсно на мѣстѣ колышка, одинъ рабочій начинаетъ вращать, прижимая немного рукоятку книзу. Послѣ 15 или 20 оборотовъ онъ вынимаетъ буръ и очищаетъ ложку отъ наполнившей ее породы. Лучше, когда эту операцію очистки ложки дѣлаетъ другой рабочій, тогда вращающему не приходится нагибаться; онъ только удерживаетъ штангу отвѣсно, отодвинувъ ее конецъ немного въ сторону, чтобы порода не обваливалась обратно въ скважину. Буръ опускается осторожно обратно въ скважину и снова начинается вращеніе; эта операція повторяется до тѣхъ поръ, пока все колѣно не уйдетъ въ

землю. Тогда одинъ рабочій захватываетъ за верхнюю муфту ¹⁾, а другой вращаетъ рукоятку въ лѣвую сторону для того, чтобы отвинтить ушко. На его мѣсто въ муфту ввинчивается новое колѣно, на верхній конецъ котораго навинчивается ушко, и углубленіе скважины продолжается дальше. Въ случаѣ, когда верхній слой состоитъ изъ глинистаго или песчанистаго сыраго грунта, углубленіе скважины идетъ очень быстро. Если глина сухая и плотная, то полезно налить въ скважину воды; это же слѣдуетъ сдѣлать и тогда, когда грунтъ состоитъ изъ сухого песку, который легко осыпается; въ послѣднемъ случаѣ слѣдуетъ избѣгать избытка воды. Иногда глина до того суха и плотна; что прибавленіе воды мало помогаетъ; тогда, вмѣсто ложки съ винтовымъ дномъ, надо насадить ложку съ широкимъ винтовымъ шпинделемъ или долото и разрыхлять глину, т. е., облегчить доступъ воды въ глубь, послѣ чего углубленіе скважины ведется снова ложкою.

Случается (въ долинахъ), что песчаный грунтъ уже съ поверхности содержитъ такъ много воды, что углубленіе посредствомъ ложки затруднительно, въѣдствіе сплыванія стѣнокъ скважины. Въ такомъ случаѣ слѣдуетъ закрѣпить стѣнки вышеописанною трубою, которую надо опустить въ скважину возможно глубже, внутри трубы опустить желонку и ударять ею въ дно. Удары слѣдуетъ производить осторожно, чтобы не поломать довольно слабаго устройства желонки.

Верхній слой грунта иногда состоитъ изъ твердыхъ породъ. Тогда уже наноснаго слоя нѣтъ, и углубленіе скважины сразу начинается долотомъ.

Впрочемъ начинать углубленіе развѣдочной скважины долотчатымъ буромъ съ самой поверхности не приходится, такъ какъ обнаженные пласты весьма твердыхъ породъ при развѣдкѣ легко прослѣдить съ поверхности и опредѣлить предѣлы ихъ залеганія и положеніе нижележащаго пласта.

¹⁾ Буръ остается въ это время въ скважинѣ.

Пройдя тѣмъ или другимъ способомъ верхній слой наноса, достигаемъ головы пласта, подъ нимъ залегающаго. Этотъ пласть слѣдуетъ пробить до плоскости его напластованія съ нижележащимъ пластомъ. Первый мы будемъ называть *вышележащимъ*, второй *нижележащимъ*.

Когда вышележащій пласть состоитъ изъ мягкой породы, тогда углубленіе скважины продолжается ложкою или желонкою совершенно такъ же, какъ въ верхнемъ наносномъ слоѣ.

Вышележащій пласть, состоящій изъ твердой породы, пробуриваютъ долотомъ, при чемъ верхнюю часть скважины закрѣпляютъ только тогда, когда стѣнки ея легко обваливаются.

Буреніе ведутъ ударомъ. Рабочій поднимаетъ инструментъ на высоту одного фута надъ дномъ скважины и ударяетъ въ него. При каждомъ ударѣ слѣдуетъ поворачивать инструментъ въ правую сторону, какъ сказано выше. Когда удары о дно дѣлаются глухими, мягкими, тогда надо вынуть буръ и замѣстить его желонкою, посредствомъ которой очищается скважина отъ буровой муки и породы, обвалившейся со стѣнокъ.

Необходимо, чтобы при ударномъ буреніи въ скважинахъ была вода; если скважина сухая, то отъ времени до времени надо наливать въ нее воду. О свойствахъ пробуриваемой породы судятъ по кускамъ, попадающимъ въ буровой мукѣ.

Когда вышележащій пласть пробить и достигнуть нижележащій, тогда углубленіе скважины останавливаютъ и приступаютъ къ измѣреніямъ.

Изъ сказаннаго можно заключить, что при развѣдкѣ помощью скважинъ не встрѣчается надобности закрѣплять скважину двумя рядами трубы.

Когда вышележащій пласть требуетъ закрѣпленія, тогда опускаемъ ниже ту-же трубу, которою закрѣпленъ наносъ, а если послѣдній не закрѣпленъ, то сразу закрѣпляемъ всю скважину одною трубою.

Плотность породы нижележащаго пласта не имѣетъ въ этомъ отношеніи никакого значенія, потому что проходить

этотъ пласть не приходится, а вполне достаточно констатировать его присутствіе полученіемъ изъ скважины частицы породы, составляющей этотъ пласть, что всегда можно достать ложкою или желонкою, не закрѣпляя стѣнокъ скважины въ этомъ, нижележащемъ, пластвѣ. Углубляя скважину, необходимо обратить особое вниманіе на слѣдующее обстоятельство. Буръ вышеописаннаго устройства и принятыхъ нами размѣровъ даетъ возможность углубить скважину безъ развинчиванія штанги до глубины 8—10 метровъ. Такая штанга при опрокидываніи начинаетъ гнуться, и удержаніе ея въ отвѣсномъ (а еще болѣе въ слабо наклонномъ) положеніи дѣлается затруднительнымъ. Если при такой глубинѣ скважины буръ не достигнетъ пласта, то, не желая оставлять скважины, надо штангу наращивать новыми колѣнами, которыя уже приходится отвинчивать каждый разъ при подъемѣ бура изъ скважины. Это развинчиваніе слѣдуетъ производить съ предосторожностью, чтобы нижняя часть штанги не упала въ скважину; тогда очень трудно, и въ обыкновенныхъ случаяхъ даже невозможно, добыть упавшую часть штангъ, которыя при томъ часто ломаются на части. Въ случаѣ поломки штанги, верхнюю часть вынимаютъ, насаживаютъ ловильный мечикъ и опускаютъ его въ скважину, стараясь попасть во внутрь конца оставшейся изломанной части штанги. Тогда, нажимая инструментъ книзу и вращая въ правую сторону, врѣжемъ мечикъ во внутрь оставшейся штанги и вынемъ ее изъ скважины.

Предѣломъ такого углубленія скважины надо считать не менѣе 40 метровъ ¹⁾.

Случается, что и на этой глубинѣ нельзя достигнуть нижележащаго пласта, тогда лучше оставить углубленіе и перейти въ другія мѣста. При этомъ переходѣ надо соблюсти нѣкоторую постепенность, состоящую въ томъ, что если въ

¹⁾ Есть примѣры буренія означеннымъ инструментомъ діаметромъ въ 60 мм. до глубины 80-ти метровъ.

другомъ мѣстѣ, находящемся отъ перваго на разстояніи 20 до 30 метровъ, случится то же самое, тогда не слѣдуетъ идти дальше; надо вернуться по направленію къ первому мѣсту, и на такомъ-же разстояніи отъ него съ другой стороны заложить скважину въ третьемъ. Четвертое и пятое мѣсто слѣдуетъ уже выбирать на линіи, вкрестъ расположенія первыхъ трехъ мѣстъ ¹⁾).

Если эти пять скважинъ не достигнутъ нижележащаго пласта, то во всякомъ случаѣ онѣ укажутъ, по какому направленію толщина наноса уменьшается. По этому уже направленію слѣдуетъ выбирать новыя мѣста на болѣе значительныхъ разстояніяхъ.

Опредѣленіе направленія развѣдочной линіи можетъ быть сдѣлано только тогда, когда всѣ три пробныя скважины встрѣтятъ нижележащій пластъ, т. е. достигнутъ плоскости напластованія.

Послѣ углубленія трехъ скважинъ и послѣ тщательнаго измѣренія ихъ глубины ²⁾, т. е. разстоянія точки, въ которой встрѣченъ нижележащій пластъ, отъ устья скважины, приступаютъ къ опредѣленію возвышенія устьевъ скважинъ другъ надъ другомъ.

Это опредѣленіе дѣлается помощью нивелляціоннаго прибора, т. е. нивелира, висячаго полукруга, ватерпаса или вышеописаннаго компаса.

¹⁾ На покатоѣ мѣстности слѣдуетъ новое мѣсто выбирать прежде всего выше перваго, а третье ниже.

²⁾ Это измѣреніе дѣлаютъ слѣдующимъ образомъ: когда въ ложкѣ или желонкѣ покажется новая порода, отличная отъ той, которая получалась при прохожденіи вышележащаго пласта, тогда опускаютъ буръ въ скважину и на штангѣ отмѣчаютъ мѣсто, соответствующее устью скважины.

Вынувъ буръ изъ скважины, кладутъ его на землѣ и мѣрительною лентою измѣряютъ длину штанги, отъ конца бура (ложки или желонки) до отмѣченнаго на штангѣ мѣста. Изъ этой длины вычитаютъ ту высоту, которую новая порода занимала въ бурѣ (ложкѣ или желонкѣ) при ея появленіи, что заранее надо отмѣтить во время очистки бура (по крайней мѣрѣ приблизительно).

Нивеллирь устанавливается на нѣкоторомъ разстояніи отъ скважинъ, и труба приводится въ горизонтальное положеніи. Тогда отчеты на рейкѣ, устанавливаемой по очереди у устьевъ скважинъ, дадутъ прямо высоты и ихъ разности, т. е. возвышенія устьевъ двухъ скважинъ надъ третьей.

При опредѣленіи этихъ возвышеній посредствомъ развѣдочнаго компаса надо въ одну скважину вставить толстый коль и укрѣплять на немъ компасъ такимъ образомъ, чтобы доска его стала вертикально, а ось діоптръ горизонтально, что достигается совмѣщеніемъ ея съ линіей NS при стояніи отвѣса компаса на нулѣ. Установивъ у скважинъ рейку и визируя діоптрами, отсчитываемъ высоты устьевъ, а слѣдовательно—и возвышенія ихъ другъ надъ другомъ.

По даннымъ глубинамъ скважинъ и возвышеніямъ ихъ устьевъ, *направленіе развѣдочной линіи* опредѣляется слѣдующимъ способомъ:

Обозначимъ скважины буквами A, B и C

Пусть глубины ихъ будутъ a, b и c

Возвышеніе ихъ устьевъ надъ устьемъ третьей

скважины, положимъ A $-p$ и q

Тогда глубины ихъ отъ горизонта устья A

будутъ $a, b-p, c-q$

Такъ какъ разстоянія между скважинами равны другъ другу, то для опредѣленія угла простиранія x линіи шурфовъ (азимута паденія) можно примѣнять выраженіе (см. выше форм. 25) ¹⁾.

$$\operatorname{tg}(x-\beta) = 1,155 \left(0,5 - \frac{h_2}{h_3} \right).$$

Въ этомъ выраженіи β есть азимутъ линіи, соединяющей устье скважины самой неглубокой съ устьемъ одной изъ двухъ остальныхъ скважинъ.

¹⁾ Иногда нельзя разстояніе между скважинами сдѣлать одинаковымъ (напр. когда буренію мѣшаютъ валуны). Въ этомъ случаѣ слѣдуетъ расчетъ угловъ сдѣлать по формуламъ 23 и 24.

Изъ двухъ такихъ угловъ, получаемыхъ при измѣреніи и различающихся на 60° ¹⁾, за β принимается больший уголъ, $h\beta$ есть разность между глубинами тѣхъ двухъ скважинъ, которыя лежатъ на линіи, имѣющей уголъ простиранія равный β ; $h\alpha$ есть разность между глубинами остальной третьей скважины и самой неглубокой.

Такъ наприимѣръ, допустимъ, что самая неглубокая скважина — это C . Измѣримъ углы простиранія линій, соединяющихъ скважину C со скважинами A и B . Положимъ, что уголъ простиранія линій $CA=130^\circ$ и $CB=70^\circ$.

Значить $\beta=130^\circ$; $h\beta$ будетъ разность глубинъ скважинъ A и C , т. е. $h\beta=a-(c-q)$, $h\alpha$ будетъ разность глубинъ скважинъ B и C , т. е. $h\alpha=(b-p)-(c-p)$.

Подставляя принятые значенія въ формулу (25), получимъ:

$$\operatorname{tg} (x - 130^\circ) = 1,155 \left(0,5 - \frac{(b-p)-(c-q)}{a-(c-q)} \right).$$

Допустимъ:

$$\begin{array}{lll} a = 8 & \text{метрамъ} & \\ b = 5,5 & \text{»} & p = 0,5 \text{ метра} \\ c = 4 & \text{»} & \text{и } q = 0,2 \text{ »} \end{array}$$

тогда

$$\operatorname{tg} (x - 130^\circ) = 1,155 \left(0,5 - \frac{(5,5-0,5)-(4-0,2)}{8-(4-0,2)} \right)$$

$$\operatorname{tg} (x - 130^\circ) = 1,155 \left(0,5 - \frac{1,2}{4,2} \right) = 0,244;$$

по таблицамъ

$$x - 130^\circ = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} (0,244) = 13^\circ 45'.$$

¹⁾ Когда разность между абсолютными величинами этихъ угловъ равна или близка 300° , тогда къ меньшему углу надо прибавить 360° и тогда онъ будетъ больший, т. е. $=\beta$.

Слѣдовательно, азимуть паденія, т. е. направленія развѣдочной линіи ¹⁾:

$$x = 13^{\circ}45' + 130^{\circ} = 143^{\circ}45'.$$

Уголъ паденія пластовъ опредѣлится по формулѣ (27),

$$\operatorname{tg} y = \frac{h\beta}{m\beta} \cdot \frac{1}{\cos (x-\beta)},$$

гдѣ: $m\beta$ — разстояніе между скважинами равно, допустимъ, 5 метрамъ ($x - \beta = 13^{\circ}45'$ (найдено выше).

$$h\beta = a - (c - q) = 8 - 3,8 = 4,2 \text{ значить:}$$

$$\operatorname{tg} y = \frac{4,2}{5} \cdot \frac{1}{\cos (13^{\circ}45')} = \frac{4,2}{5} \cdot \frac{5}{0,97150} = 0,868,$$

откуда

$$y = 40^{\circ}55'.$$

Опредѣленіе угла простиранія линій, соединяющихъ устья скважинъ, производится посредствомъ развѣдочнаго компаса. Для этого опредѣленія надо протянуть между скважинами веревки и прикладывать длинный край дощечки компаса ²⁾ по очереди къ веревкамъ, соединяющимъ менѣе глубокую скважину съ болѣе глубокими. При этомъ измѣреніи необходимо держать компасъ такимъ образомъ, чтобы точка N , на немъ отмѣченная, была всегда направлена въ одну и ту же сторону, лучше всего въ сторону, по которой лежитъ самая неглубокая

¹⁾ Если бы a было равн., напр., 6 м., тогда $\operatorname{tg} (x-130^{\circ}) = 1,155 \left(0,5 - \frac{1,2}{2,2}\right) = -0,524$

$$x - 130^{\circ} = \operatorname{arc.} \operatorname{tg} (-0,525) = 27^{\circ}40'.$$

$$x = 102^{\circ} 20'.$$

²⁾ Придерживая ее по возможности горизонтально.

скважина. Углы всегда отсчитывать отъ этой точки въ лѣвую сторону до сѣвернаго конца магнитной стрѣлки отъ 0 до 360°.

Вычисливъ величину азимута паденія, т. е. угла направленія развѣдочной линіи, приступаютъ къ провѣшиванію этой линіи.

Для этого устанавливаютъ на какой-либо стойкѣ или палкѣ у скважины развѣдочный компасъ такимъ образомъ, чтобы при совмѣщеніи діоптръ съ линіей *NS*, магнитная стрѣлка стала на вычисленный азимуть линіи паденія пластовъ, или, что все равно, чтобы при совмѣщеніи діоптръ съ линіею *WO*, магнитная стрѣлка стала на вычисленный азимуть линіи простиранія пластовъ. Тогда, визируя черезъ діоптры, провѣшиваютъ линію кольями, устанавливая ихъ на линіи, указанной волоскомъ діоптръ.

На этой линіи задаютъ новую скважину на разстояніи отъ пробныхъ скважинъ отъ 10 до 120 метровъ, что зависитъ отъ величины угла паденія пластовъ, измѣреннаго въ пробныхъ скважинахъ.

Слѣдующія данныя могутъ служить въ этомъ случаѣ нѣкоторымъ руководствомъ:

При углѣ паденія отъ град. до град.		Разстояніе между скважинами въ метрахъ не менѣе:
0	10	100
10	20	40
20	30	35
30	40	25
40	50	20
50	60	15
60	70	12
70	80	10
80	90	8

При заложении последующих скважинъ, довольствуются въ каждомъ мѣстѣ одною вмѣсто трехъ; три скважины задаютъ только въ такомъ мѣстѣ, гдѣ желаютъ провѣрить величины угловъ простиранія и паденія. Эту провѣрку слѣдуетъ дѣлать черезъ 1 до 6 скважинъ, что зависитъ отъ большей или меньшей неправильности залеганія пластовъ.

И здѣсь, какъ при развѣдкѣ помощью шурфовъ, слѣдуетъ достигнуть каждый пластъ скважиною, по крайней мѣрѣ, въ двухъ мѣстахъ, въ одномъ—какъ нижележащій, въ другомъ—вышележащій.

Для этого, при выборѣ мѣстъ заложения скважинъ, необходимо руководствоваться слѣдующимъ общимъ правиломъ: разстояніе между мѣстами заложения скважинъ должно быть такое, чтобы скважина встрѣтила тотъ же пластъ, который былъ встрѣченъ сосѣднею скважиною. Выполненіе этого условія необходимо для убѣжденія, что при развѣдкѣ не былъ пропущенъ ни одинъ пластъ.

Теоретически, разстояніе между скважинами обратно пропорціонально тангенсамъ угловъ паденія пластовъ; на практикѣ, въ виду большого разнообразія толщины пластовъ, нѣтъ данныхъ для точнаго опредѣленія разстоянія между скважинами. Здѣсь слѣдуетъ руководствоваться вышеуказанными данными (въ зависимости отъ угла паденія).

Порядокъ заложения скважинъ. Углубивъ первыя три пробныя скважины (см. выше), которыя обозначаютъ номеромъ № 1 а, b и с, опредѣляютъ паденіе и распространеніе пласта.

Сообразуясь съ величиною угла паденія, задаютъ по направленію послѣдняго вторую скважину № 2. Если эта скважина встрѣтитъ тотъ же пластъ ¹⁾, тогда между скважинами № 1 и № 2 нѣтъ надобности задавать больше скважинъ. Если же скважина № 2 встрѣтитъ какой-нибудь другой пластъ, тогда

¹⁾ О чемъ можно судить по образчикамъ породы.

между скважинами № 1 и № 2 надо задать новую скважину № 3, и если она встрѣтитъ первый пластъ, то ее слѣдуетъ углубить до новаго пласта, а если встрѣтитъ сразу новый пластъ, то между скважинами № 1 и № 3 надо углубить еще одну скважину № 4. Вообще не слѣдуетъ опасаться задавать скважины слишкомъ далеко другъ отъ друга, въ виду того, что, поступая указаннымъ способомъ, мы, въ случаѣ слишкомъ большого разстоянія, вернемся обратно, ничего не теряя; напротивъ, задавая скважины слишкомъ близко, мы рискуемъ углубить много лишнихъ скважинъ, особенно, если пласты окажутся очень толстыми.

Если изслѣдуемые пласты состоятъ изъ мягкихъ породъ, и углы паденія не очень большіе, тогда полезно углублять скважины на большемъ разстояніи, но до болѣе значительной глубины, чтобы пробивать легко пробуриваемые пласты. При очень твердыхъ породахъ, и вообще трудно поддающихся буренію, лучше бурить скважины чаще, пробивая только наносный слой.

Въ случаѣ, когда скважинами нельзя вырѣшить формы напластованія, что случается въ пластахъ, положеніе которыхъ сильно возмущено, тогда необходимо прибѣгнуть къ углубленію шурфовъ (см. «Развѣдки посредствомъ шурфованія»).

Для сравненія встрѣчаемыхъ пластовъ, единственнымъ указаніемъ служатъ образчики, получаемые изъ скважины. Эти образчики надо собирать возможно аккуратно въ соответственные коробки съ карточками, на которыхъ дѣлать надписи: порядковый номеръ коробки, номеръ скважины, названія развѣдочной линіи, номера образчика, названіе породы и глубину встрѣчи. Кромѣ этой надписи надо на стѣнкѣ коробки писать порядковый номеръ карточки, чтобы, въ случаѣ перепутавшихся карточекъ, можно было отыскать ихъ мѣсто.

Изъ всѣхъ карточекъ надписи цѣликомъ вносятъ въ отдѣльную книгу, чтобы, въ случаѣ потери карточки, можно было опредѣлить образчикъ.

При развѣдкѣ буромъ, образчики очень твердыхъ породъ получаются въ весьма мелкомъ видѣ, такъ что опредѣленіе ихъ затруднительно. Въ такихъ случаяхъ лучше примѣнить алмазный буръ, о чемъ будетъ сказано ниже.

Прослѣживаніе найденныхъ пластовъ по ихъ *простиранію* производится такъ же, какъ при развѣдкѣ шурфованіемъ (стр. 135 до 142). Скважины задаются по одной, на разстояніи 50 до 100 метровъ, что зависитъ отъ правильности напластованія въ данной мѣстности, а главное отъ толщины прослѣживаемаго пласта.

Пластомъ этимъ бываетъ или пластъ полезнаго ископаемаго, или же какой-нибудь другой пластъ. Последний выбирается изъ свиты пластовъ, развѣданныхъ по паденію, такимъ образомъ, чтобы толщина его была возможно большая, чтобы онъ состоялъ изъ твердой породы, залегалъ между пластами изъ мягкой породы и, вообще, чтобы такой, избранный нами пластъ, былъ возможно легко отличаемъ отъ другихъ, залегающихъ съ нимъ рядомъ.

При изслѣдованіи пластовъ по простиранію, скважины задаются по одной. Три скважины только тогда задаются, когда прослѣживаемый пластъ исчезнетъ или круто измѣнитъ простираніе.

Составленіе развѣдочныхъ журналовъ ведется такъ же, какъ при развѣдкѣ шурфованіемъ (стр. 109). Разница здѣсь въ томъ, что развѣдка буромъ идетъ весьма быстро, поэтому ведущій развѣдку долженъ все время присутствовать при работахъ и возможно часто посѣщать всѣ скважины; онъ же ведетъ развѣдочный журналъ. Въ развѣдочномъ журналѣ на одной страницѣ вычерчиваютъ по очереди вертикальные размѣры скважины ¹⁾ и горизонтальную проекцію ихъ расположенія.

¹⁾ Когда въ одномъ мѣстѣ задаются 3 скважины, то вертикальные ихъ размѣры вычерчиваются рядомъ, на разстояніи, равномъ проекціи разстоянія между скважинами. Самая неглубокая по серединѣ.

На другой страницѣ рядомъ съ чертежемъ, составляется для каждой скважины слѣдующая надпись.

Скважина № 0.

№ скважины	№ образчика.	П о р о д а.	Глубина, на которой началось.	Отвѣсная толщина.	Примѣчанія.
			Метр.	Метр.	
1	1	Растительная земля	—	0,65	Дернъ.
	2	Глина	0,65	1,75	Плотная красная.
	3	Песокъ	1,88		Мокрый.
	4	Глина	2,20		Такая же, какъ №2
		накосъ.			
2	5	Песчаникъ	2,4	1,6	Плотный сѣрый.
	6	Тоже	3,5		Плотный желтый.
3	7	Известнякъ	4,00	—	Сѣрый, мягкій.

Когда въ одномъ мѣстѣ 3 скважины, при чемъ опредѣляется простираніе и паденіе, надпись измѣняется на слѣдующую:

3) Скважина А, В и С (*) ¹⁾ № 0.

Разстояніе между скважинами ²⁾.

№	№ образца.	П о р о д а.	<i>m</i>			<i>m</i> ²			Углы протир. линій.	Средняя отвѣсная толщина.	Примѣч.
			Глубина, на которой она началась въ скважинахъ			Возвышеніе устья сква- жинъ.					
			<i>f</i>			<i>g</i>					
			А	В	С	А	В	С			
1	1	Глина	—	—	—	—	—	—	CA=130° CB=70°		Голова пе- счаника раз- бита неровн. ниже плот- ный. Сухой, сѣрый.
2	2	Песчаникъ .	2,52	2,21	2,40	—	—	—			
3	3	Известнякъ .	8,00	5,50	4,0	—	0,5	0,2			
		Глубину сква- жинъ . . . = <i>f</i> — <i>g</i>	8,0	5,0	3,8	—	—	—			

Составленіе пластовой карты.

Пластовая карта представляет изображеніе всѣхъ пластовъ, входящихъ въ составъ почвы данной мѣстности. Пласты эти должны быть представлены на картѣ такимъ образомъ, чтобы изъ нея можно было судить о положеніи, протяженіи и

¹⁾ Самая неглубокая скважина отмѣчается крестикомъ.

²⁾ Когда разстояніе между скважинами придется, по необходимости, измѣнить, и при томъ такъ, что скважины не будутъ на равномъ другъ отъ друга разстояніи, тогда при вычисленіи поступаютъ такъ, какъ сказано на страницѣ 26.

толщинѣ каждаго изъ пластовъ. Для этого на картѣ должны быть начерчены не только разрѣзы, но и планъ всѣхъ изслѣдованныхъ пластовъ.

А. Разрѣзы пластовъ.

Собраніе данныхъ изъ развѣдочныхъ журналовъ въ вертикальные разрѣзы пластовъ, изслѣдованныхъ по направленію вкрестъ простиранія.

Всѣ данныя изъ развѣдочныхъ журналовъ сводятся на одинъ общій чертежъ, представляющій вертикальный разрѣзъ пластовъ, развѣданныхъ по развѣдочной линіи. Это необходимо дѣлать по мѣрѣ развѣдочныхъ работъ. Лучше всего, если можно, на разрѣзъ наносить результаты работъ ежедневно. Составленіе такого разрѣза производится, очень просто, слѣдующимъ образомъ. Представимъ себѣ, что чертежъ лежитъ въ вертикальной плоскости, проходящей чрезъ развѣдочную линію XF (см. карту, представляющую идеальные разрѣзы и планъ пластовъ, табл. IV).

Проведемъ горизонтальную линію XU ; на ней вычертимъ профили изъ нивелировки и на нихъ—мѣста расположенія 1, 2, 3, и т. д. скважинъ и шурфовъ по очереди. При каждой скважинѣ вычертимъ копію изъ развѣдочнаго журнала, т. е. ту его часть, на которой вычерчены скважины, шурфы, штреки и т. д. (если они есть). Тогда получимъ положеніе изслѣдованныхъ пластовъ и общій ихъ разрѣзъ.

Чтобы получить приблизительное положеніе пластовъ на болѣе значительной глубинѣ, достаточно продолжить линіи напластованія.

При этомъ необходимо руководствоваться измѣненіемъ паденія сосѣднихъ пластовъ и, въ случаѣ отсутствія другихъ данныхъ, надо допустить, что измѣненіе паденія въ однихъ пластахъ простирается и на сосѣдніе пласты по линіи, перпен-

дикулярной къ линіи измѣненнаго паденія (въ нашемъ случаѣ на разрѣзѣ XF у рѣки по линіи TU). На вычерченномъ такимъ образомъ разрѣзѣ надо у каждаго изъ пластовъ полезныхъ ископаемыхъ надписать дѣйствительную толщину и уголь паденія пласта, потому что по разрѣзу, особенно если онъ вычерченъ въ маломъ масштабѣ, трудно взять изъ чертежа эти измѣренія точно.

Такой разрѣзъ даетъ точное и наглядное изображеніе изслѣдованныхъ пластовъ. Кромѣ того, если повторяющіеся пласты сходятся и размѣщаются на чертежѣ по измѣреннымъ: толщинѣ ихъ и паденію, то это служить лучшимъ доказательствомъ точности приведенныхъ измѣреній и вѣрности развѣдокъ. Въ такомъ случаѣ разрѣзъ изслѣдованныхъ пластовъ можетъ служить важнымъ указаніемъ для дальнѣйшихъ работъ.

Такъ, напримѣръ, на чертежѣ, по срединѣ разрѣза по XF , представлены пласты A , B , C , D и E , изслѣдованные въ скважинахъ № 9, № 8, № 10 и № 11. Если въ скважинахъ № 13 встрѣчены пласты A и B съ обратнымъ паденіемъ и по нанесенію ихъ на разрѣзъ пласты B , C , D и E помѣщаются между точками δ и № 13, то углубленіе скважинъ № 12 и № 14 окажется лишнее.

Если въ скважинѣ № 17 встрѣченъ пластъ E , а въ скважинѣ № 19 пластъ A , имѣющіе тотъ же составъ и ту же толщину, какъ и соотвѣтственные пласты, встрѣченные въ предъидущихъ скважинахъ, то можно заключить, что между скважинами № 17 и № 19 нѣтъ другихъ пластовъ, кромѣ D , C и B . Если вычертимъ всѣ эти пласты съ паденіемъ, одинаковымъ съ пластами A и E , то они всѣ должны какъ разъ помѣститься на пространствѣ между скважинами № 17 и № 19, и тогда нѣтъ надобности уже въ развѣдываніи этого пространства ¹⁾. Въ противномъ, хотя и рѣдкомъ случаѣ, надо развѣдку

¹⁾ Обыкновенно пласты, если они не разорваны сбросами (что сейчасъ замѣтно изъ разрѣза), залегаютъ параллельно другъ къ другу и сохраняютъ одинъ порядокъ на значительныхъ пространствахъ.

этого пространства произвести по общимъ правиламъ, потому что тогда надо предположить: или сбросъ, или перегибъ пластовъ, или выклиниваніе (исчезновеніе) одного изъ нихъ, или, наконецъ, появленіе новаго пласта.

Когда одинъ изъ пластовъ *C*, *D* или *B* представляетъ пластъ полезнаго ископаемаго (какъ это на нашемъ чертежѣ), то во всякомъ случаѣ надо къ нему провести шурфъ для опредѣленія свойствъ ископаемаго, притока воды, дѣйствительной толщины и свойствъ породъ прилежащихъ пластовъ.

Точку, въ которой надо задать такой шурфъ, чтобы встрѣтить пластъ, легко найти изъ разрѣза, взявъ разстояніе этой точки (на чертежѣ) отъ одной изъ скважинъ по масштабу и отмѣривъ это разстояніе на поверхности земли отъ устья скважинъ, опредѣлить мѣсто, въ которомъ надо задать шурфъ, имѣющій встрѣтить изслѣдуемый пластъ.

На разрѣзѣ *XF* показаны два сброса α и β , которые разорвали пласты.

Направленіе и углы паденія этихъ сбросовъ должны быть точно опредѣлены, т. е. измѣрены и начерчены, потому что съ ихъ положеніемъ находятся въ тѣсной связи расположеніе пластовъ, повтореніе ихъ и появленіе новыхъ пластовъ.

Такъ, на примѣръ, у сброса α находимъ совершенно иные пласты съ одной его стороны, чѣмъ съ другой. Сбросомъ β сброшены и измѣнены пласты *A*, *B*, *C*, *D* и *E* (по правой сторонѣ чертежа).

Разрѣзъ по линіи *MS* вычерченъ на горизонтѣ уровня воды въ рѣкѣ, въ точкѣ *M*. Опредѣливъ возвышеніе точки *M* надъ точкою *X* предыдущаго разрѣза (или надъ какою-нибудь другою точкою), можно сразу свести разрѣзъ *MS* въ одинъ общій разрѣзъ.

Надо только линію *MP* вычертить надъ линіею *XV* на разстояніи, равномъ возвышенію точки *M* надъ *X*, и по линіи *MS* вычертить профиль разрѣза.

На разрѣзѣ *MS* показаны пласты, покрытые только на нѣ-

2) Такое же разстояніе d въ другой скважинѣ для нижней плоскости напластованія даннаго пласта.

3) Горизонтальное разстояніе c между двумя скважинами, и

4) Если устья скважинъ не лежатъ на одномъ горизонтѣ, то еще надо знать возвышеніе z одной изъ нихъ надъ другою.

Тогда, при углѣ паденія пласта, отвѣсная толщина b пласта выразится:

$$b = c \operatorname{tg} \beta + d - a \pm z,$$

въ которомъ знакъ $+$ при будетъ тогда, когда пласть падаетъ въ сторону скважины, устье которой лежитъ выше, чѣмъ устье второй скважины, а знакъ $-$, когда пласть падаетъ въ сторону противоположную.

При развѣдкахъ большихъ пространствъ опредѣляютъ толщины: отвѣсную b или горизонтальную h .

Тогда, по вышеуказанной формулѣ, легко опредѣлить дѣйствительную толщину пласта t , по углу паденія $= x$, т. е.

$$t = b \cos x = h \sin x.$$

Весьма часто приходится вычислять отвѣсную толщину b_2 пластовъ при углѣ паденія ихъ β_2 , имѣя величину отвѣсной ихъ толщины b_1 , при другомъ углѣ паденія β_1 ; въ этомъ случаѣ пользуются формулою:

$$b_2 = \frac{b_1 \cos \beta_1}{\cos \beta_2} \dots \dots \dots (O)$$

Случай этотъ встрѣчается при размѣщеніи изслѣдованныхъ пластовъ, напр. B , C и D между двумя крайними изъ нихъ A и E , встрѣченными въ двухъ новыхъ скважинахъ, если при этомъ паденіе встрѣченныхъ A и E пластовъ иное, чѣмъ паденіе частей этихъ же пластовъ, изслѣдованныхъ раньше.

Если развѣдки ведутся такимъ образомъ, что направленіе развѣдочной линіи измѣняется, съ измѣненіемъ направленія па-

денія пластовъ, то нѣтъ надобности прибѣгать къ вычисленіямъ по формуламъ (А), (N) и (O); потому что незначительныя измѣненія въ направленіи паденія немного вліяютъ на измѣненіе величинъ угловъ паденія и толщины пластовъ.

Въ случаѣ, когда развѣдочныхъ линій нѣсколько, что очень часто встрѣчается при развѣдкахъ особенно, изогнутыхъ и поломанныхъ пластовъ, тогда необходимо представить столько же разрѣзовъ, сколько развѣдочныхъ линій.

Примѣчаніе Е. Пласты, вычерченные надлежащимъ образомъ, должны точно помѣщаться на разрѣзѣ. Если этого нѣтъ, то значить, что результаты измѣреній при развѣдкахъ невѣрны. Ошибка могла вкратиться при измѣреніяхъ, при ихъ записываніи, или при вычисленіяхъ (если къ таковымъ пришлось прибѣгнуть). Тогда, прежде всего, необходимо провѣрить расчетъ; если онъ окажется вѣрнымъ, то надо повторить измѣренія, возобновивъ тѣ скважины, въ которыхъ предполагается возможность ошибки, или углубить новыя.

В. Планъ пластовъ.

Измѣдованіе пластовъ по простиранію.

Когда пласть, встрѣченный въ скважинѣ, представляетъ полезное ископаемое, тогда необходимо изслѣдовать его простираніе, т. е. направленіе и пространство, которое пласть занимаетъ въ изслѣдуемой мѣстности, по его протяженію.

Кромѣ того, изслѣдованіе пластовъ по простиранію имѣетъ цѣлью выяснитъ составъ пластовъ по этому направленію, такъ какъ весьма часто случается, что пласты изогнуты, изломаны или разорваны сбросами или сдвигами до того, что во многихъ точкахъ по простиранію, рядомъ съ пластами, изслѣдованными по паденію, встрѣчаемъ совершенно другіе новые пласты.

При изслѣдованіи пластовъ по простиранію различаемъ два случая: первый, когда толщина наноснаго слоя болѣе или ме-

нѣе значительна и второй, когда пласты не покрыты вовсе наносомъ, или онъ является весьма тонкими слоями незначительнаго протяженія и только въ нѣкоторыхъ точкахъ изслѣдуемой мѣстности.

1) Если пласты покрыты болѣе или менѣе толстымъ слоемъ наносной земли, то прежде всего въ скважинахъ на развѣдочной линіи опредѣляется простираніе.

Это дѣлается въ тѣхъ скважинахъ, въ которыхъ встрѣченъ пластъ полезнаго ископаемаго, или, по крайней мѣрѣ, одинъ изъ пластовъ, возможно большей толщины, и залегающій на пластѣ изъ твердой породы, но подъ пластомъ, составленнымъ изъ породы, возможно мягкой. Это требуется для того, чтобы, при послѣдующемъ отыскиваніи выхода этого пласта, работы, необходимыя для его достиженія, обошлись возможно дешево.

Опредѣливъ въ одной скважинѣ или шурфѣ, напримѣръ № 10 (см. карту на концѣ по линіи *XF* на планѣ), простираніе пласта, провѣшивается линія его простиранія отъ устья. По этой линіи въ разстояніи отъ 50 до 100 метр. ¹⁾ отъ шурфа (№ 10) задается скважина № I).

Если скважина № I встрѣтитъ тотъ же самый пластъ ²⁾, и простираніе его будетъ то же, то по этому же простиранію и на такомъ же разстояніи задается новая скважина № II.

Если же новая скважина, напримѣръ № III, не встрѣтитъ того пласта, который былъ встрѣченъ раньше, а какой-нибудь другой пластъ, лежащій (судя по общему разрѣзу изслѣдованныхъ пластовъ) съ лѣвой (или правой) стороны его, то новая

¹⁾ Это зависитъ отъ большей или меньшей ровности, т. е. правильности залеганія пластовъ въ данной мѣстности, а также отъ большей или меньшей ровности верхней поверхности наносной земли; обыкновенно это разстояніе дѣлаютъ въ 50 сажень. Вообще же надо стараться, чтобы задаваемая скважина могла встрѣтить пластъ, встрѣченный уже въ предыдущемъ шурфѣ или скважинѣ.

²⁾ Для различія нумеровъ скважинъ, задаваемыхъ вкрестъ простиранія отъ скважинъ по простиранію, послѣднія обозначены римскими цифрами.

³⁾ Это легко узнать, сравнивая образчики породъ, встрѣченныхъ раньше.

скважина № IV задается рядомъ, съ правой (или лѣвой) стороны скважины № III по паденію пластовъ. Скважина эта задается на такомъ разстояніи, на какомъ, судя по общему разбѣзу, можно встрѣтить прслѣдуемый пластъ. Здѣсь надо руководствоваться тѣмъ, хотя и не общимъ, геологическимъ закономъ, что пласты, вообще, залегаютъ параллельно другъ другу и, на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи, сохраняютъ одинъ порядокъ напластованія. Порядокъ же этотъ мы узнаемъ при предварительномъ изслѣдованіи пластовъ по паденію.

Если наконецъ, которая-нибудь изъ скважинъ по простиранію встрѣтитъ совершенно новый пластъ, который не находится въ ряду пластовъ, изслѣдованныхъ уже по паденію, ни ниже, ни выше прслѣдуемаго, тогда необходимо пріостановить дальнѣйшее изслѣдованіе по простиранію, и прежде всего изслѣдовать пространство между послѣдними двумя скважинами, задавая новыя.

Причиною появленія новаго пласта можетъ быть поперечный сдвигъ (по паденію) или крутой изгибъ пластовъ.

Промежуточныя скважины выяснять въ обоихъ случаяхъ причину измѣненія напластованія. Въ случаѣ сдвига, необходимо остановить развѣдки по простиранію, и начать изслѣдованіе въ крестъ простиранія новыхъ пластовъ, лежащихъ съ другой стороны сдвига.

Въ случаѣ сильнаго изгиба, слѣдуетъ, напротивъ, продолжать развѣдку по простиранію для опредѣленія формы этого изгиба.

Во всякомъ случаѣ, при развѣдкѣ по простиранію необходимо вести совершенно такіе же журналы, и опредѣлить профиль развѣдочной линіи по простиранію, какъ это дѣлается при развѣдкѣ по паденію.

Линіи, соединяющія точки, въ которыхъ скважинами встрѣченъ подъ наносомъ пластъ, изслѣдуемый по простиранію, назовемъ *линіями выхода* пласта подъ наносомъ.

Линіи же, соединяющія точки, въ которыхъ пласть выходитъ на дневной свѣтъ, назовемъ *линіями выхода пласта на поверхность* (обнаженія).

Всѣ эти линіи не должны быть смѣшиваемы съ линіями простиранія, о которыхъ ниже. Линіи выхода пластовъ представляются на планѣ горизонтальными проеціями линій пересѣченія головъ ¹⁾ пластовъ съ нижнею поверхностью наноса или съ наружною поверхностью земли. На планѣ (см. карту въ концѣ) линіи выхода пластовъ показаны пунктирными линіями, соединяющими обнаженія пластовъ и скважинъ, отмѣченныхъ римскими цифрами.

Линіи простиранія. На планѣ необходимо изобразить еще и линіи простиранія пластовъ. Онѣ представляются линіями пересѣченія пластовъ съ горизонтальною плоскостью, приходящею черезъ одну (обыкновенно низшую) точку изслѣдуемой мѣстности.

Эти линіи можно всегда изобразить на планѣ, зная возвышенія точекъ, лежащихъ на линіи выходовъ, или другихъ точекъ пластовъ, и углы паденія этихъ пластовъ.

Возвышенія точекъ опредѣляются нивелировкой: углы же паденія получаются изъ журналовъ. Вычертивъ на планѣ пластовъ точки выходовъ, или точки, встрѣченныя въ скважинахъ, получаемъ линіи простиранія слѣдующимъ способомъ. Положимъ, дана точка IV на плоскости напластованія пласта каменнаго угля (на планѣ у шурфа № 10).

Имѣя на планѣ пластовъ нанесенныя точки выходовъ, или точки, встрѣченныя въ скважинахъ, вычерчиваемъ линіи простиранія слѣдующимъ способомъ (см. фиг. 1 на таблицѣ между разрѣзами). Возводимъ перпендикуляръ къ линіи *ху*,

¹⁾ Головою пласта называется та его часть, которою онъ прикасается къ наносу или другому пласту, несогласно съ нимъ напластованному, или, наконецъ, которымъ пласть выходитъ на поверхность земли (выходъ головы—обнаженіе пласта).

лежащей въ той плоскости, на которой желаемъ вычертить линіи простиранія пластовъ. На немъ откладываемъ возвышеніе точки выхода пласта надъ линією xy ; пусть этою точкою будетъ точка m , соотвѣтствующая такой же точкѣ, вычерченной на планѣ пластовъ у буквы A , ниже середины чертежа.

Черезъ точку m проводимъ линію, составляющую съ горизонтомъ уголъ паденія пласта (50°). Тогда a' m представитъ пластъ, а точка a' одну изъ точекъ линіи простиранія на планѣ. Отложивъ на планѣ пластовъ отъ точки m , по направленію паденія, линію $sa''=Sa'$, получимъ одну точку a'' линіи простиранія на планѣ. Положимъ дальше, что надо опредѣлить другую ея точку, но въ томъ случаѣ, когда другая скважина № 1 (см. на планѣ у точки B) встрѣтила пластъ не въ точкѣ его выхода. Слѣдовательно, возвышеніе точки выхода неизвѣстно. Тогда къ линіи xy (см. фиг. II) возводимъ перпендикуляръ, и на немъ откладываемъ возвышеніе устья шурфа № 1 надъ линією xy , а отъ точки k внизъ—глубину, на которой встрѣченъ пластъ въ скважинѣ, т. е. длину ki . Тогда, вычертивъ, какъ въ первомъ случаѣ, у точки i линію подѣ угломъ паденія (50°) къ xy , получимъ точку l , а отложивъ (см. планъ) $l'p'=lp$ отъ точки p' по паденію, опредѣлимъ вторую точку l' линіи простиранія пласта. Эту линію вычертимъ, соединяя точку a'' съ l' .

Если пласты напластованы правильно, то достаточно опредѣлить только одну точку линіи простиранія на планѣ, тогда отъ этой точки надо вычертить линію подѣ угломъ простиранія, который записанъ въ развѣдочномъ журналѣ. Если при этомъ развѣдочная линія идетъ по направленію вкрестъ простиранія пластовъ, то въ упомянутомъ случаѣ достаточно вычертить линію, перпендикулярную къ линіи, соединяющей шурфы или скважины.

На планѣ (см. карту) линіи простиранія пластовъ полезныхъ ископаемыхъ показаны пунктирными, а линіи простиранія остальныхъ пластовъ—тонкими, сплошными линіями.

Нанесеніе линіи простиранія особенно упрощается тогда, когда пласты напластованы согласно и правильно по всему изслѣдуемому участку.

Въ этомъ случаѣ достаточно вычертить линію простиранія одного пласта, а остальные линіи провести параллельно.

Такимъ же способомъ вычерчивается простираніе сбросовъ и сдвиговъ.

Простиранія ихъ на планѣ (см. карту) представлены двойными линіями.

При развѣдкахъ большихъ пространствъ, надо опредѣлить границы формацій и ихъ отдѣловъ.

Эти опредѣленія на планъ не наносятся, а только въ объясненіи знаковъ отмѣчается, какіе пласты принадлежать къ той или другой формаціи или ея отдѣлу.

2) Если пласты не покрыты наносомъ или только въ нѣкоторыхъ точкахъ покрыты слоемъ незначительной толщины, то направленіе линій выхода пластовъ опредѣляется непосредственно на поверхности.

Въ этомъ случаѣ развѣдку по простиранію въ высшей степени облегчаютъ обнаженія пластовъ, труднѣе вывѣтривающихся, т. е. болѣе плотныхъ и неподдающихся вліянію атмосферныхъ дѣятелей, какъ, напр.: кварциты, известняки и т. п. Пласты въ разсматриваемомъ случаѣ являются: въ видѣ непрерывныхъ полосъ обнаженія: или въ видѣ выдающихся грядъ и валовъ, покрытыхъ наносомъ и растительной землею или, наконецъ, въ видѣ ямъ и овраговъ, вымытыхъ водами въ болѣе мягкихъ породахъ, какъ, напр.: въ глинахъ, рыхлыхъ песчаникахъ и друг. Обнаженія и выходы такихъ пластовъ можно легко прослѣдить по простиранію иногда на большія пространства. Слѣдуя по направленію этихъ выходовъ и опредѣляя въ точкахъ изгиба измѣненія этого направленія, посредствомъ компаса, нивелира съ буссолюю или теодолита ¹⁾, опредѣлимъ,

¹⁾ Въ этихъ случаяхъ можно одновременно произвѣсти и нивелировку прослѣдуемой линіи.

почти безъ помощи буренія, линію выхода пласта. Если пласты напластованы согласно, то линіи выходовъ другихъ пластовъ будутъ параллельны. Надо только предварительно изслѣдовать расположеніе пластовъ вкрестъ простиранія, чтобы получить точныя данныя относительно порядка напластованія.

Кромѣ обнаженій и выходовъ пластовъ, указаніемъ направленія простиранія могутъ еще служить цвѣтныя полосы, выдающіяся на поверхности земли. Въ этомъ, однако, случаѣ, при прослѣживаніи простиранія по полосамъ, необходимо въ нѣкоторыхъ точкахъ, посредствомъ скважинъ, убѣдиться въ томъ, дѣйствительно ли этимъ полосамъ соответствуетъ выходъ прослѣдуемаго пласта?

С'. Вычерчиваніе пластовой карты.

Пластовая карта есть изображеніе всѣхъ пластовъ, изслѣдованныхъ по простиранію и паденію въ данной мѣстности.

Для составленія пластовой карты, какъ сказано выше, необходимо представить планъ пластовъ и ихъ вертикальныя разрѣзы, такимъ образомъ, чтобы по нимъ можно было опредѣлить положеніе всѣхъ пластовъ.

Опредѣленіе это должно быть настолько точное, чтобы по картѣ возможно было вычислить объемъ, занимаемый каждымъ пластомъ до извѣстной глубины, и опредѣлить глубину, на которой, въ данной на поверхности земли точкѣ, можно встрѣтить любой пласть.

Для составленія такой карты необходимо всѣ измѣренія и данныя, полученныя при развѣдкѣ, представить въ вертикальныхъ разрѣзахъ, по развѣдочнымъ линіямъ, и въ планѣ пластовъ, какъ это показано на прилагаемой картѣ.

Составленіе плана пластовъ дѣлается, проще всего, нанесеніемъ данныхъ изъ развѣдокъ на ситуационный планъ изслѣдуемой мѣстности. Въ этомъ случаѣ, послѣ составленія разрѣза по развѣдочнымъ журналамъ, надо нанести направленіе развѣ-

дочныхъ линій, опредѣливъ на планѣ, предварительно, хотя одну точку, соотвѣтствующую первой (или какой-нибудь другой) скважинѣ.

Отъ этой точки вычерчиваютъ направленіе развѣдочной линіи съ помощью горнаго компаса, ориентирюясь направленіемъ линіи NS, представленной на каждомъ ситуационномъ планѣ стрѣлкою.

Направленіе магнитной стрѣлки компаса, въ разныхъ мѣстностяхъ, отклоняется отъ направленія полуденной линіи на болѣе или менѣе значительный уголъ.

Величину этого угла надо опредѣлить и, при вычерчиваніи плана, принять во вниманіе. Впрочемъ, величина этого угла всегда надписана на правильно составленномъ ситуационномъ планѣ, подъ названіемъ: отклоненіе магнитнаго меридіана.

Всѣ углы, опредѣленные магнитною стрѣлкою компаса, надо исправить на величину отклоненія этой стрѣлки отъ полуденной линіи, т. е. вычертить эти углы относительно направленія магнитной стрѣлки, а положеніе полуденной линіи вычертить подъ угломъ отклоненія.

При небольшихъ, однако, развѣдкахъ опредѣленіе величины отклоненія магнитной стрѣлки для неспеціалиста затруднительно. Въ этомъ случаѣ будетъ значительно проще и достаточно точно поступить при вычерчиваніи направленія всѣхъ линій на планѣ слѣдующимъ образомъ.

Надо опредѣлить не одну, а двѣ точки ¹⁾ на планѣ, соотвѣтствующія двумъ точкамъ, лежащимъ на какой-нибудь развѣдочной или другой линіи изслѣдуемой мѣстности. Послѣ чего надо измѣрить, посредствомъ компаса, направленіе этой ориентирной линіи относительно магнитной стрѣлки. Тогда, соединивъ эти двѣ точки на планѣ прямою линіею и приложивъ

¹⁾ Такими точками могутъ быть какія-нибудь постоянныя точки, обозначенныя на ситуационномъ планѣ, напр.: углы строеній, перекрестки дорогъ точки пересѣченія гранич. лин. и т. п.

къ ней соотвѣтственный край компаса, надо повернуть весь планъ вмѣстѣ съ компасомъ такимъ образомъ, чтобы стрѣлка компаса стала на тотъ же уголъ, на которомъ она стояла при измѣреніи направленія этой оріентирной линіи на данной мѣстности. Сдѣлавъ это и не трогая съ мѣста плана, можно на немъ вычерчивать всѣ другія линіи непосредственно, устанавливая компасъ на углы, которые вычерчиваемыя линіи составляли, при измѣреніяхъ, съ магнитною стрѣлкою (изъ развѣдочнаго журнала). Если ситуационнаго плана нѣтъ, и составленіе его затруднительно, то можно ограничиться нанесеніемъ на планъ только данныхъ, которыя получаютъ при развѣдкѣ. Въ этомъ, однако, случаѣ надо при развѣдкѣ опредѣлить положеніе болѣе выдающихся точекъ на поверхности и наносить на планъ.

Такой планъ, какъ составленный недостаточно совершеннымъ инструментомъ (горнымъ компасомъ), не будетъ точный, и, слѣдовательно, не можетъ имѣть того значенія, какое имѣетъ планъ пластовъ, вычерченный на ситуационномъ планѣ. Этотъ послѣдній планъ, въ свою очередь, не можетъ быть на столько точный, насколько будетъ точенъ планъ, составляемый нарочно при развѣдкахъ специалистами, посредствомъ совершенныхъ приборовъ, какъ-то: мензулы или теодолита. Этого рода планы составляютъ только при обширныхъ развѣдкахъ спеціалисты, для которыхъ считаютъ совершенно излишнимъ припоминать способы точной съемки мѣстности вообще.

Вычертивъ на планѣ направленіе развѣдочной линіи, откладываютъ на ней горизонтальныя разстоянія между скважинами, и отмѣчаютъ мѣста этихъ скважинъ изъ нивелировочнаго журнала или изъ предварительно вычерченнаго разрѣза пластовъ по развѣдочной линіи.

Послѣ чего вычерчиваютъ направленія линій выходовъ пластовъ и линій простиранія (способами, указанными при изслѣдованіи пластовъ по простиранію). То же самое дѣлается для сбросовъ и сдвиговъ.

Кромѣ того на пластовой картѣ должны быть показаны всѣ обнаженія пластовъ.

Иногда на картѣ представляются только линіи выходовъ пластовъ и горизонтальная ихъ толщина ¹⁾. Это дѣлается при развѣдкахъ большихъ пространствъ, гдѣ пласты тонкія покрыты очень тонкимъ слоемъ растительной земли или совсѣмъ обнажены, изогнуты и изломаны.

Въ этомъ случаѣ границы пластовъ (линіи напластованія) вычерчиваются сплошными линіями въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ пласты обнажены, а пунктирными тамъ, гдѣ они покрыты наносомъ.

Такая карта можетъ дать вѣрное понятіе о составѣ пластовъ только тогда, когда мѣстность ровная и горизонтальная.

Чтобы карту, вычерченную такимъ образомъ, сдѣлать возможно точною, необходимо представить большое число разрѣзовъ, т. е. пересѣчь мѣстность значительнымъ числомъ разрѣдочныхъ линій по различнымъ направленіямъ. При этомъ мѣстность должна быть снята мензульною съемкою, возможно тщательно, съ обозначеніемъ рѣкъ, дорогъ, границъ и главныхъ построекъ. Кромѣ того, надо опредѣлить направленіе подуденной линіи, а главное, сдѣлать весьма точную нивелировку по всѣмъ разрѣдочнымъ линіямъ. На планѣ и на разрѣзахъ должны быть показаны всѣ скважины съ надписью соответственныхъ нумеровъ. Во всякомъ случаѣ, такая карта не будетъ вполне точною, потому что пласты на ней не будутъ представлены въ разрѣзѣ по одной горизонтальной плоскости, слѣдовательно, не будутъ представлены ихъ линіи простиранія, а только линіи выходовъ.

Понятно, что для представленія общаго состава пластовъ такія карты будутъ вполне достаточны, но полученія тѣхъ дан-

¹⁾ Такія карты нельзя назвать пластовыми, потому что линіи, очерчивающія границы пластовъ, не суть линіи простиранія; это линіи выходовъ пластовъ (головъ пластовъ), при чемъ точки этихъ линій лежатъ не на одной горизонтальной плоскости, а въ различныхъ горизонтахъ.

ныхъ, которыя даютъ хорошія пластовыя карты, отъ нихъ требовать невозможно.

Сравненіе развѣдки посредствомъ ручного бура съ шурфованіемъ.

Я не стану сравнивать развѣдки помощью ручного бура съ развѣдкою большими буровыми инструментами. Эта послѣдняя примѣняется въ двухъ случаяхъ: 1) когда положеніе изслѣдуемыхъ пластовъ горизонтальное или почти горизонтальное, и 2) когда толщина слоя насоса очень большая (болѣе 20 метр.) по всей поверхности изслѣдуемой мѣстности.

Само собою разумѣется, что къ развѣдкамъ не относятся такіе случаи примѣненія глубокаго буренія, какъ: опредѣленіе глубины (значительной) залеганія пласта въ данной точкѣ, нахожденіе котораго достовѣрно извѣстно или весьма вѣроятно; буреніе артезианскихъ колодцевъ, шахтъ, передовыхъ скважинъ и т. п.

Вообще, развѣдку глубокимъ буреніемъ, какъ весьма дорогую, слѣдуетъ примѣнять только тогда, когда имѣются нѣкоторыя положительныя данныя о возможности отысканія полезнаго ископаемаго на значительной глубинѣ.

Сравнивая шурфъ со скважиною, не трудно убѣдиться, что *стоимость* и *время* ихъ углубленія весьма различны (о чемъ ниже). Онѣ несравненно больше для шурфа, котораго площадь поперечнаго сѣченія почти въ 1,000 разъ больше сѣченія скважины.

Присутствіе воды для скважинъ почти всегда полезно, а иногда необходимо (въ твердыхъ породахъ), между тѣмъ какъ въ шурфахъ вода часто составляетъ непреодолимые препятствія (плывуны), и почти всегда требуетъ дорогостоящей отливки.

Слабость породъ весьма сильно затрудняетъ углубку шурфовъ, нуждаясь въ дорогостоящей крѣпи; скважина въ такихъ

породахъ если и закрѣпляется, то закрѣпленіе очень просто и стоитъ дешевле трубы шурфовочнаго насоса.

Опытные рабочіе необходимы для углубленія шурфовъ, особенно въ очень твердыхъ и очень мягкихъ породахъ. Ручнымъ буромъ можетъ работать всякій чернорабочій.

Единственнымъ преимуществомъ шурфовъ является *возможность болѣе точнаго опредѣленія* положенія пластовъ и полученія болѣе явственныхъ образчиковъ породъ.

Я считаю преимуществомъ болѣе значительную глубину, достигаемую скважинами (до 200 фут.), чѣмъ шурфами (до 70 фут.) такъ какъ большой глубины шурфы весьма дороги и могутъ быть съ пользою углубляемы только при выгодныхъ естественныхъ условіяхъ.

Слѣдующая таблица, полученная мною изъ практики, можетъ дать нѣкоторыя указанія для сравненія средней стоимости и скорости углубленія шурфовъ и скважинъ:

	Скважина діам. 2¼ д.	Шурфъ прямоугольнаго сѣченія 4 ф. × 6 фут.
Площадь сѣченія	5 кв. д.	3,456 кв. д.
Скорость углубленія въ часъ въ метрахъ:		
1. Въ мягкой породѣ.		
а) безъ закрѣпленія до глубины		
8 метровъ	3,600	0,120
до глубины 15 метровъ . .	1,800	0,080
съ закрѣпленіемъ до глубины		
8 метровъ	2,500	0,080
до глубины 15 метровъ . .	1,550	0,030
2. Въ породѣ средней твердости.		
до 8 метровъ	1,000	0,050
до 15 метровъ	0,750	0,040

	Скважина діам. 2 $\frac{1}{4}$ д.	Шурфъ пря- моугольнаго сѣченія 4 ф. × 6 фут.
3. Въ твердой породѣ до 8 метр.	0,080	0,040
до 15 метровъ	0,100	0,030
4. Въ оч. твердой пор. до 8 метр.	0,020	0,010
до 15 метровъ	0,030	0,009

Эти данныя, полученныя изъ продолжительныхъ опытовъ даютъ право заключить, что *средняя скорость углубленія скважины въ 20 слишкомъ разъ больше* чѣмъ шурфа. Можно съ большимъ запасомъ допустить, что среднимъ числомъ двѣ скважины вполне замѣняютъ одинъ шурфъ.

Значить, *скорость развѣдки буромъ по крайней мѣрѣ въ 10 разъ больше.*

Относительно стоимости развѣдокъ можно только сказать:

1) Что развѣдка буромъ требуетъ меньше рабочихъ.

2) Что въ мокрыхъ породахъ углубленіе шурфовъ идетъ значительно медленнѣе, чѣмъ въ сухихъ.

3) Что на рубку и установку въ шурфахъ крѣпи, воротковъ, насосовъ и пр. требуются лишніе матеріалы и рабочіе, и

4) Плата рабочимъ при шурфованіи по крайней мѣрѣ въ 1,5 раза больше.

Принявъ все это во вниманіе, можно навѣрно сказать, что *развѣдка буромъ много разъ дешевле, чѣмъ шурфованіемъ.*

Глубина скважинъ, которыя можно бурить помощью вышеописаннаго прибора, не можетъ быть съ точностью опредѣлена, такъ какъ сопротивленіе штанги скручиванію независитъ отъ ея длины. До сихъ поръ (при помощи штанги внутреннимъ діаметромъ въ 1 дюймъ) углубляли скважины до 40 сажень.

Ручное буреніе болѣе глубокихъ скважинъ.

Большой глубины скважины (20 и болѣе саж.) можно пробурить вышеописаннымъ способомъ, съ тою только разницею,

что вслѣдствіе болѣе солидной конструкціи прибора и, слѣдовательно, болѣе значительнаго его вѣса, является необходимость въ устройствѣ треножнаго копра съ блокомъ и канатомъ для подъема штанги при буреніи (таб. III).

Коперъ составляется изъ трехъ или четырехъ сосновыхъ или еловыхъ сухихъ бревенъ, длиною въ 24 фута и толщиною въ 5 до 6 дюймовъ (въ верхнемъ концѣ). Нижніе концы бревенъ вставляютъ въ землю или врѣзываютъ въ раму изъ горизонтально расположенныхъ брусевъ, верхніе—стесываютъ съ боковъ (на два канта), просверливаютъ въ нихъ дыры въ 1 дюймъ и черезъ отверстія пропускаютъ болтъ, скрѣпляющій ноги.

На разстояніи 1 саж. отъ почвы, къ ногамъ прикрѣпляютъ горизонтальныя связи гвоздями или болтами. Послѣ установки копра, на эти связи кладутъ доски для помоста *г*. Чаше ноги обшиваютъ досками.

До установки копра, къ вершинѣ его подвѣшиваютъ блоки *Д* съ канатомъ, снабженнымъ крюкомъ *к*.

Къ крюку *к* подвѣшиваютъ ушко *у*, которое навинчиваютъ на одинъ конецъ трубчатой штанги, составленной изъ двухъ звень (саженныхъ). Къ нижнему концу штанги привинчиваютъ полуцилиндрическую ложку (табл. II), помощью каната поднимаютъ штангу вверхъ, и устанавливаютъ приборъ на землю отвѣсно, по отвѣсу. Тогда одинъ рабочій насаживается на штангу зажимной хомутъ (табл. II) *х* и, вращая въ правую сторону, буритъ скважину, подобно тому, какъ сверлятъ дыру въ деревѣ; при семъ прижимаетъ приборъ немного книзу и вращаетъ только въ *правую сторону*, никогда въ лѣвую, иначе можетъ развинтить инструментъ, и нижняя его часть останется въ скважинѣ.

Послѣ нѣсколькихъ (15 до 20) оборотовъ, ложка уйдетъ въ землю; тогда инструментъ поднимаютъ вверхъ, ложку очищаютъ и опять опускаютъ, продолжая буреніе.

Когда звено штанги уйдетъ въ землю, тогда, не вынимая

прибора изъ скважины, наращиваютъ новое звено, обращая вниманіе, чтобы штанга оставалась отвѣсною.

Свинчиваніе и развинчиваніе звенья штанги производятъ при помощи двухъ зажимныхъ хомутовъ или клещей.

Такимъ образомъ производятъ углубленіе скважины до тѣхъ поръ, пока въ ней не встрѣтятся твердой породы, не подающейся буренію ложкою, или пока стѣнки скважины не начнутъ оползать.

Встрѣтивъ твердую породу, пробуриваютъ ее штангою съ долотомъ *Л*, насаживая его вмѣсто ложки. При этомъ буреніе производятъ уже не вращеніемъ, а ударами; для чего инструментъ поднимаютъ, помощью каната, на высоту 1 до 2 футовъ надъ дномъ скважины и быстро пускаютъ (по командѣ), подобно тому какъ при забивкѣ свай.

Послѣ каждаго удара, при подъемѣ, инструментъ поворачиваютъ за рукоятку зажимнаго хомута на $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{10}$ оборота *съ правую сторону*. Когда на днѣ скважины наберется столько разбитой породы (муки), что удары подающаго прибора сдѣлаются глухими, тогда вынимаютъ инструментъ изъ скважины и на штангѣ или веревкѣ спускаютъ въ нее желонку (фиг. 1) табл. III, съ шаровымъ клапаномъ. Послѣ нѣсколькихъ ударовъ по дну скважины, желонку вынимаютъ и удаляютъ изъ нея набравшуюся въ нее муку или песокъ.

Тою же желонкою пользуются для углубленія скважины, именно тогда, когда въ ней покажется песокъ или галька; при чемъ ложкою уже нельзя работать потому, что при подъемѣ инструмента эти рыхлыя породы сваливаются съ ложки обратно въ скважину.

Когда стѣнки скважины оползаютъ и, вообще, при болѣе значительныхъ глубинахъ (свыше 6 саж.), слѣдуетъ ихъ *закрѣплять* трубами.

Для этого въ углубленную скважину опускаютъ осторожно звена закрѣпительной трубы *з*, свинчивая ихъ плотно другъ съ другомъ помощью зажимныхъ хомутовъ *Т*. Первоначально

на нижнее звено (снабженное на нижнем концѣ зубчатымъ башмакомъ *m*), насаживаютъ хомутъ и осторожно опускаютъ въ скважину, поворачивая въ правую сторону. Тогда на другое звено насаживаютъ второй хомутъ и, поставивъ звено отвѣсно, свинчиваютъ его съ опущеннымъ въ скважину звеномъ; снимаютъ нижній хомутъ и опускаютъ трубу ниже.

Наращиваніе и опусканіе продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока оно идетъ совершенно свободно.

Послѣ чего опускаютъ въ скважину ложку, желонку или долото (смотря по породѣ) для очистки, при чемъ слѣдуетъ обращать особенное вниманіе, чтобы ложки или долото всегда работали ниже, чѣмъ башмакъ *m* нижняго звена закрѣпительной трубы и, при томъ, свободно, не зажимаясь внутри этой трубы: иначе при вращеніи ложки вмѣстѣ съ нею можетъ поворачиваться и звено закрѣпительной трубы, которая тогда развинтится, и часть ея останется въ землѣ, откуда ее трудно вынуть.

Закрѣпленіе скважины производится постепенно, по мѣрѣ углубленія ея. Если при этомъ закрѣпительная труба садится сама на ложку или долото, то для задержанія самовольнаго опусканія, мѣшающаго углубленію, эту трубу задерживаютъ хомутомъ *л*, состоящимъ изъ двухъ деревянныхъ брусковъ, положенныхъ на землю и зажатыхъ на трубу двумя болтами. Торопиться съ закрѣпленіемъ скважины никогда не слѣдуетъ. Обсадную трубу надо осаживать лишь тогда, когда скважина заплываетъ или на буръ начинается обваливаться порода изъ стѣнокъ.

Вышеописанная операція буренія хотя и очень проста, но требуетъ для углубленія много времени, особенно, если буреніе идетъ въ твердыхъ породахъ или мокрыхъ пескахъ и глинахъ.

Тамъ, гдѣ время дорого и гдѣ требуется углубленіе болѣе глубокихъ скважинъ, необходимо примѣнить: *буреніе съ промывкою скважинъ водою и съ постепеннымъ ихъ закрѣпленіемъ,*

которое мы считаемъ самымъ совершеннымъ и удобопримѣнимымъ во всѣхъ случаяхъ буренія.

Производится оно слѣдующимъ образомъ:

Углубивъ скважину на 1 до 2 саж. и закрѣпивъ способомъ, описаннымъ выше, опускаютъ въ нее буровую штангу *г* (см. табл. III), на нижній конецъ которой навинчена штанга съ долотомъ *Н*. На верхній конецъ буровой штанги (выступающей болѣе чѣмъ на 2 сажени выше устья скважины) надѣваютъ новое звено *г* закрѣпительной трубы, снабдивъ ее подтрубкомъ *о*.

Предварительно на это звено надѣваютъ полубоченокъ *в* съ дырами: въ днѣ и въ боковой стѣнкѣ. Чтобы полубоченокъ не могъ свободно опускаться внизъ по трубѣ, подъ дно его насаживаютъ хомутъ *д*. Подтрубокъ *р*, вставленный въ стѣнку полубоченка, отводится въ колодецъ или, помощью желоба, въ сторону.

На выступающій конецъ штанги *г* навинчиваютъ сальникъ *н*, съ ушкомъ *у*, подвѣшеннымъ къ крюку каната *к*.

Подтрубокъ *п* сальника *н* соединяютъ съ гуттаперчевымъ рукавомъ *з*, насаженнымъ на давящую трубку насоса.

При дѣйствіи насоса, вода поднимается вверхъ по гуттаперчевой трубкѣ *з*, входитъ по сальнику въ пустотѣльную штангу *г*, по ней опускается ко дну скважины, въ которую вытекаетъ черезъ боковыя отверстія въ долотѣ, выполняетъ скважину, поднимается по закрѣпительной трубѣ *г*, входитъ въ полубоченокъ *в*, и возвращается въ колодецъ, гдѣ отстаивается отъ унесенныхъ изъ скважины частицъ породы.

Такимъ образомъ, вода можетъ дѣлать круговоротъ и служить постоянно для буренія, при незначительномъ пополненіи потери отъ просачиванія въ стѣнкахъ скважины (если она сухая).

Когда недостатка въ водѣ нѣтъ, тогда можно обойтись безъ колодца и воду, выходящую изъ скважины, спускать прочь.

Если въ данной точкѣ имѣется вода съ напоромъ, напр.

водопроводъ, то достаточно соединить рукавъ 1 съ трубкою водопровода и тогда нѣтъ надобности въ насосѣ и ящикѣ.

Зимою, во время морозовъ, надо нагрѣвать воду (до температуры не выше 60°, иначе насосъ забираетъ ее съ трудомъ).

Установивъ надлежащее теченіе воды по скважинѣ, приступаютъ къ буренію. Начинаютъ понемногу шевелить инструментъ вверхъ и внизъ при помощи каната, при чемъ штангу поворачиваютъ *въ правую* сторону (зажимнымъ хомутомъ *х*). Если въ днѣ скважины мягкая порода (глина и песокъ), то величина подъема инструмента должна быть незначительна, чтобы инструментъ не застрѣдалъ въ днѣ скважины. Чѣмъ плотнѣе порода, тѣмъ подъемъ инструмента больше. Штангу надо поворачивать на $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{10}$ части полного оборота. Чѣмъ порода тверже, тѣмъ поворотъ меньше.

Изъ полубоченка стекаетъ грязная вода, уносящая изъ дна скважины частицы разбуренной породы: крупность выносимыхъ частицъ тѣмъ больше, чѣмъ энергичнѣе качаніе насосомъ ¹⁾. Штанга, по мѣрѣ буренія, опускается: одновременно опускается и закрѣпительная труба. Когда послѣдняя не подается внизъ, то ее слѣдуетъ поворачивать *въ правую* сторону, помощью зажимнаго хомута. Прежде чѣмъ приступить къ наращиванію штангъ или трубъ, необходимо поднять на нѣкоторую высоту весь инструментъ и только тогда прекратить качаніе воды. Тоже самое надо дѣлать при каждой остановкѣ буренія, иначе муть можетъ осѣсть на долото и зажать оное въ скважинѣ.

Операцию наращиванія надо производить возможно скоро, но аккуратно ²⁾, чтобы не останавливать теченія воды на про-

¹⁾ По качеству муты можно судить о свойствахъ пробуриваемой породы. Чтобы получить надлежащую пробу, надо подъ подтрубокъ подставить сѣтку или коробку безъ дна, прикрытую тонкою мѣдною сѣткою или шерстяною (рѣдкою) тканью. Болѣе явственные образчики породы можно получить помощью желонки, или ложки (когда пробуриваютъ глинистыя породы).

²⁾ Во время наращиванія надо всѣ соединенія (винты) аккуратно очищать и смазывать масломъ, нефтяными остатками или другою смазкою.

должительное время. Прежде всего отвинчивают подтрубок о, не останавливая еще качанія воды, и отвинчивают сальникъ отъ штанги *г*. Сальникъ поднимаютъ на канатѣ вверхъ, наращиваютъ звено штанги, на него надѣваютъ звено закрѣпительной трубы и подтрубокъ, на штангу опускаютъ сальникъ и, довинчивая все одновременно, пускаютъ въ ходъ насосъ. При нѣкоторомъ навыкѣ и заблаговременномъ расположеніи подъ руками звень, теченіе воды задерживается не болѣе, чѣмъ на 5 минутъ. Довинчиваніе закрѣпительной трубы и подтрубка можетъ быть произведено во время качанія, при чемъ полубоченокъ поднимаютъ до верхняго конца новаго звена закрѣпительной трубы.

Хомутъ подъ полубоченкомъ долженъ быть сжатъ лишь настолько, чтобы онъ самъ не опускался внизъ. Плотность дна полубоченка достигается прокладкою пенъки или тряпки.

Во время буренія съ промывкою скважины, работу углубленія приходится пріостанавливать и штангу вынимать только въ слѣдующихъ случаяхъ:

1. Когда теченіе воды остановится отъ закупориванія отверстій въ долотѣ, что можетъ случиться при невнимательной работѣ, если приборъ слишкомъ сильно врѣжется въ глинистое дно скважины.

2. Когда лезвіе долота иступится отъ продолжительной работы въ твердыхъ породахъ.

3. Когда надо долото замѣнить другимъ наконечникомъ (ложкою, желонкою и т. п., какъ сказано выше), и

4. Когда дѣйствіе насоса надо остановить на болѣе продолжительное время, въ которое вся муть (песчанистая) можетъ осѣсть на дно и занести инструментъ толстымъ слоемъ. Впрочемъ, послѣднее можно избѣжать, продолжая качаніе воды (послѣ остановки буренія) до тѣхъ норъ, пока изъ скважины не пойдетъ свѣтлая вода безъ мутн.

Вытаскиваніе штанги изъ скважины надо производить весьма осторожно и не торопясь. Можно сразу поднимать по

5 звень, пропуская ихъ верхніе концы между ногъ копра и устанавливая нижніе концы вблизи устья скважины на чистомъ мѣстѣ, чтобы не засорялись землею (лучше подкладывать доски).

Когда буреніе скважины окончено, тогда вынимаютъ за разъ по одному звену штанги, чтобы избѣгнуть развинчиванія на поверхности, для чего потребовалось-бы класть штанги на полъ, при чемъ онѣ гнутся.

При подъемѣ надо соблюдать, чтобы штанга не упала въ скважину. Нужно быть особенно осторожнымъ во время развинчиванія. Прежде чѣмъ приступить къ послѣднему, надо подъ муфту подложить зажимной хомутъ и при подъемѣ отпустить его лишь настолько, чтобы штанга скользила въ его отверстіи.

Еще большую аккуратность слѣдуетъ соблюдать при опусканіи штанги. Не надо отпускать хомута, зажатаго подъ муфту, до тѣхъ поръ, пока не одѣтъ другой хомутъ подъ вышележащую муфту.

Рѣзбы завинчивать плотно и аккуратно, и каждый разъ тщательно осматривать, не износились-ли онѣ?

Когда часть штанги упадетъ въ скважину или когда штанга сломается, тогда надо на оставшуюся на верху часть штанги насадить мѣчикъ, опустить въ скважину, стараясь попасть конусомъ во внутрь штанги (что не трудно замѣтить). Тогда, крѣпко нажимая къ низу, вращаютъ въ правую сторону, чтобы часть конуса ввинтить въ верхній конецъ упавшей штанги, послѣ чего ее осторожно вытаскиваютъ изъ скважины.

При вытаскиваніи закрѣпительныхъ трубъ, на верхнее звено одѣваютъ зажимные хомуты накрестъ и, поворачивая только *вправо*, поднимаютъ вверхъ. Если трубы не поддаются, то хомуты закрѣпляютъ низко у земли (устья), подставляютъ концы деревянныхъ рычаговъ, упирая ихъ на обрубки или камни, и, осторожно нажимая на свободные концы рычаговъ, поднимаютъ трубы вверхъ.

Не слѣдуетъ дѣйствовать слишкомъ усердно, а лучше терпѣливо и равномерно поворачивать за ручки хомутовъ, подтягивая къверху, причемъ труба расшевелится и легко выйдетъ изъ скважины. Необходимо обращать вниманіе, чтобы трубы, опускаемыя въ скважину, были плотно свинчены.

Развѣдка въ очень твердыхъ породахъ помощью алмазнаго буренія.

Развѣдочное буреніе въ твердыхъ породахъ помощью долотчатаго бура имѣетъ много недостатковъ, изъ которыхъ наиболѣе существенные—трудность полученія хорошихъ образцовъ пробуриваемыхъ породъ и медленность прохода скважины, особенно въ кварцевыхъ породахъ. Поэтому развѣдки въ твердыхъ и очень твердыхъ породахъ помощью означеннаго инструмента идутъ тихо, обходятся сравнительно дорого, и въ случаѣ надобности полученія хорошихъ образчиковъ буреніе должно быть замѣнено дорогостоящимъ шурфованіемъ.

Для устраненія этого неудобства необходимо примѣнять алмазное буреніе, дающее прекрасные образчики (колонки) проходимыхъ породъ при сравнительно быстрой работѣ.

Ручные буровыя станки, какъ американскіе, такъ и нѣмецкіе, наиболѣе распространенные въ настоящее время, имѣютъ слѣдующіе недостатки:

1. Ненадежность дѣйствія. Вращательное движеніе и подача впередъ бура совершается посредствомъ винта, дѣйствіе котораго, какъ независимое отъ твердости породъ, не можетъ быть регулируемо; въ очень твердыхъ породахъ, или при задержкѣ отъ неисправности рвателя, при слишкомъ быстрой подачѣ и сильномъ нажатіи (американскіе станки) раздавливаются алмазы, въ болѣе же мягкихъ породахъ, вслѣдствіе слишкомъ тихой подачи, скорость буренія очень мала.

2. Медленность буренія (англійскіе, нѣмецкіе и шведскіе станки). Когда буровая штанга подается на всю длину хода

внизъ (около 2 футовъ), винтъ нужно вращать въ обратную сторону, на что требуется довольно много времени. При выниманіи буровой штанги необходимо передвигать всю платформу, загромаждающую устье скважины, и потомъ опять ее устанавливать.

3. Сложность конструкціи, значительный вѣсъ и непортативность станковъ.

4. Дороговизна и трудность полученія ихъ въ короткій срокъ, въ виду необходимости выписки ихъ изъ-за границы.

Независимо отъ этихъ недостатковъ, присущихъ собственно конструкціи указанныхъ станковъ, весьма существенны еще недостатки отъ примѣнявшихся по настоящее время способовъ закрѣпленія алмазовъ; результатомъ чего является:

5. Дороговизна коронокъ и необходимость умѣлаго обращенія со вставкою новыхъ алмазовъ, вообще несовершенною.

6. Необходимость примѣненія крупныхъ алмазовъ (1 каратъ и болѣе), цѣна которыхъ за послѣднее время быстро увеличивается и доходить до 150 р. за каратъ и выше, и полученіе которыхъ даже и за эту цѣну не всегда возможно.

7. Частое вынаденіе и раскрашиваніе крупныхъ алмазовъ, особенно въ трещиноватыхъ и неоднородныхъ породахъ.

Всѣ эти недостатки были настолько чувствительны, что, несмотря на крайнюю иногда необходимость примѣненія алмазнаго буренія, приходилось обходиться безъ него въ большинствѣ развѣдокъ или отказываться отъ развѣдокъ въ твердыхъ породахъ.

Послѣ продолжительныхъ испытаній, спроектированный и построенный мною ручной буровой станокъ не имѣетъ вышеуказанныхъ недостатковъ и удовлетворяетъ всѣмъ требованіямъ развѣдокъ въ твердыхъ породахъ. Устройство его въ высшей степени просто; оно основано на принципѣ свободной уравниваемой штанги и на примѣненіи коронокъ съ мелкими алмазами.

Инструментъ состоитъ изъ: собственно станка, штангъ и бурового цилиндра (см. табл. V).

Станокъ (черт. I). Буровой станокъ состоитъ изъ двухъ валиковъ *aa*, снабженныхъ ручками и зубчатками *bb*. Последнія сдѣляются съ шестернею *c*, насаженною на втулкѣ *d*, которая вращается въ откидывающейся (по желанію) платформѣ *f*. Втулка снабжена желобомъ для шпонки, отлитой вмѣстѣ съ бронзовою трубкою *g*; последняя снабжена въ верхней части тремя зажимными винтами *h* для соединенія буровой штанги *qq* съ трубкою. Такимъ образомъ, при вращеніи рукоятокъ, буровая штанга, зажата винтами въ трубкѣ *g*, можетъ вмѣстѣ съ нею свободно опускаться внизъ и одновременно вращаться вмѣстѣ съ зубчатыми колесами. Откидывающаяся платформа укрѣплена на втулкахъ *i* валиковъ *a*, помощью двухъ колецъ *k*, зажимаемыхъ на этихъ втулкахъ винтами. Поворачивая эти кольца на втулкахъ вмѣстѣ съ платформою, можно втулку платформы вмѣстѣ со штангою устанавливать подъ желаемымъ угломъ къ горизонту.

Втулки валиковъ насажены на двѣ пары трубчатыхъ ногъ *l* и *l*, которыя на шарнирахъ укрѣплены въ прочной рамѣ *M*. Вынувъ болтъ переднихъ ногъ и снявъ ихъ съ шарнира, можно весь станокъ положить на раму, при чемъ станокъ дѣлается весьма удобнымъ для переноски и упаковки.

Штанги. Штанги состоятъ: 1) изъ собственно штангъ—пустотѣлыхъ, гладкихъ снаружки и соединенныхъ между собою помощью внутреннихъ втулокъ съ трапециoidalной рѣзбой и 2) изъ верхняка, составленнаго изъ кольцевой подвѣски *n*, со скобою *o*, и сальника *r*; верхнякъ снабженъ лѣвыми рѣзбами для устраненія отвинчиванія; верхній конецъ верхней штанги тоже снабженъ лѣвою рѣзбою съ наружною муфтою.

Верхнякъ снабженъ двумя крюками *p* для подвѣски тяжестей, на случай необходимости болѣе сильнаго давленія на дно скважины, если вѣсъ штанги не достаточенъ (въ неглубокихъ скважинахъ). Къ этимъ же крюкамъ привязываются веревки съ грузами, перекинутыми черезъ блоки для производ-

ства надлежащаго нажима въ случаѣ буренія по горизонтальному или наклонному направленію.

Буровой цилиндръ *т* состоитъ изъ колонковаго цилиндра и коронки съ рвателемъ. Колонковый цилиндръ соединяется помощью переводной муфты со штангою. На нижнюю часть цилиндра навинчивается коронка *т* (черт. II) (вездѣ трапецидальная рѣзба). Коронка въ верхней части имѣетъ внутри поверхность усѣченного пологоаго конуса, обращеннаго широкимъ основаніемъ вверхъ. На этой поверхности покоится рватель, представляющій коническое разрѣзанное кольцо, снабженное внутри выступами. Выбуриваемая колонка породы входитъ въ этотъ рватель, раздвигая его немного, при чемъ онъ подвигается вмѣстѣ съ колонкою породы до верхней, болѣе широкой части коронки, гдѣ задерживается выступомъ, а колонка проходитъ далѣе въ колонковую трубу. При подъемѣ штанги рватель, сидящій на колонкѣ породы, входитъ въ суженную часть конуса коронки, при чемъ зажимаетъ все сильнѣе колонку и отрываетъ ее при дальнѣйшемъ подъемѣ штанги.

Вода для промывки скважины проводится помощью резинового рукава, который соединяется съ верхней частью штанги посредствомъ сальника верхняка.

Насосъ для накачиванія воды работаетъ независимо отъ вращенія штанги, что даетъ возможность пускать воду въ желаемомъ количествѣ какъ во время вращенія штанги, такъ и при остановкѣ ея. Этотъ способъ провода воды имѣетъ значительное преимущество передъ проводомъ въ нѣмецкихъ станкахъ, гдѣ насосъ приводится въ движеніе отъ эксцентрика, насаженнаго на рабочій валикъ, такъ что вода можетъ поступать въ скважину только во время вращенія штанги. Ручное вращеніе штангъ легко замѣнить машиннымъ, если снять съ валика рукоятки и насадить шкивъ.

Скорость работы описаннаго станка, сравнительно съ нѣмецкими и американскими станками, при породахъ одинаковой твердости, болѣе значительна.

Коронка. Одно изъ самыхъ существенныхъ улучшеній въ описываемомъ ручномъ станкѣ составляетъ способъ вставки алмазовъ въ коронку.

Многочисленные, извѣстные до сихъ поръ, способы вставки алмазовъ (какъ заливка, зачеканка и задѣлка во вдавливаемые въ коронку цилиндрики) оказываются непрактичными. Эти способы требуютъ довольно крупныхъ, а слѣдовательно и дорогихъ алмазовъ (не менѣе одного карата), и не позволяютъ насаживать алмазы густо. При этомъ крайніе алмазы укрѣпляются слабо, а между тѣмъ они подвергаются наиболѣе сильному выкрашиванію. Примѣняемый мною способъ вставки алмазовъ (по патенту, приобрѣтенному отъ Ланге на всю Имперію) состоитъ въ слѣдующемъ. Въ торцѣ стального ¹⁾ бруска высверливаютъ углубленіе по величинѣ вставляемаго алмаза и, нагрѣвъ этотъ конецъ до бѣлаго каленія, быстро вставляютъ въ углубленіе алмазъ, обернутый къ тонкую (0,02 mm.) стальную пластинку, покрытую сварнымъ порошкомъ (schweisspulver), послѣ чего тотчасъ же конецъ бруска съ алмазомъ вставляютъ въ сильный спеціальныи прессъ, помощью котораго алмазъ зажимается въ сталь бруска, сваривающуюся съ окружающею алмазъ пластинкою. Такимъ образомъ алмазъ до того плотно задѣлывается въ стальную массу бруска, что остается въ ней какъ бы залитый сталью. Кусокъ бруска съ алмазомъ обрѣзываютъ и обдѣлываютъ напильникомъ по желаемой формѣ для вставки этого куска въ коронку ²⁾.

Въ нижней части коронки продѣлываютъ отверстія по формѣ кусковъ стали съ алмазами ³⁾, куда и вставляютъ эти куски. При этомъ можно всегда подобрать куски такимъ обра-

¹⁾ Примѣняется спеціальныи сортъ стали.

²⁾ При такомъ способѣ вставки алмазовъ не случается никогда ихъ выпаденіе. Они и въ самыхъ тяжелыхъ случаяхъ искрашиваются или же изнашиваются до конца. Для выемки алмаза изъ коронки необходимо ее растворять въ кислотѣ, иначе вынуть безъ поврежденія алмаза нельзя.

³⁾ Тронецкойдальной или цилиндрической формы.

зомъ, что алмазы выступать наружу. Средніе алмазы вставляють въ цилиндрическіе куски, которые плотно заѣмываютъ въ цилиндрическія углубленія, высверливаемые въ коронкѣ; также поступаютъ и съ боковыми алмазами *ff*. Наконецъ, всѣ щели и неровности заливаютъ оловомъ.

Изготовленная такимъ образомъ коронка изъ алмазовъ, вѣсомъ около $\frac{1}{2}$ карата каждый, представляетъ до того прочное устройство, что при работѣ всѣ алмазы изнашиваются до конца почему не требуется частаго ремонта (вставки новыхъ алмазовъ). Число алмазовъ въ коронкѣ наружнаго діам. 48 мм. обыкновенно 18, изъ которыхъ 6 боковыхъ. Такая коронка, прикасающаяся ко дну скважины многими точками, не боится трещинъ и твердыхъ выступовъ въ породѣ; почему работаетъ одинаково хорошо какъ въ однородныхъ, такъ и неоднородныхъ породахъ. Весьма важную роль играютъ боковые алмазы, которые выравниваютъ стѣнки скважины и удерживаютъ ея діаметръ постояннымъ даже тогда, когда нижніе наружные алмазы сильно уже износились.

Описанный способъ закрѣпленія алмазовъ настолько простъ, что при примѣненіи его въ Россіи, работу эту можетъ исполнять всякій порядочный слесарь въ мастерской ¹⁾.

Буреніе скважинъ помощью ручного алмазнаго бура производится слѣдующимъ способомъ:

1. Когда скважина начинается буреніемъ въ твердой породѣ съ самой поверхности земли, тогда необходимо въ этой породѣ пробурить обыкновеннымъ плоскимъ долотомъ цилиндрическую ямку такую, чтобы коронка могла въ ней свободно помѣститься. Глубина такой ямки должна быть около полу-дюйма. Эта направляющая ямка должна быть сдѣлана для того, чтобы при буреніи коронка не сходила съ мѣста при чемъ могутъ выкрошиваться алмазы.

¹⁾ Когда нѣтъ по близости мастерской, тогда проще имѣть запасную коронку на время пересылки изношенной коронки для исправленія.

2. Когда скважина уже пробурена въ мягкихъ породахъ до нѣкоторой глубины, тогда ее надо закрѣпить обсадною трубою обыкновеннаго инструмента для ударнаго буренія; діаметръ этой трубы не долженъ быть болѣе двухъ съ четвертью дюймовъ.

3. Когда скважина, пробуренная до твердой породы, имѣетъ діаметръ болѣе $2\frac{1}{4}$ дюймовъ, тогда надо во днѣ ея пробурить плоскимъ долотомъ ямку, подобно тому, какъ въ первомъ случаѣ.

Устроивъ дно скважины надлежащимъ образомъ, устанавливаютъ станокъ. Для чего заносятъ раму станка и ставятъ ее такимъ образомъ, чтобы ось бронзовой трубки *g* (поставленной отвѣсно или по направленію буренія) совпала съ центромъ дна скважины или ямки.

Тогда въ трубку *g* вставляютъ первую штангу ¹⁾ и закрѣпляютъ ее тремя зажимными винтами *h* по срединѣ трубки и такимъ образомъ, чтобы нижній конецъ штанги едва выступалъ наружу. Въ этотъ конецъ штанги ввинчиваютъ колонковый (короткій) цилиндръ и ввинченную въ него коронку съ рвателемъ.

Тогда на верхнюю часть штанги навинчиваютъ верхнякъ съ сальникомъ *r*. На подтрубокъ сальника насаживаютъ конецъ резинового рукава насоса, который устанавливаютъ при ящикѣ или боченкѣ съ водою. Предварительно сальникъ и всѣ части станка смазываютъ какимъ-либо (лучше минеральнымъ) масломъ, а зубцы колесъ посыпаютъ еще графитомъ.

Тогда помощью насоса пускаютъ черезъ инструментъ небольшую струю воды, которую только по временамъ усиливаютъ.

Станокъ же приводится во вращальное движеніе, при томъ непремѣнно въ правую сторону, т. е. такимъ образомъ, чтобы, смотря сверху на вращающуюся коронку или штайгу, видно

¹⁾ Первою штангою называется штанга, имѣющая въ одномъ концѣ трапециoidalную рѣзбу, а на другомъ (верхнемъ) трехугольную, обыкновенную лѣвую.

было, что онѣ возвращаются по направленію вращенія часовой стрѣлки. Иначе штанга можетъ развернуться.

Чтобы сальникъ не вращался вмѣстѣ со штангою, необходимо его привязывать веревкой къ треногѣ или удерживать рукою.

Тренога, примѣняемая при буреніи скважинъ помощью алмазнаго буренія, можетъ быть весьма простой конструкціи, изъ трехъ ногъ обшитыхъ досками, подобно той, которая примѣняется при буреніи болѣе глубокихъ развѣдочныхъ скважинъ.

Необходимо наблюдать, чтобы вода постоянно поступала въ скважину.

Когда глубина скважины очень большая (свыше 100 футовъ) тогда надо уравнивать штанги, укрѣпляя къ цѣпи или канату (перекинутому черезъ верхній блокъ къ лебедкѣ или къ ногѣ треноги) мѣшокъ, корзину или ящикъ, въ который накладывается грузъ послѣ наращиванія штанги.

Послѣ углубленія скважины на величину, не болѣе длины колонковаго цилиндра, инструментъ поднимаютъ, коронку отвинчиваютъ и вынимаютъ колонку пробуренной породы.

Въ скважину, углубленную до 7 и болѣе футовъ, вмѣсто короткаго опускаютъ длинный колонковый цилиндръ и уже имъ бурятъ дальше, вынимая штанги изъ скважины каждые шесть футовъ.

Буреніе надо тотчасъ прекратить, инструментъ вынуть и коронку осмотрѣть, какъ только при буреніи почувствуется дрожаніе штанги или когда насосомъ нельзя болѣе накачивать воду въ скважину.

Если послѣ осмотра коронки окажется, что выкрошился алмазь, то въ скважину надо опустить однѣ штанги и сильною струею воды вымыть части алмаза или, если это не удастся, надо дно пустой коронки или желонки (если она имѣется) залить воскомъ и осторожно опустить на дно сква-

жины. Тогда частицы алмаза, оставшіяся въ скважинѣ, приклеятся къ восковому дну и могутъ быть вытащены. Еще проще, въ штангу забить крѣпко деревянный цилиндрикъ съ неровнымъ дномъ, залитымъ воскомъ, и опустить въ дно скважины.

Послѣ каждого подъема инструмента изъ скважинъ надо осмотрѣть дно коронки.

Скважины въ трещиноватыхъ породахъ, въ которыя уходитъ вода или изъ которыхъ вываливаются куски породы, слѣдуетъ, какъ доказали мои опыты, заливать гидравлическимъ цементомъ, и, подождавъ нѣсколько дней, пробурить затвердѣвшій цементъ, что дѣлается очень быстро.

Несмотря на громадную разницу въ цѣнѣ черныхъ и бѣлыхъ алмазовъ, для буренія слѣдуетъ примѣнять только первые. Бѣлые алмазы, пожалуй, можно вставлять по срединѣ дна большихъ коронокъ.

Причиною негодности—кристаллическое сложеніе бѣлыхъ алмазовъ, которые покрыты только тоненькою твердою коркою. Когда эта корка изотрется, тогда середина бѣлаго алмаза искривается отъ малѣйшаго тренія. Черные же алмазы имѣютъ по всей массѣ одинаковую шлакообразную структуру, хотя часто и пористую, но не кристаллическаго сложенія.

Таблица тригонометрических величин.

Sinus.

Углы.	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0°	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01454	59
1	0,01745	0,02036	0,02327	0,02618	0,02908	0,03199	58
2	0,03490	0,03781	0,04071	0,04362	0,04653	0,04943	57
3	0,05234	0,05524	0,05814	0,06105	0,06395	0,06685	56
4	0,06976	0,07266	0,07556	0,07846	0,08136	0,08426	55
5	0,08716	0,09005	0,09295	0,09585	0,09874	0,10164	54
6	0,10453	0,10742	0,11031	0,11320	0,11609	0,11898	53
7	0,12198	0,12476	0,12764	0,13053	0,13341	0,13629	52
8	0,13917	0,14205	0,14493	0,14781	0,15069	0,15356	51
9	0,15643	0,15931	0,16218	0,16505	0,16792	0,17078	50
10	0,17365	0,17651	0,17937	0,18224	0,18509	0,18795	49
11	0,19081	0,19366	0,19652	0,19937	0,20222	0,20507	48
12	0,20791	0,21076	0,21360	0,21644	0,21928	0,22212	47
13	0,22495	0,22778	0,23062	0,23345	0,23627	0,23910	46
14	0,24192	0,24474	0,24756	0,25038	0,25320	0,25601	45
15	0,25882	0,26163	0,26443	0,26724	0,27004	0,27284	44
16	0,27564	0,27843	0,28123	0,28402	0,28680	0,28959	43
17	0,29237	0,29515	0,29793	0,30071	0,30348	0,30625	42
18	0,30902	0,31178	0,31454	0,31730	0,32006	0,32282	41
19	0,32557	0,32832	0,33106	0,33381	0,33655	0,33929	40
20	0,34202	0,34475	0,34748	0,35021	0,35293	0,35565	39
21	0,35837	0,36108	0,36379	0,36650	0,36921	0,37191	68
22	0,37461	0,37730	0,37999	0,38268	0,38537	0,38805	67
23	0,39073	0,39341	0,39608	0,39875	0,40141	0,40408	66
24	0,40674	0,40939	0,41204	0,41469	0,41734	0,41998	65
25	0,42262	0,42525	0,42788	0,43051	0,43313	0,43575	64
26	0,43837	0,44098	0,44359	0,44620	0,44880	0,45140	63
27	0,45399	0,45658	0,45917	0,46175	0,46433	0,46690	62
28	0,46974	0,47204	0,47460	0,47716	0,47971	0,48226	61
29	0,48481	0,48735	0,48989	0,49242	0,49495	0,49748	60
30	0,50000	0,50252	0,50503	0,50754	0,51004	0,51254	59
31	0,51504	0,51753	0,52002	0,52250	0,52498	0,52745	58
32	0,52992	0,53238	0,53484	0,53730	0,53975	0,54220	57
33	0,54464	0,54708	0,54951	0,55194	0,55436	0,55678	56
34	0,55919	0,56160	0,56401	0,56641	0,56880	0,57119	55
35	0,57358	0,57596	0,57833	0,58070	0,58307	0,58543	54
36	0,58779	0,59014	0,59248	0,59482	0,59716	0,59949	53
37	0,60182	0,60414	0,60645	0,60876	0,61107	0,61337	52
38	0,61566	0,61795	0,62024	0,62251	0,62479	0,62706	51
39	0,62932	0,63158	0,63383	0,63608	0,63832	0,64056	50
40	0,64279	0,64501	0,64723	0,64945	0,65166	0,65388	49
41	0,65606	0,65825	0,66044	0,66262	0,66480	0,66697	48
42	0,66913	0,67129	0,67344	0,67559	0,67773	0,67987	47
43	0,68200	0,68412	0,68624	0,68835	0,69046	0,69256	46
44	0,69466	0,69675	0,69883	0,70091	0,70298	0,70505	45
45	0,70711						
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	Углы.

Cosinus.

Таблица тригонометрических величинъ.

Cosinus.

Углы.	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0°	1,00000	1,00000	0,99998	9,99996	0,99993	0,99980	89°
1	0,89985	0,99979	0,99973	0,99966	0,99958	0,99949	88
2	0,99939	0,99929	0,99917	0,99905	0,99892	0,99878	87
3	0,99863	0,99847	0,99831	0,99813	0,99795	0,99776	86
4	0,99756	0,99736	0,99714	0,99692	0,99668	0,99644	85
5	0,99619	0,99594	0,99567	0,99540	0,99511	0,99482	84
6	0,99452	0,99421	0,99390	0,99357	0,99324	0,99290	83
7	0,99255	0,99219	0,99182	0,99144	0,99106	0,99067	82
8	0,99027	0,98986	0,98914	0,98902	0,98856	0,98814	81
9	0,08769	0,98723	0,98676	0,98629	0,98580	0,98531	80
10	0,98481	0,98430	0,98378	0,98325	0,98272	0,98218	79
11	0,98163	0,98107	0,97050	0,97992	0,97934	0,97875	78
12	0,97815	0,97754	0,97692	0,97630	0,97566	0,97502	77
13	0,97437	0,97371	0,97304	0,97237	0,97169	0,97100	76
14	0,97030	0,96959	0,96887	0,96815	0,96742	0,96667	75
15	0,96593	0,96517	0,96440	0,96363	0,96285	0,96206	74
16	0,96126	0,96046	0,95964	0,95882	0,95799	0,95715	73
17	0,95635	0,95545	0,95459	0,95372	0,95284	0,95195	72
18	0,95106	0,95015	0,94924	0,94832	0,94740	0,94646	71
19	0,94542	0,91457	0,94361	0,94264	0,94167	0,94068	70
20	0,93969	0,93869	0,93769	0,93667	0,93565	0,93462	69
21	0,93358	0,93253	0,93148	0,93042	0,92935	0,92827	68
22	0,92718	0,92609	0,92499	0,92388	0,92276	0,92164	67
23	0,92050	0,91936	0,91822	0,91706	0,91590	0,91472	66
24	0,91355	0,91236	0,91116	0,90996	0,90875	0,90753	65
25	0,90631	0,90507	0,90383	0,90259	0,90133	0,90007	64
26	0,89879	0,89752	0,89623	0,89493	0,89363	0,89232	63
27	0,89101	0,88968	0,88835	0,88701	0,88566	0,88431	62
28	0,88295	0,88158	0,88020	0,87882	0,87743	0,87603	61
29	0,87462	0,87321	0,87178	0,87036	0,86892	0,86748	60
30	0,86603	0,86457	0,86310	0,86163	0,86015	0,85866	59
31	0,85717	0,85567	0,85416	0,85264	0,85112	0,84959	58
32	0,84805	0,84650	0,84495	0,84339	0,84182	0,84025	57
33	0,83867	0,83708	0,83549	0,83389	0,83228	0,83066	56
34	0,82904	0,82741	0,82577	0,82413	0,82248	0,82082	55
35	0,81915	0,81748	0,81580	0,81412	0,81242	0,81072	54
36	0,80904	0,80730	0,80558	0,80386	0,80212	0,80038	53
37	0,79864	0,79688	0,79512	0,79335	0,79158	0,78980	52
38	0,78801	0,78622	0,78442	0,78261	0,78079	0,77897	51
39	0,77715	0,77531	0,77347	0,77162	0,76977	0,76791	50
40	0,76604	0,76417	0,76229	0,76041	0,75852	0,75661	49
41	0,75471	0,75280	0,75088	0,74896	0,74703	0,74509	48
42	0,74314	0,74120	0,73924	0,73728	0,73531	0,73333	47
43	0,73135	0,72937	0,72737	0,72537	0,72337	0,72136	46
44	0,71934	0,71732	0,71520	0,71325	0,71121	0,70916	45°
45	0,70711						
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	Углы.

Sinus.

Таблица тригонометрических величин.

Cotangens.

Углы.	0'	10	20'	30'	40'	50'	
0°	∞	343,77371	171,88540	114,58865	85,93979	68,75009	89°
1	57,28993	49,10388	42,96408	38,18846	34,36777	31,24158	88
2	28,63625	26,43160	24,54176	22,90377	21,47040	20,20555	87
3	19,08114	18,07498	17,16934	16,34986	15,60478	14,92442	86
4	14,30067	13,72674	13,19688	12,34986	12,70621	11,82617	85
5	11,43005	11,05943	10,71191	10,38540	10,07803	9,78817	84
6	9,51436	9,21530	9,00983	8,77689	8,55555	8,34496	83
7	8,14435	7,95302	7,77035	7,59575	7,42871	7,26873	82
8	7,11537	6,96823	6,82694	6,69119	6,56055	6,43484	81
9	6,31375	6,19703	6,08444	5,97576	5,87080	5,76937	80
10	5,67128	5,57638	5,48451	5,39552	5,30928	5,22566	79
11	5,14455	5,06584	4,98940	4,91516	4,84300	4,77287	78
12	4,70463	4,63824	4,57363	4,51071	4,44942	4,38669	77
13	4,33148	4,27471	4,21935	4,16530	4,11256	4,06107	76
14	4,01078	3,96165	3,91364	3,86671	3,82083	3,77595	75
15	3,73205	3,68909	3,64705	3,60588	3,56557	3,52609	74
16	3,48741	3,44951	3,41236	3,37594	3,34023	3,30521	73
17	3,27085	3,23714	3,20406	3,17159	3,13972	3,10842	72
18	3,07768	3,04749	3,01783	2,98868	2,96004	2,93189	71
19	2,90421	2,87700	2,85023	2,82391	2,79801	2,77254	70
20	2,74748	2,72281	2,69853	2,67462	2,65100	2,62791	69
21	2,60509	2,58261	2,56046	2,52865	2,51715	2,49597	68
22	2,47509	2,45451	2,43422	2,41421	2,39449	2,37504	67
23	2,35585	2,33693	2,31826	2,29984	2,28167	2,26373	66
24	2,24604	2,22857	2,21132	2,19430	2,17749	2,16090	65
25	2,14451	2,12832	2,11233	2,09654	2,08094	2,06553	64
26	2,05030	2,03526	2,02039	2,00569	1,99116	1,97680	63
27	1,96261	1,94858	1,93470	1,92098	1,90741	1,88400	62
28	1,88072	1,86760	1,85462	1,84177	1,82906	1,81649	61
29	1,80405	1,79174	1,77945	1,76749	1,75556	1,74375	60
30	1,73205	1,72047	1,70901	1,69766	1,68643	1,67730	59
31	1,66428	1,65337	1,64256	1,63185	1,61125	1,61074	58
32	1,60033	1,59002	1,57981	1,56969	1,55966	1,54972	57
33	1,53987	1,53010	1,52043	1,51084	1,50133	1,49190	56
34	1,48256	1,47330	1,46411	1,45501	1,44598	1,43703	55
35	1,42815	1,41934	1,41061	1,40195	1,39336	1,38484	54
36	1,37638	1,36800	1,35968	1,35145	1,34323	1,33511	53
37	1,32703	1,31904	1,31110	1,30323	1,29541	1,18764	52
38	1,27994	1,27230	1,26471	1,25717	1,24966	1,24227	51
39	1,23490	1,22758	1,22755	1,21310	1,20593	1,19882	50
40	1,19175	1,18474	1,17771	1,17085	1,16398	1,15715	49
41	1,15037	1,14363	1,13694	1,13029	1,12369	1,11713	48
42	1,11061	1,10414	1,36940	1,09131	1,08496	1,07864	47
43	1,07237	1,06613	1,05994	1,05378	1,04766	1,04158	46
44	1,03553	1,02952	1,02355	1,01761	1,01260	1,00583	45°
45	1,00000						
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	Углы.

Тангенса.

Таблица тригонометрических величин.

Tangens.

Углы.	0'	10'	20'	30'	40'	50'	
0°	0,00000	0,00291	0,00582	0,00873	0,01164	0,01455	59°
1	0,01746	0,02036	0,02328	0,02619	0,02910	0,03201	58
2	0,03492	0,03783	0,04075	0,04366	0,04658	0,04949	57
3	0,05241	0,05533	0,05824	0,06116	0,06408	0,06700	56
4	0,06993	0,07285	0,07578	0,07870	0,08163	0,08456	55
5	0,08749	0,09042	0,09335	0,09629	0,09923	0,10216	54
6	0,10510	0,10805	0,11099	0,11394	0,11688	0,11983	53
7	0,12278	0,12574	0,12869	0,13165	0,13461	0,13758	52
8	0,14054	0,14351	0,14648	0,14945	0,15243	0,15540	51
9	0,15838	0,16137	0,16435	0,16734	0,17033	0,17333	50
10	0,17633	0,17933	0,18233	0,18534	0,18835	0,19136	79
11	0,19438	0,19740	0,20042	0,20345	0,20648	0,20952	78
12	0,21256	0,21560	0,21864	0,22169	0,22475	0,22781	77
13	0,23087	0,23393	0,23700	0,24008	0,24316	0,24624	76
14	0,24933	0,25242	0,25552	0,25862	0,26172	0,26483	75
15	0,26795	0,27107	0,27419	0,27732	0,28046	0,28360	74
16	0,28675	0,28990	0,29305	0,29621	0,29938	0,30255	73
17	0,30573	0,30891	0,31210	0,31530	0,31850	0,32171	72
18	0,32492	0,32814	0,33136	0,33460	0,33783	0,34108	71
19	0,34433	0,34758	0,35085	0,35412	0,35740	0,36068	70
20	0,36397	0,36727	0,37057	0,37388	0,37720	0,38053	69
21	0,38386	0,38721	0,39055	0,39391	0,39727	0,40065	68
22	0,40403	0,40741	0,41081	0,41421	0,41763	0,42105	67
23	0,42447	0,42791	0,43136	0,43481	0,43828	0,44175	66
24	0,44523	0,44872	0,45222	0,45573	0,45924	0,46227	65
25	0,46631	0,46985	0,47341	0,47698	0,48055	0,48414	64
26	0,48773	0,49134	0,49495	0,49858	0,50222	0,50587	63
27	0,50953	0,51319	0,51688	0,52057	0,52427	0,52798	62
28	0,53171	0,53545	0,53920	0,54296	0,54673	0,55051	61
29	0,55431	0,55812	0,56194	0,56577	0,56961	0,57348	60
30	0,57735	0,58124	0,58513	0,58905	0,59297	0,59619	59
31	0,60086	0,60483	0,60881	0,61280	0,61681	0,62083	58
32	0,62487	0,62892	0,63299	0,63707	0,64117	0,64528	57
33	0,64941	0,65395	0,65771	0,66189	0,66608	0,67028	56
34	0,67451	0,67875	0,68301	0,68728	0,69157	0,69589	55
35	0,70021	0,70455	0,70891	0,71329	0,71769	0,72211	54
36	0,72654	0,73100	0,73547	0,73996	0,74447	0,74900	53
37	0,75355	0,75812	0,76272	0,76733	0,77196	0,77661	52
38	0,78129	0,78598	0,79070	0,79544	0,80020	0,80498	51
39	0,80978	0,81461	0,81946	0,82434	0,82923	0,83314	50
40	0,83910	0,84407	0,84906	0,85408	0,85912	0,86419	49
41	0,86920	0,87441	0,87955	0,88473	0,88992	0,89515	48
42	0,90040	0,90569	0,91099	0,92633	0,92170	0,92709	47
43	0,93252	0,93797	0,94345	0,94896	0,95451	0,96008	46
44	0,96569	0,97133	0,97700	0,98270	0,98843	0,99420	45°
45	1,00000						
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	Углы.

Cotangens.

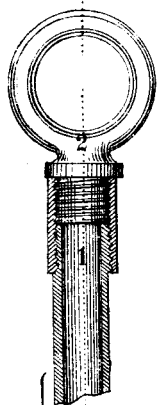


Fig. 6.



Fig. 8.



Fig. 5.

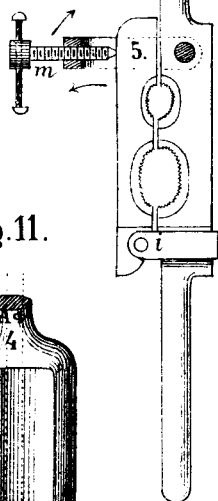


Fig. 7.

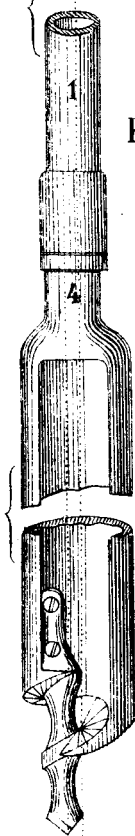


Fig. 10.

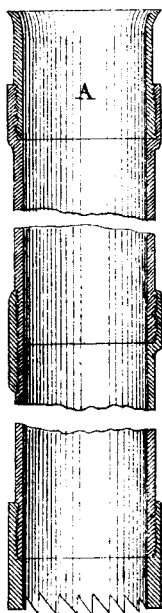


Fig. 9.



Fig. 11.



Fig. 2.



Fig. 1

