

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Рудничное нивеллирование и измерение отвесной глубины шахт.

§ 43. Рудничное нивеллирование. Особенности в очертании рудничных выработок заставляют при нивеллировке последних вести исключительно продольную нивеллировку по ломаным линиям, следуя за изгибами выработок.

Вследствие частых изгибов, отдельные станы здесь получают меньшую длину и отдельные точки нивеллировки совпадают обыкновенно с угловыми точками полигона.

Углы полигона, а также и горизонтальные проекции станов определяются обыкновенно теодолитной с'емкой, почему нивеллировка часто соединяется с этой с'емкой.

Все сказанное относится к выработкам горизонтальным и пологопадающим. В отвесных и крутопадающих выработках, нивеллировка заменяется измерением отвесной глубины этих выработок, что представляется крайне необходимым, когда через них соединяется рудничная нивеллировка с надземной, или нивеллировки различных горизонтов рудников между собою.

Нивеллировка в горизонтальных и пологопадающих выработках производится обыкновенно по способам общего нивеллирования из середины и отличается от подобной нивеллировки на дневной поверхности, главным образом, способом установки нивеллира и устройством реек, приспособленных к работе с освещением их пламенем.

Нивеллир на дневной поверхности устанавливается на штативе и приводится в горизонтальное положение помощью установительных винтов, подобно тому, как это делается при теодолите. В рудниках, вследствие тесноты выработок и зыбкости почвы, лучше устанавливать нивеллир на респорках, к которым иногда привертываются подставки. Лучше употреблять для этих целей подставки, прикрепляемые к стойкам крепи, или к особым вертикальным стойкам, загнанным между кровлей и почвой выработки.

§ 44. Нивеллирные рейки. Особенности рудничных реек состоят в необходимости освещать деление рейки или точку прицела целей и в возможности подвешивать их к потолку выработки, вследствие чего рейка сама собою принимает отвесное положение.

Из различных рудничных реек коснемся висячей рейки *Борхерса*.

Рудничное нивелирование в тесных выработках производится висячим прибором, а при встречных сбоях применяется висячая рейка Борхерса. Она состоит из железного четырехгранного стержня *ав* (чер. 47) с делениями, равными десятым и сотым долям сажени; по бруску скользит круглая цель *сс* с отверстиями *lll*, центры которых расположены по диаметру цели, перпендикулярному к длине стержня *AB*. Отверстия освещаются лампой, которую держат сзади.

Отверстие, диаметром $\frac{3}{32}$ дюйма, назначено для нивелирования при коротких расстояниях, не превышающих 30° ; отверстия *L* и *L* имеют в диаметре $\frac{1}{4}$ дюйма; при чем одно из них закры-

вается матовым стеклом и служит для визирования при средних расстояниях, не превышающих 100° , а другое предназначено для более длинных расстояний.

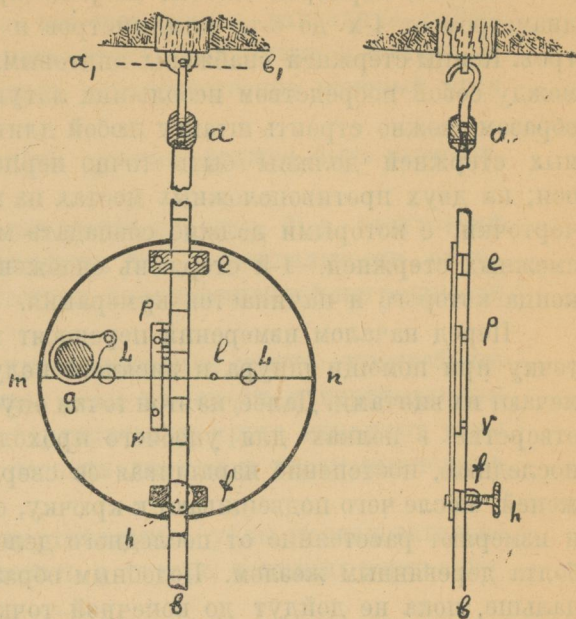
Пересечение нитей трубы направляют всегда на центр отверстия. С задней стороны цели имеется шкала *pp*, длиною в 0,001 доли сажени; нуль шкалы приходится на диаметре, проходящем через центры трех отверстий *B*, *L* и *L*. Цель укрепляется на желаемой высоте стержня *ав* винтом *h*.

Вращающийся крючек на верхнем конце рейки служит для подвешивания к скобе в кровле выработки.

Штатив—раздвижной.

Нивелирование производится из середины, соблюдая следующее: при нивелировании вперед полезно брать расстояние возможно меньшим; из середины—возможно точно устанавливать инструмент между рейками.

Избегать случайных ошибок, от недостаточно точного приведения оси уровня в горизонтальное положение; избегать погрешности от неправильной оценки частей деления при отсчитывании по рейке.



Черт. 47.

§ 45. Измерение отвесной глубины шахт. Это измерение производится жезлами по проволоке отвеса, спущенного в шахту, или, точнее, штангой *Борхерса*.

Штанга Борхерса состоит из ряда круглых стальных стержней, диаметром от 4-х до 6-ти миллиметров и длиною от 1-го до 4-х метров. Концы стержней снабжены винтовыми нарезками и соединяются между собой посредством небольших латунных винтовых муфт. Таким образом, можно строить штангу любой длины. Конечные грани отдельных стержней должны быть точно перпендикулярны к продольной оси; на двух противоположных местах на муфте сделаны напильником черточки, с которыми должно совпадать место прикосновения концов смежных стержней. 1-й стержень снабжен крючком, от внутреннего конца которого и начинается нумерация.

Перед началом измерения переносят взятую в штанге начальную точку при помощи шнура и висячего полукруга в шахту, где и отмечают их винтами. Далее, из этой точки опускают отвес и на нем делают отверстие в полках для удобного прохода штанги, и спускают эту последнюю, постепенно наращивая ее сверху до величины 10—20 саженей, после чего подвешивают к крючку, отмечающему угловую точку и измеряют расстояние от последнего деления штанги до ближайшего болта деревянным жезлом. Подобным образом продолжают измерение дальше, пока не дойдут до конечной точки, после чего производят контрольное измерение снизу вверх.

В шахтах наклонных приходится переносить точку привеса штанги от лежащего бока к висячему с помощью шнура и полукруга.

В последнее время получает все большее и большее распространение способ измерения отвесной глубины шахт длинной стальной рулеткой, один конец которой укрепляется неподвижно внизу шахты, а другой наматывается на ворот, укрепленный неподвижно на крепи устья шахты. Рукоятка ворота снабжается храповым механизмом, что позволяет придать рулетке надлежащую натянутость. Рулетки делаются весьма большой длины, вследствие чего измерение отвесной глубины идет быстро. Следует, однако, заметить, что ошибка от неправильного и равномерного натяжения рулетки может достигать значительной величины.

Еще менее надежным, менее точным, но зато более быстрым является способ измерения отвесной глубины шахт отсчитыванием числа оборотов блока, по которому в шахту спущен отвес, с отметками на проволоке его точек через известные расстояния друг от друга.

§ 46. Тригонометрическое нивелирование. Подобное нивелирование в крутопадающих выработках производится помощью накладного уровня Вейсбаха.

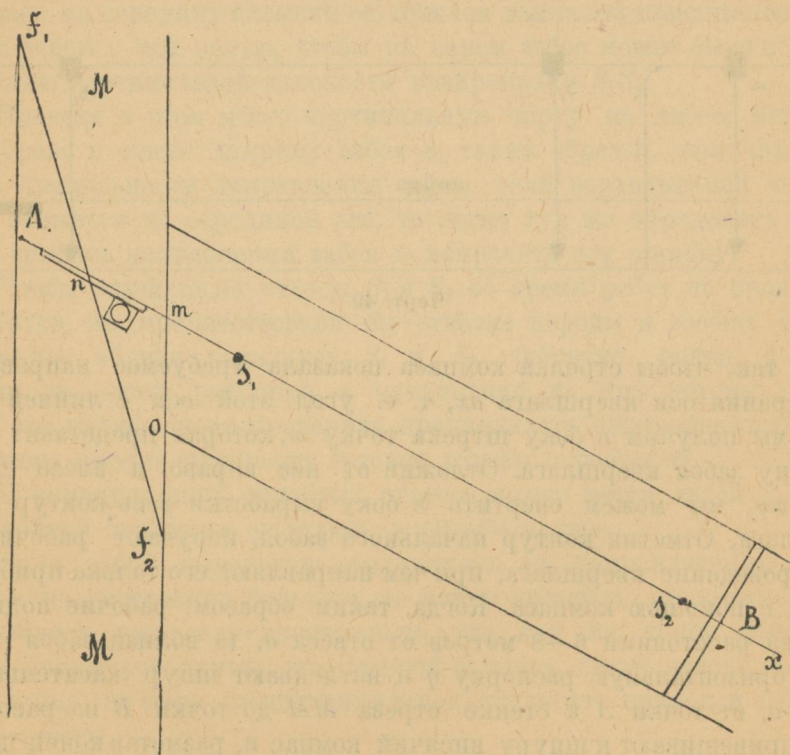
Черновой журнал.

Год, месяц и число	Пункты	№№ рек	Угол наклона	Размеры выработок	ПРИМЕЧАНИЕ

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Направление забоев выработок.

§ 47. Общее замечание. Если в руднике намечено место забоя новой выработки, направление которой по простиранию и угол наклона к горизонту даны, то при проведении этой выработки нужно постоянно контролировать ее дальнейшее направление.



Черт. 48.

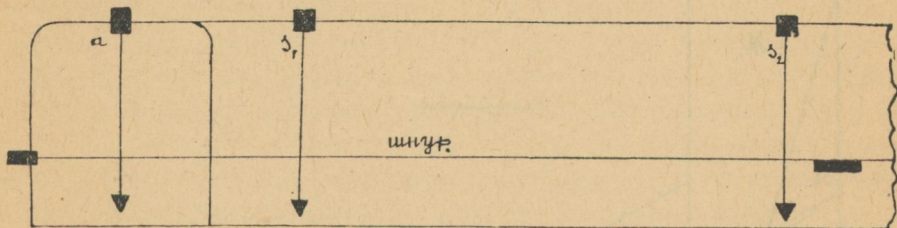
Проверка правильности уклона после выработки горизонту ежедневно или еженедельно проверяется при помощи рудничного ватерпаса и, кроме того, через значительные промежутки времени, — при помощи нивелирования от начальной точки выработки до ее забоя.

Проверка правильности направления выработки по простирацию производится при помощи направляющих отвесов, неизменное положение которых нужно тщательно контролировать.

Отметка направления забоя выработки в руднике направляющими отвесами может быть произведена: 1) при помощи компаса и 2) при помощи теодолита.

§ 48. Направление забоя при помощи компаса. Предположим, что в некотором штреке MM (черт. 48) дано постоянное направление F_1F_2 и из точки взятой на линии требуется отметить направление, заранее заданное, по которому нужно начать проходку квершлага с известным уклоном его почвы к горизонту.

Из кровли штрека в точке a спускают отвес, затем берут рейку с наложенным на нее компасом и устанавливают ее касательно к



Черт. 49.

отвесу так, чтобы стрелка компаса показала требуемое направление простираения оси квершлага ax , т. е. угол этой оси с линией F_1F_2 . Тогда мы получим в боку штрека точку m , которая представит собой середину забоя квершлага. Отложив от нее вправо и влево длины mo и mi , мы можем очертить в боку выработки весь контур устья квершлага. Отметив контур начального забоя, поручают рабочим начать проведение квершлага, при чем направляют его только приблизительно, с помощью компаса. Когда, таким образом, рабочие подвинут забой на расстоянии 6—8 метров от отвеса a , то вблизи забоя помещают горизонтальную распорку q и натягивают шнур касательный к отвесу a , от точки A к стенке отреза MM до точки B на распорке; затем привешивают к шнуру висячий компас и, размотав конец шнура гвоздя и держа его натянутым, двигают этот конец по распорке вправо и влево, пока компас не покажет требуемого по заданию угла простираения линии ax .

Когда это достигнуто, то приступают к спусканию отвесов из кровли выработки в S_1 —близ устья в S_2 —вблизи распорки так, чтобы оба эти отвеса касались натянутого и закрепленного шнура. Делается это так: сперва держа нить отвеса в руке касательно к натянутому

шнуру, просто только примериваются, с целью определить на глаз то место кровли выработки, откуда должен быть опущен отвес,—это место кровли отмечается копотью лампы, после чего в нем обыкновенным шнуром вырубляют дыру глубиной сантиметров в 10, но не вертикально, а наклонно, эта дыра должна быть в плоскости поперечного сечения выработки. В эту дырку заколачивают деревянный колышек, а в колышек ввертывают железное ушко для отвеса (черт. 49).

Колышек должен быть настолько длинным, чтобы, забив его более или менее глубоко, можно было достигнуть того, чтобы отвес, отсюда пущенный, в точности коснулся натянутого вдоль квершлага шнура.

По направлении обоих отвесов S_1 и S_2 , визируя по ним на глаз, устанавливают рудничную лампу так, чтобы линия визирования приходилась на середину пламени ее, при чем лампа эта помещается вплотную к забое с той целью, чтобы на самом забое можно было получить проекцию вертикальной плоскости визирования S_1S_2 .

Проведя в этом месте вертикальную черту на забое, меряют от нее вправо и влево ширину забоя и, таким образом, получают контроль правильности направления забоя; если вертикальная черта на забое окажется не серединой его, то легко тут же определить и величину ошибки направления забоя и исправить эту ошибку.

Чтобы опущенные отвесы S_1 и S_2 во время работ по проведению выработки не препятствовали бы откатке породы и вообще всякому движению, вблизи колышков S_1 и S_2 забивают почти у самой кровли по одной распорке и наматывают на них шнуры отвесов; когда же нужно снова проверить правильность направления забоя, то для этого просто сматывают готовые отвесы с распоров.

С помощью двух подобных отвесов можно вести забой с вполне достаточной точностью на длину в 60—80 метров.

Если забой выработки отодвинулся от направляющих отвесов S_1 и S_2 на расстояние большее, то контролировать правильность его оказывается уже затруднительным, так как на таком расстоянии пламя рудничной лампы, помещаемой у забоя, видно неясно, и потому необходимо, по мере продвижения забоя, подвигать вперед и направляющие отвесы.

Такое подвигание отвесов может быть производимо двумя способами: 1) визируя просто на глаз, если под рукой нет теодолита и 2) визируя при помощи теодолита.

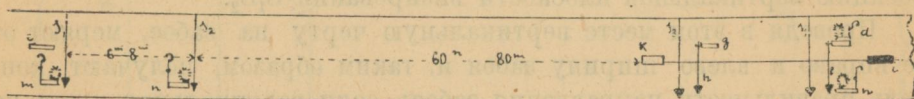
Передвигание отвеса вперед должно производиться с особой тщательностью, так как малейшая ошибка в их перенесении может повести к значительному отклонению проводимой выработки от требуемого направления, что, в свою очередь, влечет за собою или громад-

ные расходы на исправление, или вынуждает совсем бросить ошибочно веденную выработку и начать новую.

Первый способ переноса отвесов вперед без теодолита состоит в следующем: пусть в некотором месте ведущиеся выработки имеют направляющие отвесы S_1 и S_2 на расстоянии 6—8 метров друг от друга и требуется направление проходящей через них вертикальной плоскости перенести поближе к забою без помощи теодолита.

Здесь при визировании защищают глаз от близ находящихся ламп при помощи металлической пряжки, снабженной отверстием в $2\frac{1}{2}$ миллиметра в диаметре. Чтобы облегчить визирование и сделать его более точным, шнуры отвесов натираются мелом.

В выработке перед отвесом S_1 забивают распорку C и передвигают по ней влево и вправо бляжку до тех пор, пока ее отверстие не совпадет с вертикальной плоскостью отвеса.



Черт. 50.

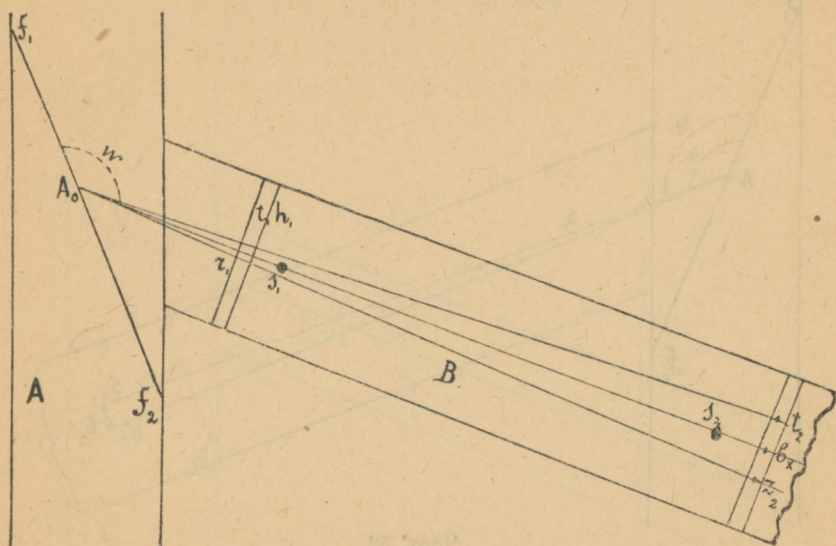
Чтобы такое визирование через отверстие бляжки было удобно исполнимо, оба отвеса S_1 и S_2 освещаются снизу рудничными лампочками m и n (черт. 50).

Когда правильное положение бляжки на распорке окончательно найдено, то вблизи забоя опускают два временных (совпадающих с вертикальной плоскостью) отвеса f и g и протягивают касательный им шнур, после чего уже приступают и к опусканию из кровли постоянных отвесов S_3 и S_4 , касающихся шнура, которые представят собой перенесенное забою направление.

С этой целью забивают поближе к кровле распорку d , ставят на нее рудничную лампу и передвигают ее вправо и влево, пока ее пламя не совпадет с вертикальной плоскостью визирования из C . Когда такое положение лампы найдено, то в переднюю сторону распорки забивают гвоздь, на котором и накручивают нить временного отвеса f . Затем, осветив этот отвес снизу лампой h , визируют снова из C при помощи бляжки и исправляют положение гвоздя в распорке d до тех пор, пока временный отвес не совпадет точно с плоскостью визирования; таким образом, мы получаем третий отвес в той же вертикальной плоскости. После этого, отмерив заранее от f назад расстояние 6—8 метров, загоняют вторую временную распорку g и укрепляют здесь на гвозде второй временный отвес. Затем забивают еще

одну распорку i непосредственно у самого забоя и позади временного отвеса f переносят на нее бляжку и визируют через бляжку, передвигая ее вправо и влево, пока ее отверстие не придет в вертикальную плоскость отвесов S_1 , S_2 и f . Временный отвес h приводится при этом в ту же плоскость.

Чтобы убедиться в правильном положении бляжек, укорачивают отвес S_2 и визируют из i через f на S_1 , при чем еще раз исправляют положение отвеса, приводя его в эту же вертикальную плоскость визирования. В результате мы получаем 4 отвеса, находящиеся в одной



Черт. 51.

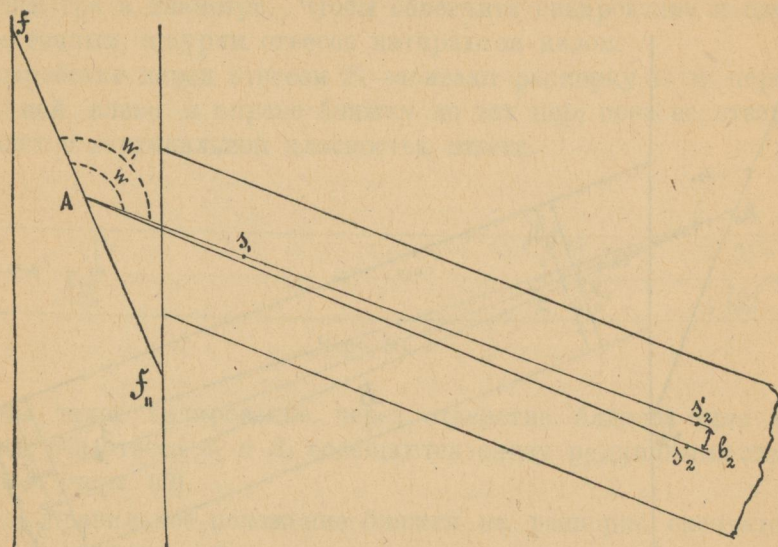
и той же плоскости. Наконец, перед отвесом h забивают новую распорку k и между k и i натягивают шнур, касательный к временным отвесам, после чего уже приступают к опусканию новой пары направляющих отвесов S_3 и S_4 , касательных к шнуру ki , но предварительно подвешивают к шнуру висячий компас и проверяют, как можно тщательнее, его простираие, которое должно быть равно простираию плоскости S_1S_2 .

§ 49. Направление забоев при помощи теодолита. Направление выработки с помощью теодолита производится следующим образом.

При самом начале проведения новой выработки, направление ее забоя также задается только приблизительно, — при помощи компаса. Пусть (чер. 51) от основного штрека A нам требуется произвести выработку B ; пусть F_1F_2 есть данная ориентирная линия в штреке и A_0 — маркшейдерский начальный пункт новой выработки, ось которой

есть прямая A_0x ; пусть согласно заданию, угол, составляемый линией A_0x с F_1F_2 , должен быть равен W . Став с компасом в руке в точке A_0 , мы определяем им первоначальное направление забоя и поручаем рабочим вести по этому направлению выработку на протяжении 6—8 метров.

Когда забой удалится на такое расстояние от точки, то работу останавливают, а вблизи самого забоя, а также при начале выработки забивают распорки h_1 и h_2 ; затем центрируют теодолит под



Черт. 52.

точкой A_0 и, установив алидаду на 0° и направив трубу на точку F_1 , поворачивают ее на угол, равный W , так что теперь оптическая ось трубы должна совпасть с требуемым направлением выработки Ab ; но вследствие коллимационной ошибки такого точного совпадения не произойдет, а оптическая ось покажет направление, напр., $A_0t_1t_2$.

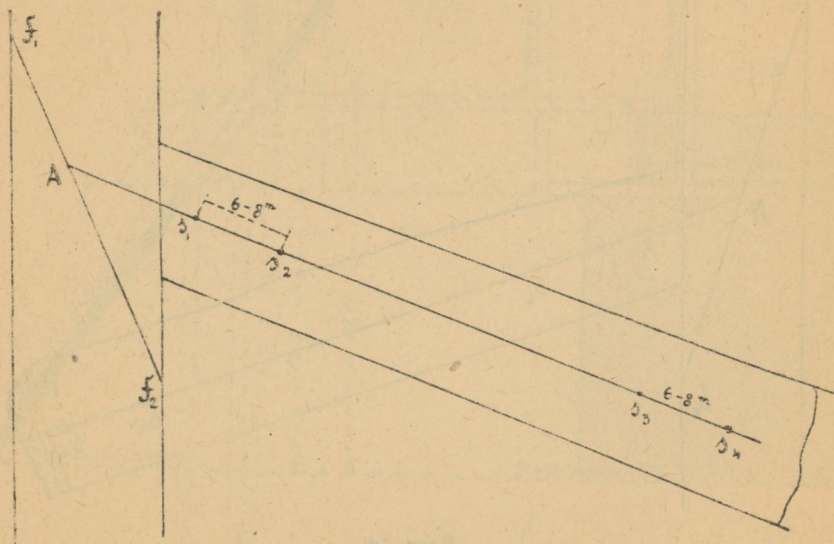
Чтобы освободиться от коллимационной ошибки, мы отметим тонкими гвоздями точки t_1 и t_2 на распорках h_1 и h_2 ; затем, переведя трубу через линии, снова визируем на T_1 и, повернув трубу на угол W , отмечаем новое положение оптической оси трубы на распорках гвоздями r_1 и r_2 . Разделив расстояние r_1, t_1, r_2, t_2 пополам, мы получим окончательно требуемое направление A_0, abx выработки.

Расстояние ab равно 6—8 метрам; между точками a и b натягивают шнур и затем опускают из кровли долгосрочные отвесы S_1, S_2 касательные к шнуру. Проверка правильности этих отвесов с помощью теодолита производится весьма легко следующим образом;

Установив теодолит над точкой A_0 , отклоняют отвес S_1 в сторону так, чтобы он не мешал визировать на отвес S_2 и измеряют несколько раз угол $T_1 A_0 S_2$ (черт. 52). Пусть этот угол в результате окажется равным W_1 ; если $W_1 = W$, то положение отвеса будет правильное, если же окажется, что $W_1 \neq W$, то, назвав $W - W' = h''$ или $W_1 - W = h''$ и приняв $S_2' S_2$ за перпендикуляр к $A_0 S_2$, мы получим линейную величину ошибки в положении отвеса S_2 , равную

$$a_2 = S_2 S_2' = AS_2 \operatorname{tg} h'' = AS_2 \operatorname{tg} 1''$$

$$a_2 = \frac{AS_2 \cdot h}{206265},$$

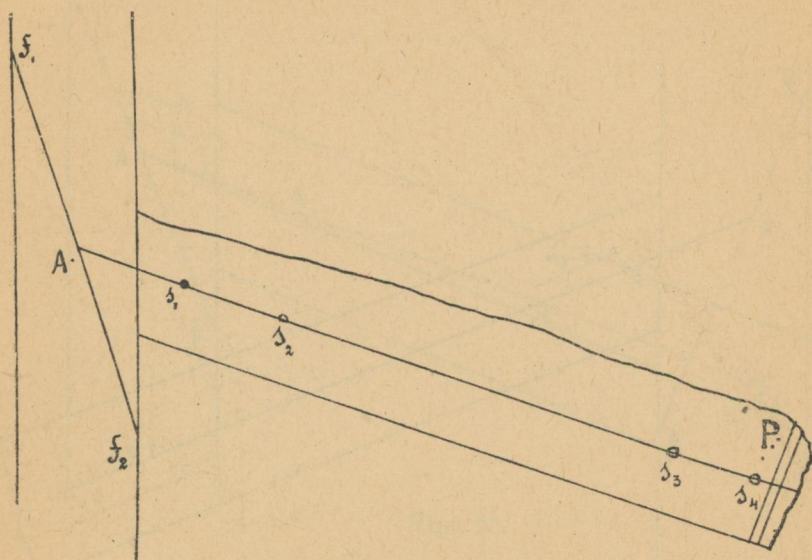


Черт. 53.

после чего исправляем положение отвеса, регулируя колышек в кровле и винт, на котором он подвешен. При помощи теодолита не трудно также в случае удаления от забоя выработки на весьма значительное расстояние от отвесов S_1 и S_2 перенести плоскость этих отвесов снова поближе к забою. С этой целью мы устанавливаем теодолит и центрируем его под точкой A ; освещаем оба отвеса S_1 и S_2 рудничными лампами и визируем через них до самого забоя; в этой плоскости визирования опускаем новые отвесы S_3 и S_4 , для контроля же натягиваем шнур касательный к новым отвесам S_3 и S_4 и, повесив на него висячий компас, смотрим, имеет ли он то же самое простираение, как и направление плоскости отвесов (черт. 53).

Если бы становиться с теодолитом уже было бы невозможно вследствие дальности визирования до забоя, то в таком случае мы должны стать с ним под точкою подвеса S_2 и визировать на отвес в A или S_1 , а затем к полученному на горизонтальной линии отсчету прибавить или вычесть из него 180,—тогда и получим направление той линии, по которой должны быть опущены отвесы.

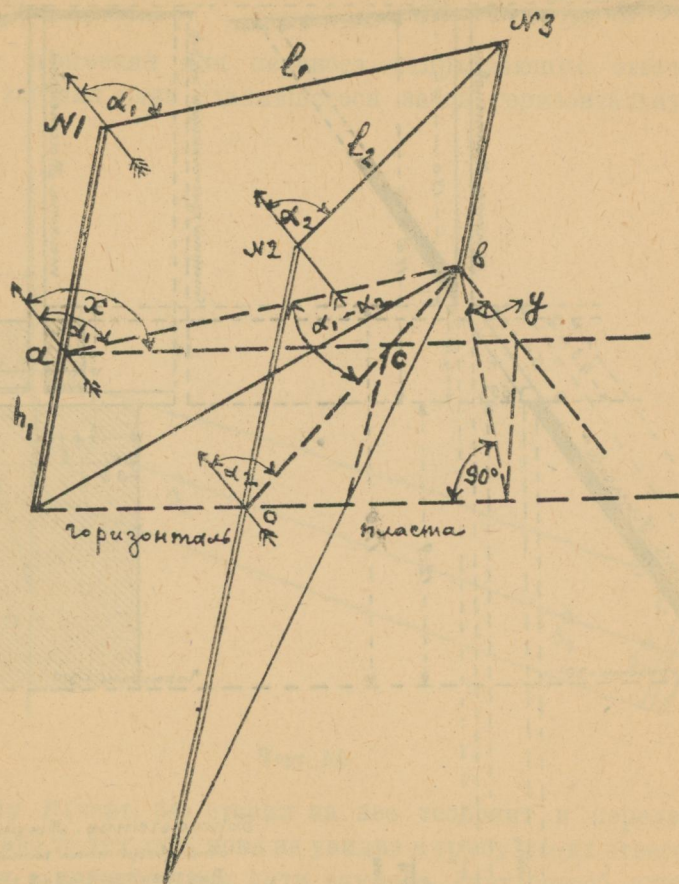
Борхерс применял для переноса направляющих отвесов иной способ,—он загонял близ удалившегося забоя горизонтальную доща-



Черт. 54.

тую распорку P (черт. 54) ставил на нее теодолит и передвигал ее влево и вправо до тех пор, пока не увидит в трубу обоих отвесов S_1 и S_2 , совпадающих с перекрестком нити окуляра. Этот способ, однако, не, смотря на всю кажущуюся его простоту, на практике оказывается значительно мешкотнее, чем вышеприведенный способ.

§ 51. Быстрое исследование почвы на глубине 2 саж. тремя буровыми скважинами (через два часа). Когда при сооружениях можно ожидать резкую и невыгодную перемену грунта по направлению глубины— присутствие под дном котлована родников, могущих постепенно размывать грунт, грунт исследуется бурением на глубину 2-х саж.



Черт. 56.

имея в виду, что положение плоскости определяется не менее, как тремя точками.

Пусть на местности пробуровано будет три скважины № 1, № 2, № 3, из коих № 3 самая неглубокая (предполагая, что глубина всех считается от одной горизонтальной плоскости, черт. 56).

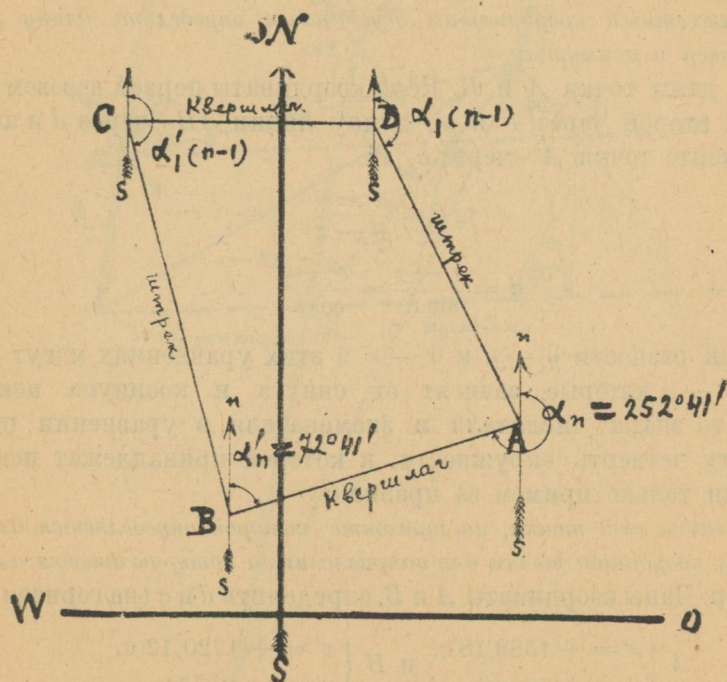
Положим, что скважина № 1 глубже ее на h_1 , а скважина № 2— на h_2 . Расстояния (горизонтальные) их до скважины № 3 соответственно равны l_1 и l_2 , а магнитные азимуты линий 1—3 и 2—3 пусть будут

б) Если точки A и B представляют забойные точки, между которыми произведена полигонная с'емка $ABCD$ (черт. 57), то углы DAB и CAB для задания определяются из данных с'емки и приведенной формулы 1, по формулам:

$$\alpha_n = \alpha_{1(n-1)} + 180^\circ - x$$

$$\alpha' = \alpha'_{1(n-1)} + x - 180^\circ,$$

т. е. азимут линии последующей равен азимуту линии предыдущей плюс 180° минус угол вправо лежащий, или азимут линии после-



Черт. 57.

дующей равен азимуту линии предыдущей плюс угол, влево лежащий, и минус 180° .

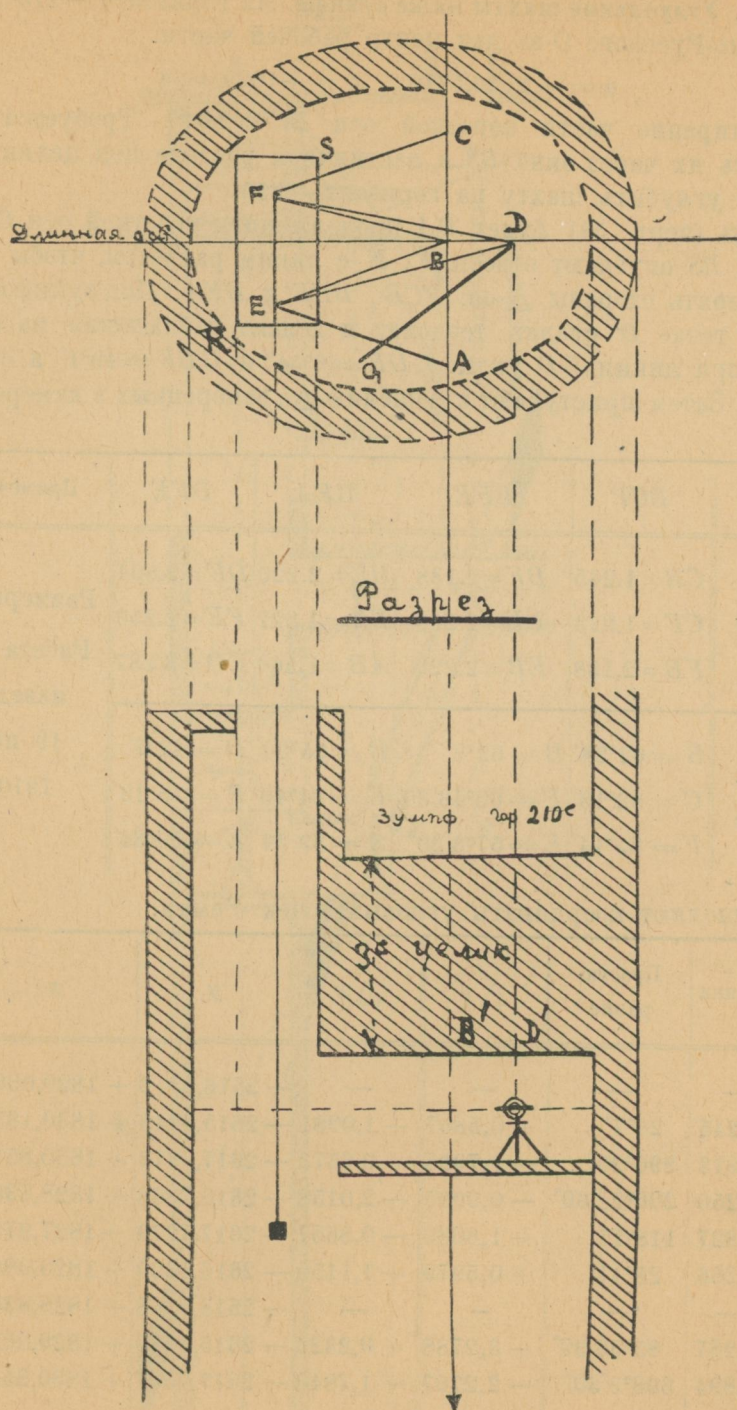
Пример: Если

$$\alpha_n = 252^\circ 41'; \quad \alpha' = 72^\circ 41';$$

$$\alpha_{1(n-1)} = 150^\circ; \quad \alpha'_{1(n-1)} = 160^\circ,$$

то

$$\text{угол } DAB = 77^\circ 19'; \quad \text{угол } CBA = 92^\circ 41'.$$



Черт. 58.

§ 53. Углубление шахты ниже зумпфа. На горизонте — 210° шахты № 6 Южно-Русского О-ва дан центр рабочей части:

$$y = -2616,5312; \quad x = +1829,0869$$

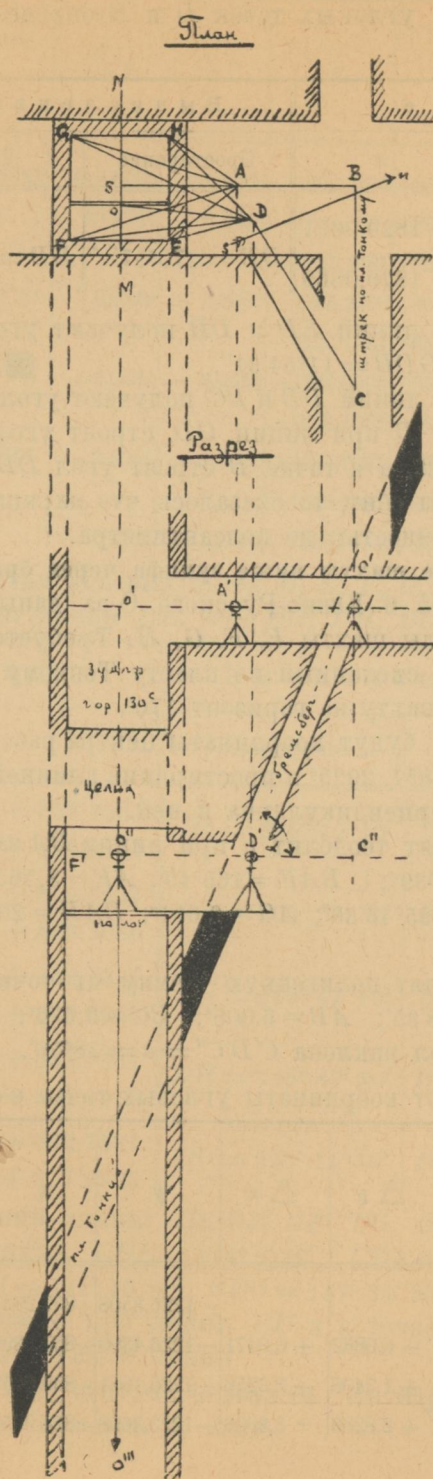
и — простирание части короткой оси $BC = 28^\circ 7'$. Требуется спроектировать их через окно RS в лестничном разделе под целик ниже зумпфа и углубить шахту на горизонт — 250°.

Пусть (черт. 58) будет BA продолжением короткой оси CB . Через ляду RS опускают отвесы F, E с таким расчетом, чтобы можно было замерить стороны $\triangle$ -ов: FCB, BFE и BEA . Под зумпфом ниже целика в точке D' ставят теодолит и делают наблюдения на отвесы, замеряя при линии GD углы: $GDE = 6^\circ 54'$ и $GDF = 49^\circ 1'$ и стороны $\triangle DEF$. Затем приступают к решению $\triangle$, замеренных в камере и под целиком.

$\triangle$	BCF	BFE	BEA	DFE	Примечание.
Данные	$CB = 1.245$ $CF = 1.913$ $FB = 2.138$	$BF = 2.138$ $FE = 2.250$ $EB = 2.220$	$BE = 2.220$ $EA = 1.827$ $AB = 1.266$	$DF = 2.894$ $FE = 2.250$ $ED = 3.287$	Размеры в м. Работа произведена 19 июня 1910 г.
Вычисленные	$B = 62^\circ 28'$ $C = 82^\circ 18'$ $F = 35^\circ 14'$	$B = 62^\circ 8'$ $F = 60^\circ 43' 30''$ $E = 57^\circ 8' 30''$	$B = 55^\circ 20'$ $E = 34^\circ 46'$ $A = 89^\circ 54'$	$D = 42^\circ 7'$ $F = 78^\circ 19'$ $E = 59^\circ 34'$	

Вычисляют координаты угловых точек с'емки.

Точки	Длина	Простирание	$\triangle y$	$\triangle x$	y	x	Определяемые точки
B	—	—	—	—	$-2616,5312$	$+1829,0869$	B
BC	1,245	$28^\circ 7'$	$+0,5867$	$+1,0981$	$-2615,9445$	$+1830,1850$	C
CF	1,913	$290^\circ 25'$	$-1,7928$	$+0,6673$	$-2617,7373$	$+1830,8523$	F
FE	2,250	$206^\circ 22' 30''$	$-0,9995$	$-2,0158$	$-2618,7368$	$+1828,8365$	E
EA	1,827	$118^\circ 17'$	$+1,6089$	$-0,8657$	$-2617,1279$	$+1827,9708$	A
AB	1,266	$28^\circ 11'$	$+0,5979$	$+1,1159$	$-2616,5300$	$+1829,0867$	B
E	—	—	—	—	$-2618,7368$	$+1828,8365$	E
ED	3,287	$85^\circ 56' 30''$	$+3,2788$	$+0,2326$	$-2615,4580$	$+1829,0691$	D
DE	2,894	$308^\circ 3' 30''$	$-2,2787$	$+1,7840$	$-2617,7367$	$+1830,8536$	F



Черт. 59.

По координатам угловых точек D и B определяют простирание и длину линии DB .

Д а н н ы е			В ы ч и с л е н н ы е		Примечание
Точки	y	x	Простирание	Длина	
D	— 2616,4580	+ 1829,0691	$DB = 270^{\circ}57'1''$	$DB = 1^m,0733$	Размеры в м/м.
B	— 2616,5312	+ 1829,0869			

Из простираний линий ED и DB получают угол $EDB = 5^{\circ}0'31''$, следовательно, угол $GDB = 11^{\circ}54'31''$.

Из простираний линий DB и BC получают угол $DBC = 297^{\circ}9'59''$.

Теперь в точке D при линии GD строят угол $GDB = 11^{\circ}54'31''$ и линию $DB = 1^m,0733$, а в точке B строят угол $DBC = 297^{\circ}9'59''$.

Когда целик был сбит, то оказалось, что маркшейдерская работа была выполнена с точностью до полсантиметра.

§ 54. Углубление шахты ниже зумпфа через бремсберг. На горизонте 130° шахты № 6 Южно-Русского О-ва даны: центр рабочей части шахты O и углы шахты E, F, G, H . Требуется спроектировать их через бремсберг, сделанный по пласту Тонкому под целик ниже зумпфа и углубить шахту на горизонт 170° .

Пусть (чер. 59) будут координаты центра рабочей части шахты: $y = -1226,3508$; $x = +857,2925$ и простирание длинной оси $MN = 298^{\circ}5'$, и что линия SAB перпендикулярна к ней.

В точке A ставят теодолит и при линии BA измеряют: $\angle BAE = 153^{\circ}27'30''$; $AE = 2,039$; $\angle BAF = 165^{\circ}45'$; $AF = 3,565$; $\angle BAS = 180^{\circ}0'$; $AS = 2,636$; $BAG = 195^{\circ}48'30''$; $AG = 3,614$; $BAH = 208^{\circ}35'$; $AH = 2,132$; $SO = 0,100$.

Далее производят полигонную съёмку от точки A до точки D , измеряя $ABC = 269^{\circ}8'35'$; $AB = 6,008$; $BC = 9,672$; $BCD = 328^{\circ}23'30''$; $D'C' = 13,242$ и угол наклона $C'D'C'' = \alpha = 38^{\circ}56'$.

Затем вычисляют координаты угловых точек съёмки.

Точки	Длина	Простирание	Δy	Δx	y	x	Определение точки	Примечание
O					—1226,3508	+857,2925	O	Размеры в са- женях
OS	0,100	$298^{\circ}5'$	— 0,0882	+ 0,0471	—1226,4390	+857,3396	S	
SA	2,636	$28^{\circ}5'$	+ 1,2409	+ 2,3256	—1225,1981	+859,6652	A	
AB	6,008	$28^{\circ}5'$	+ 2,8283	+ 5,3006	—1222,3698	+854,9658	B	

Точка	Длина	Простира- ние	Δy	Δx	y	x	Определение точки	Примечание
<i>BC</i>	9,672	117° 13' 30"	+ 8,6005	- 4,4248	-1213,7693	+860,5410	<i>C</i>	
<i>CD</i>	13,242	265° 37'	- 10,2705	- 0,7873	-1224,098	+859,7537	<i>D</i>	Проект
<i>BA</i>	6,008	208° 5'			-1225,1981	+859,6652	<i>A</i>	углубления
<i>AE</i>	2,039	181° 32' 30"	- 0,0549	- 2,0383	-1225,2530	+857,6269	<i>E</i>	шахты
<i>BA</i>	6,008	208° 5'			-1225,1981	+859,6652	<i>A</i>	принадлежит
<i>AF</i>	3,565	193° 50'	- 0,8524	- 3,4616	-1226,0505	+856,2036	<i>F</i>	орн. инженеру
<i>BA</i>	6,008	208° 5'			-1225,1981	+859,6652	<i>A</i>	Алексее
<i>AG</i>	3,614	223° 53' 30"	- 2,5056	- 2,6044	-1227,7037	+857,0608	<i>G</i>	Владимировичу
<i>BA</i>	6,008	208° 5'			-1225,1981	+859,6652	<i>A</i>	Мономахову
<i>АН</i>	2,132	236° 40'	- 1,7813	- 1,1716	-1226,9794	+858,4936	<i>H</i>	

По координатам угловых точек *D, E, F, G, H, O* определяют про-
стирание и длины линий *DE, DF, DG, DH, DO*.

Д а н н ы е			В ы ч и с л е н н ы е		Приме- чание
Точки	<i>y</i>	<i>x</i>	Простираение	Д л и н а	
<i>D</i>	— 1224,0398	+ 859,7537	<i>DE</i> = 209° 42' 10"	<i>DE</i> = 2,4485	Размеры в саженях
<i>E</i>	— 1225,2530	+ 857,6269			
<i>D</i>	— 1224,0398	+ 859,7537	<i>DF</i> = 209° 31' 30"	<i>DF</i> = 4,0·01	
<i>F</i>	— 1226,0505	+ 856,2036			
<i>D</i>	— 1224,0398	+ 859,7537	<i>DG</i> = 243° 41' 10"	<i>DG</i> = 4,5472	
<i>G</i>	— 1227,7037	+ 857,0608			
<i>D</i>	— 1224,0398	+ 859,7537	<i>DH</i> = 246° 47' 50"	<i>DH</i> = 3,1983	
<i>H</i>	— 1226,9794	+ 858,4936			
<i>D</i>	— 1224,0398	+ 859,7537	<i>DO</i> = 223° 11' 50"	<i>DO</i> = 3,3761	
<i>O</i>	— 1226,3508	+ 857,2925			

Из простираний линий: *CD, DE, DF, DG, DH, DO, MN* получают
углы задания шахты: $CDE = 124^{\circ} 5' 10''$; $CDF = 123^{\circ} 54' 30''$; $CDG =$
 $= 158^{\circ} 4' 10''$; $CDH = 161^{\circ} 10' 50''$; $CDO = 137^{\circ} 34' 50''$; $DON = 254^{\circ} 53' 10''$.

Теперь в точке *D* при линии *CD* и в точке *O* при линии *DO*
строят вычисленные углы и линии.

Когда целик был сбит, то оказалось, что маркшейдерская работа
была выполнена с точностью до м/м.

§ 55. Углубление шахты снизу вверх (исправление грубых маркшейдерских ошибок на Горловских рудниках).

В 1901 г. был получен *очень плохой* результат сбойки углубления шахты № 5 О-ва Южно-Русской каменноугольной промышленности в Горловке снизу вверх с горизонта 130° на 93° , при чем оказалось, что на горизонте 130° шахта № 5 была заложена по указанию маркшейдера от существующей шахты на четыре аршина в сторону.

Вследствие плохих результатов сбойки, новый этаж шахты № 5 находился пять лет под вентиляцией, неправильно пройденная проходка была забучена, и шахта была пройдена вновь с расходами более ста тысяч рублей.

Между тем, маркшейдерская работа была одна из простых: полигон с'емки на двух горизонтах был не более 75 саж.; обе шахты вертикальные, и на обоих горизонтах выработки позволяли провести почти одну прямую между центрами шахт.

В предлагаемом же примере с'емка произведена по наклонным, сырым выработкам, и с плохой вентиляцией.

Угловые точки шахты были получены через ряд замеров, образовавших целую сеть треугольников; решая их, и перейдя от простых, линейных, замеров к инструментальным, т. е. угловым, градусным, через что и высчитаны координаты угловых точек шахты.

Дана обчинная RQ шахты № 5 Южно-Русского О-ва (черт. 61) на горизонте 95° . Требуется спроектировать ее на горизонт 130° чрез рядом лежащую, неправильно пройденную, по указанию маркшейдера, шахту vg , соединенной с обчинной наклонным ходком.

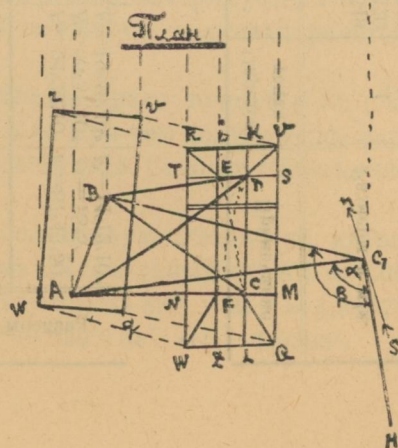
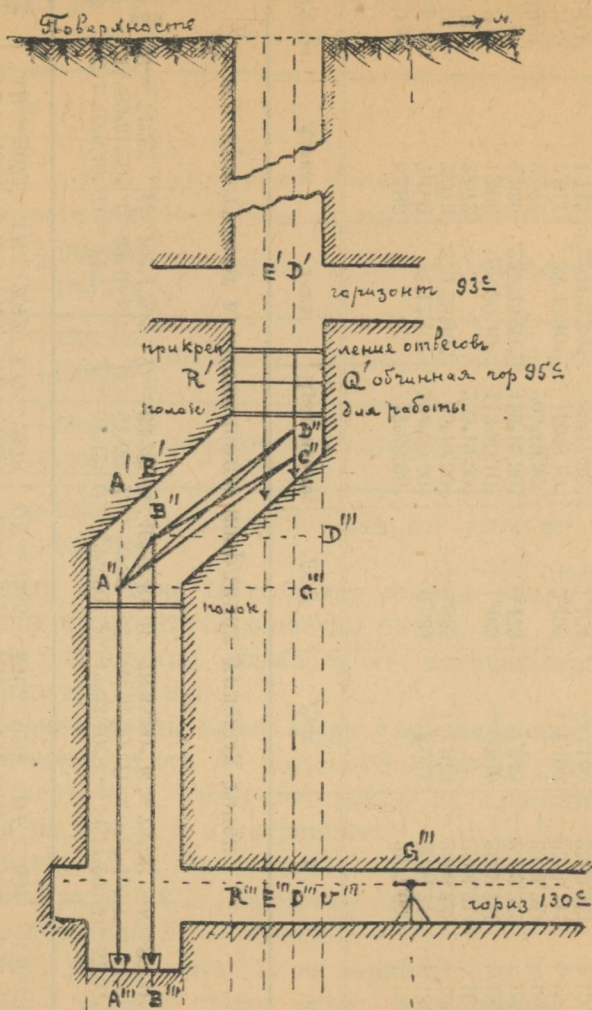
Берут горизонтальную плоскость обчинной шахты QR . Из точек C, F, D, E опускают отвесы до подошвы наклонного ходка; по направлению отвесов CD, FE, CF, DE натягивают шнуры LK, ZI, MN, ST . В полученных параллелограммах $QLCM, LCFZ, ZFNW, MCDS, CDEF, FETN, SVKD, DKIE, FIRT$ замеряют как стороны, так и диагонали.

Из точек $A'B'$ наклонного ходка опускают отвесы A и B (черт. VII) с таким расчетом, чтобы можно было сделать замеры до точек отвесов в обчинной.

Замеряют параллелограмм $A''B''D''C''$ по наклонному ходку. Так как в параллелограмме по ходку нельзя провести горизонтальную плоскость, то горизонтальное проложение линий $B'D'', A''C'', D''C'', A''B''$ получают при помощи вычислений из полученных путем замера длины и их угла наклона, определенного висячим полукругом.

На горизонте 130° берут (не меньше двух, а должно три) постоянные точки g и h , отмеченные лохштейном, с таким расчетом, чтобы при точке g получился наивыгоднейший ΔgAB . В точке g ставят строго выверенный теодолит и при линии hg измеряют угол $hgA = 97^\circ 12' 20'' = \alpha$ и угол $hgB = 113^\circ 19' = \beta$, а равно и стороны ΔgAB .

Горловка. Шахта № 50. Ю.-Р. К. П. (Разрез)



Черт. 60.

Затем переходят к решению $\triangle$ -р.

NA	GAB	ADB	ACD	QLC	FZM	CDE	VDK	EIR	CFE	Примечание
Данные	GA = 7190 GB = 7466 AB = 2072	AD = 2911 DB = 1656 AB = 2072	AD = 2911 AC = 1606 CD = 2378	QL = 966 LC = 912 QC = 1355	FZ = 902 ZW = 200 FW = 920	CD = 2378 CE = 2456 DE = 602	VD = 1112 DK = 636 VK = 940	EI = 604 ER = 660 IR = 224	CF = 603 EF = 2405 EC = 2456	
Вычисления	G = 16°6'40" A = 89°31'20" B = 74°22'	D = 44°7' A = 33°48'40" B = 102°4'20"	A = 54°42' C = 91°50' D = 33°28'	Q = 43°5'20" L = 90°30' C = 46°24'40"	F = 12°33'10" Z = 88°51'20" W = 78°35'30"	C = 14°11'20" D = 30°17'40" E = 75°31'	D = 57°37'20" V = 34°51' K = 87°31'40"	I = 94°22'10" R = 65°51'10" E = 19°46'40"	F = 87°42'50" C = 78°5' E = 14°12'10"	Размеры в м/м.

Далее приступают к вычислению координат угловых точек.

Точки	Длина	Углы	Простирание	$\triangle y$	$\triangle x$	y	x	Определ. точки	Примечание
hg	6,785		17°38'30"			-2577,690	+1896,649		Размеры в м/м.
gA	7,190	97°12'20"	294°50'50"	-6,524	+3,021	-2584,214	+1899,670	A	
AB	2,072	270°28'40"	25°19'30"	+0,886	+1,873	-2583,328	+1901,543	B	
BA	2,072		205°19'30"			-2584,214	+1899,670	A	
AC	1,606	88°30'40"	113°50'10"	+1,469	-0,649	-2582,745	+1899,021	C	
CQ	1,335	225°25'20"	159°15'30"	+0,473	-1,248	-2582,272	+1897,773	Q	
BA	2,072		205°19'30"			-2584,214	+1899,670	A	
AD	2,911	33°48'40"	59°8'10"	+2,499	+1,493	-2581,715	+1901,163	D	
DV	1,112	204°9'20"	83°17'30"	+1,104	+0,130	-2580,611	+1901,293	V	
BA	2,072		205°19'30"			-2584,214	+1899,670	A	
AF	1,003	88°30'40"	113°50'10"	+0,917	-0,405	-2583,297	+1899,265	F	
FW	0,920	284°50'20"	218°40'30"	-0,911	-0,718	-2583,872	+1898,547	W	
AF	1,003		113°50'10"			-2583,297	+1899,265	F	
FE	2,405	92°17'10"	26°7'20"	+1,059	+2,159	-2582,238	+1901,424	E	
ER	0,660	160°13'20"	6°20'40"	+0,073	+0,656	-2582,165	+1902,080	R	

Имея координаты угловых точек $QWRV$ и точки G , определяют простирание линий gQ , gW , gR , gV и их длины. А имея простирание линии hg и вышеупомянутых линий, вычисляют углы задания шахты.

Д а н н ы е			В ы ч и с л е н н ы е			Примечание
Точки	y	x	Простирания	Длина	Углы задания	
G	-2577,690	+1896,649	$GQ=283^{\circ}47'$	4,718	$hgQ=86^{\circ}8'30''$	Размеры в м/м.
Q	-2582,272	+1897,773				
G	-2577,690	+1896,649	$GW=287^{\circ}4'$	6,467	$hgW=89^{\circ}25'20''$	
W	-2583,872	+1898,547				
G	-2577,690	+1896,649	$GR=320^{\circ}30'40''$	7,037	$hgR=122^{\circ}52'10''$	
R	-2582,165	+1902,080				
G	-2577,690	+1896,649	$GV=327^{\circ}49'50''$	5,486	$hgV=130^{\circ}11'20''$	
V	-2580,611	+1901,293				

Теперь ставят в точке G теодолит и при линии HG строят высчитанные углы и соответствующие им линии.

Когда шахта была сбита, оказалось, что маркшейдерская работа выполнена с точностью до м/м.

§ 56. Углубление шахты снизу вверх с ориентировкой по способу Ганзена. Даны центр G и ось HI шахты № 5 Южно-Русского О-ва на горизонте 170° (черт. 61). Требуется найти их проекции на горизонте—210 через шахту № 6 и квершлаг.

В камере шахты № 5 на горизонте 170° выбирают точку F , с которой измеряют угол $GFE=271^{\circ}58'38''$. Замеряют линии на горизонте— 170° ; линия $GF=1,9155^{\circ}$, линия $FE=33,463^{\circ}$.

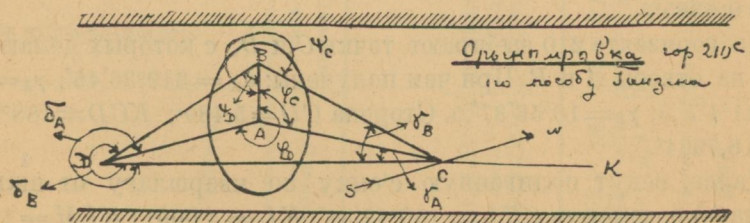
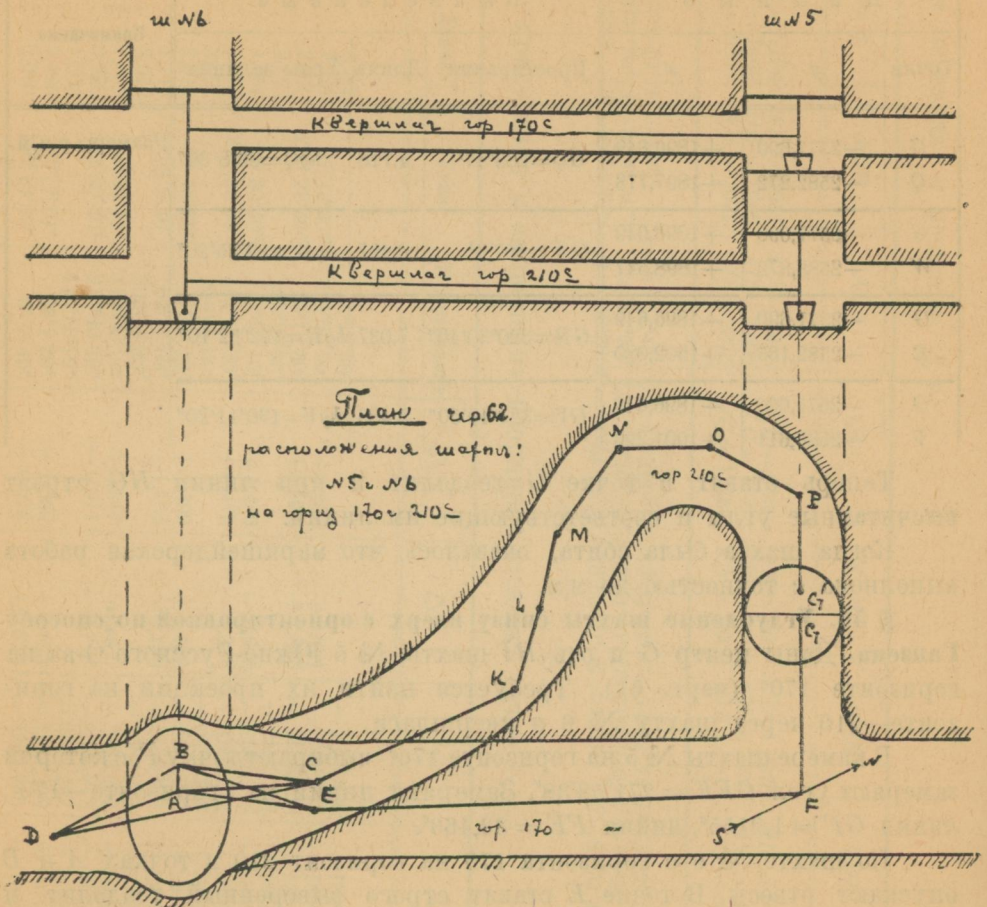
По шахте № 6 с горизонта 170 на горизонт 210 в точках A и B опускают отвесы. В точке E ставят строго выверенный теодолит и делают наблюдения на отвесы, измеряя углы $FEA'=190^{\circ}42'42''$ и стороны: $EA'=3,973^{\circ}$ и $EB'=3,6171^{\circ}$, получают расстояние между отвесами $A'B'=0,6385^{\circ}$.

На горизонте 210 выбирают точки C и D , с которых делают наблюдения на отвесы A и B . При чем получены: $\delta_A=349^{\circ}36'45''$; $\gamma_A=6^{\circ}49'45''$; $\delta_B=341^{\circ}4'7'',5$; $\gamma_B=16^{\circ}56'37'',5$. Сторона $CD=5,489^{\circ}$; $KCD=188^{\circ}53'58'',66$; $CK=18,7964^{\circ}$.

Далее, ведут полигонную съемку по квершлагу от шахты № 6 к шахте № 5, замерив $CKL=150^{\circ}42'38''$; $KL=4,000^{\circ}$; $KLM=134^{\circ}45'13''$; $LM=6,000$; $LMN=225^{\circ}47'58''$; $MN=4,3967^{\circ}$; $MNO=220^{\circ}16'50''$; $NO=5^{\circ}, 1372$; $NOP=239^{\circ}2'56''$; $OP=5,0396^{\circ}$.

Горловка О. Ю. Р. К. П.

Разрез шахты № 5 и № 6 горизонт 170^с и 210^с.



Затем переходят к вычислению с'емки. Сначала решают по $\text{tang}'\text{ам}$ $\triangle A'B'E$, находят из вычислений $A' = 52^\circ 11' 24''$; $B' = 119^\circ 47' 35''$,4 и $E = 8^\circ 1' 0''$,6 — как из вычислений, так и из наблюдений.

Простирание линии AB на горизонте — 210° определено способом Ганзена, помещенного в ориентировках этим способом.

Далее приступают к вычислению координат угловых точек.

Точки	Длина	Углы	Простирание	Δy	Δx	y	x	Опред. точки	Приме- чание
На горизонте 170°									
HG			25°49'20"			-1210,162	+890,708	G	Размеры в саженях.
GF	1,9155	271°0'20"	116°49'40"	+1,7093	-0,8645	-1208,4526	+889,8435	F	
FE	33,463	271°58'38"	208°48'18"	-16,1235	-29,3224	-1224,5761	+860,5211	E	
EA'	3,973	190°42'42"	219°31'0"	-2,5280	-3,0649	-1227,1041	+857,4562	A'	
A'B'	0,6385	52°11'24" *)	347°19'36"	-0,1401	+0,6229	-1227,2442	+858,0791	B'	
B'E	3,6171	119°47'35",4	47°32'0",6	+2,6682	+2,4421	-1224,5761	+860,5261	E	
На горизонте 210°									
AB	0,6385		347°19'36"			-1227,2442	+858,0791	B	Размеры в саженях.
BC	3,0375	113°18'5" *)	54°1'31"	+2,4582	+1,7843	-1224,7860	+859,8634	C	
CA	3,3415	10° 6'52",5	223°54'38",5	-2,3175	-2,4073	-1227,1035	+857,4561	A	
AC	3,3415		43°54'38",5			-1224,7860	+859,8634	C	
CK	18,7964	195°43'43",16	28°10'54",89	+8,877	+1,6568	-1215,909	+876,4315	K	
KL	4,000	150°42'8",16	358°53'3"	-0,0779	+3,9992	-1215,9869	+880,4307	L	
LM	6,000	134°45'13"	313°38'13"	-4,3423	+4,1406	-1220,3292	+884,5713	M	
MN	4,3967	225°47'58"	359°26'14"	-0,0432	+4,3965	-1220,3724	+888,9678	N	
NO	5,1372	220°16'50"	39°43'4"	+3,2827	+3,9515	-1217,0897	+892,9193	O	
OP	5,0396	239°2'56"	98°46'	+4,9807	-0,7681	-1212,1090	+892,1512	P	

Имея координаты угловых точек P и G , определяют простирание линии PG и ее длину, а по простиранию линий OP и PG высчитывают угол задания центра шахты.

Д а н н ы е			В ы ч и с л е н н ы е			Примеч.
Точки	y	x	Простирания	Длина	Угол задания	
P	$-1212,1090$	$+892,1512$	$PG = 126^\circ 32' 59''$	$2,4233$	$OPG = 207^\circ 46' 59''$	
G	$-1210,162$	$+890,708$				

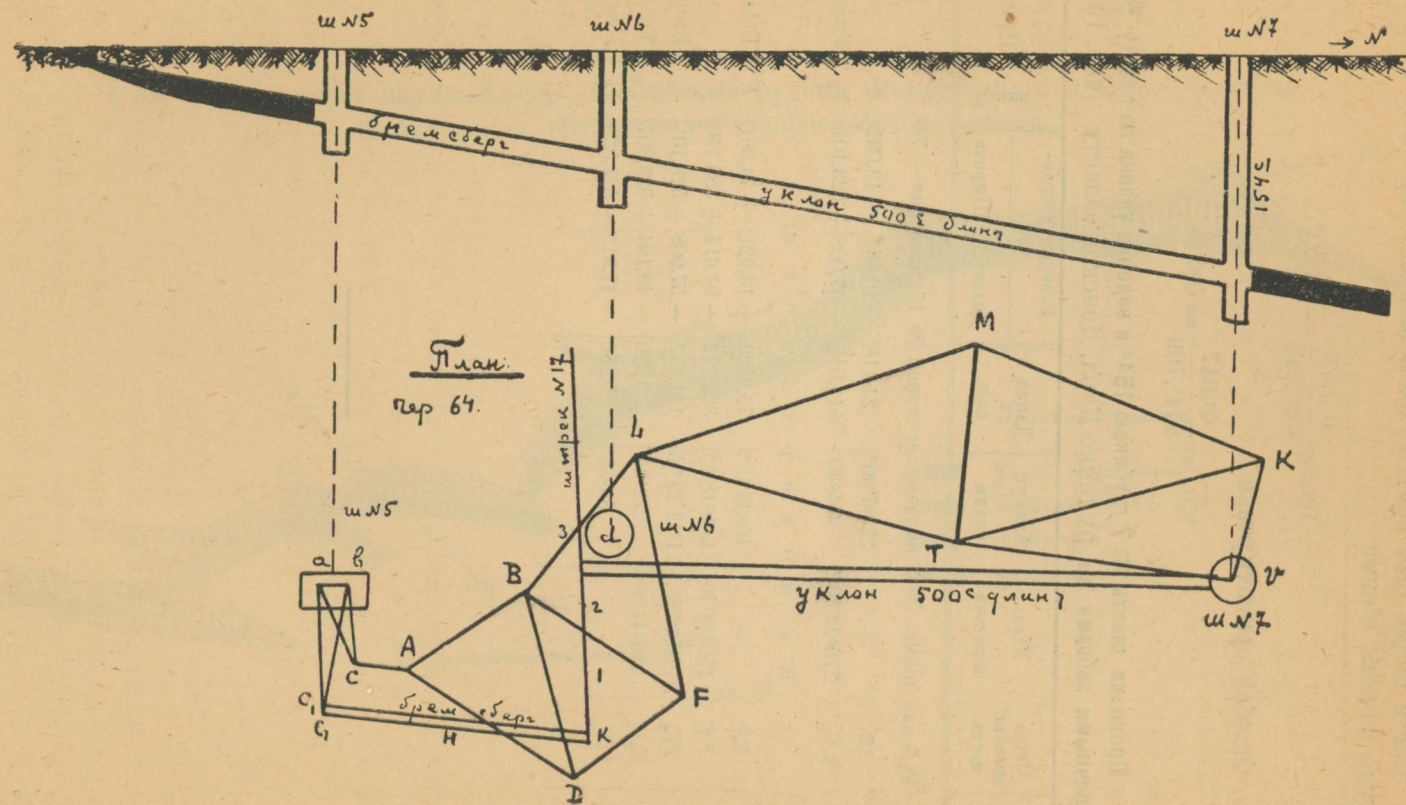
Теперь ставят в точке P теодолит и при линии OP строят высчитанные—угол задания OPG и меру линии PG' . В центре шахты при линии PG' строят угол $PG'i' = 79^\circ 16' 21''$, — тогда линия $G'i'$ определит ось шахты.

*) Углы правые.

§ 57. Углубление шахты снизу вверх в пологопадающих выработках шахты № 6 рудника Карл, Криндачевка, Донской области (чер. 132 и 133).

Д а н н ы е с' е м к и					Г л а в н ы е к о о р д и н а т ы			П р и м е ч а н и е
△	Опре- делен. места	Угол полигона	Азимут стана	Длина в саж.	Долгота	Широта	Точки	
BFd	BF	42° 37' 3",3	10° 36' 12"	75,6523	+13,921	+ 74,361	F	Шахта № 6 на поверхности
	Fd	24° 37' 18"	215° 13' 30"	55,5507	—18,120	+ 28,982	d	
	dB	112° 45' 38",7	147° 59' 8",7	34,1803	± 0,000	± 0,000	B	
BDF	BD	70° 19' 12"	80° 55' 24"	93,951	+92,775	+ 14,822	D	
	DF	46° 7' 54"	307° 3' 18"	98,807	+13,921	+ 74,361	F	
	FB	63° 32' 54"	190° 36' 12"	75,6523	± 0,000	± 0,000	B	
BAD	BA	71° 21' 40"	152° 17' 4"	138,900	+64,600	—122,964	A	
	AD	39° 16' 20"	11° 33' 24"	140,635	+92,774	+ 14,820	D	
	DB	69° 22' 0"	260° 55' 24"	93,951	± 0,000	± 0,000	B	
П о л и г о н н а я с' е м к а								
	BA	—	152° 17' 4"	138,900	+64,600	—122,964	A	
	AC	212° 54' 46"	185° 11' 50"	10,0557	+63,6076	—133,8747	C	
О р и е н т и р о в к а н а п о в е р х н о с т и								
Cab	a	275° 39' 15",9	280° 51' 5",9	1,3984	+62,2342	—133,6115	a	Отвес
	ab	255° 16' 56",2	356° 8' 2",4	0,982	+62,1680	—132,6317	b	Отвес
	bc	314° 40' 31"	130° 48' 33",3	1,902	+63,6076	—133,8747	C	
О р и е н т и р о в к а в ш а х т е г о р и з о н т 53 с								
b ₁ a ₁ C ₁	b ₁ a ₁	—	176° 8' 2",1	0,982	+62,2342	—133,6115	a ₁	Отвес
	a ₁ C ₁	92° 59' 58"	89° 8' 0",1	2,5670	+64,7999	—133,5727	C ₁	Точка в шахте
	C ₁ b ₁	20° 31' 56",2	289° 39' 56",1	2,796	+62,1670	—132,6318	b ₁	Отвес
П о л и г о н н а я с' е м к а в ш а х т е								
	a ₁₁	—	89° 8' 0",1	2,567	+64,7999	—133,5727	C ₁	Мера 55,220 ^с α = 8° 10'; Мера 98,474 ^с α = 7° 16' 30"
	C ₁ G	182° 27' 59",9	91° 36' 0"	7,4840	+72,2810	—133,7817	G	
	GH	90° 16' 54"	1° 5' 54"	54,637	+74,0750	— 79,1742	H	
	HK	180° 14' 48"	2° 7' 42"	97,6813	+77,7026	+ 18,4397	K	
Ш т р е к № 17								
	HK	—	2° 7' 42"	97,6813	+77,7026	+ 18,4397	K	Центр шахты № 6 на горизонте— 73 с
	K 1	85° 50' 42"	267° 58' 24"	19,638	+58,0769	+ 17,7452	1	
	1. 2	181° 15' 24"	269° 13' 48"	54,208	+ 3,8738	+ 17,0167	2	
	2. 3	169° 53' 42"	259° 7' 30"	21,118	+16,8649	+ 13,0324	3	
	3. d	276° 22' 30"	355° 30' 0"	16,000	+18,120	+ 28,982	d	

Рудник Карл
Акционерного Общества Рудник Карл. Кригдачевка, Дон. обл.
Разрез.



Когда целик был сбит, то оказалась ошибка около $10^{\circ}/m = 0^{\circ},047$, откуда ошибка с'емки

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,047}{459^{\circ},243} = 0^{\circ}0'21''.$$

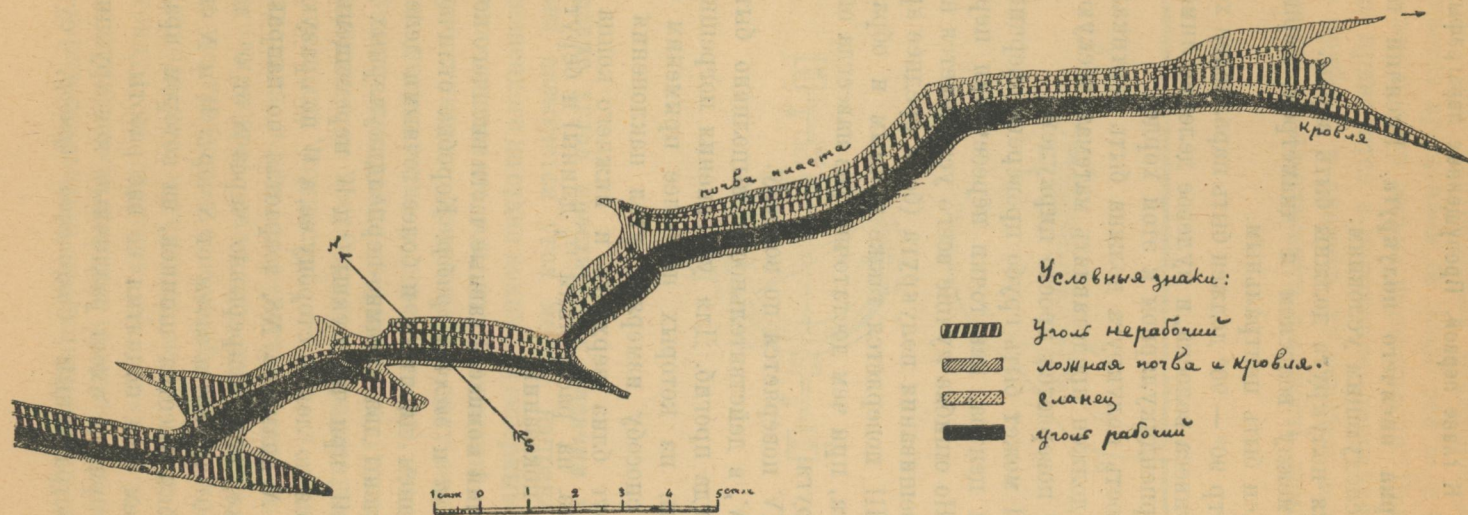
Ошибка ориентировки

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{0^{\circ},047}{274^{\circ},709} = 0^{\circ}0'28''.$$

Проходка шахты № 7 глубиною 154° и ведение уклона по пласту 500° длины встречными забоями на руднике Карл, Донской области (чер. 132 и 133).

Δ	Определение места	Угол полигона	Азимут стана	Длина в саж.	Главные координаты		Точки	Примечание
					Долгота	Широта		
Рабочая шахта № 7 подземная; штрек № 17 горизонт — 73°.								
	2.3	—	259°7'30"	21,118	— 16,865	+ 13,032	3	—
	3.V ₂	276°22'30"	355°30'	511,646	— 57,008	+ 523,101	V ₂	Уклон 511,646°.
Н а п о в е р х н о с т и.								
	BF	—	10°36'12"	75,6523	+ 13,921	+ 74,361	F	Базис.
	FT	150°41'49"	341°18'1"	329,172	— 91,614	+ 386,156	T	—
	TV ₂	212°53'28",5	14°11'29",5	141,212	— 57,008	+ 523,101	V ₂	Второй проект.
	V ₂ V ₃	238°44'30"	72°55'	9,220	— 48,194	+ 525,807	V ₃	Третий проект.
	V ₃ V ₄	—	85°30'	0,280	— 47,915	+ 525,829	V ₄	Центр шахты № 7; четвертый проект.

§ 58. Из «Геологии маркшейдера». Горловский рудник. Нарушение в пласте «Девятка»
на горизонте 110^г перед Главным Сбросо-сдвигом.



Чертеж 64.

К главе первой. Пропущенные параграфы.

§ 8. Поверка висячего полукруга. Висячий полукруг должен удовлетворять следующим условиям:

I. Деления полукруга должны быть верны.

II. Угол между волоском и диаметром, перпендикулярным к $90^\circ - 90^\circ$, должен быть центральным.

III. Диаметр $90^\circ - 90^\circ$ должен быть параллелен хорде, проходящей через точку привеса волоска, и нулевое деление лимба должно лежать на радиусе, перпендикулярном к этой хорде.

IV. Плоскость полукруга должна быть вертикальна.

V. Шнур должен представлять математическую прямую.

Условие I проверяется просто циркулем.

Условие II может быть грубо проверено очерчиванием полукруга и нахождением центра, как точки пересечения перпендикуляров из середин хорд. Но ошибка лучше всего устраняется на практике путем двойного перевешивания полукруга (беря среднее арифметическое).

Условие III проверяется также прямым и обратным подвешиванием полукруга, при чем достаточно раз навсегда определить ошибку данного полукруга.

Условие IV проверяется по волоску.

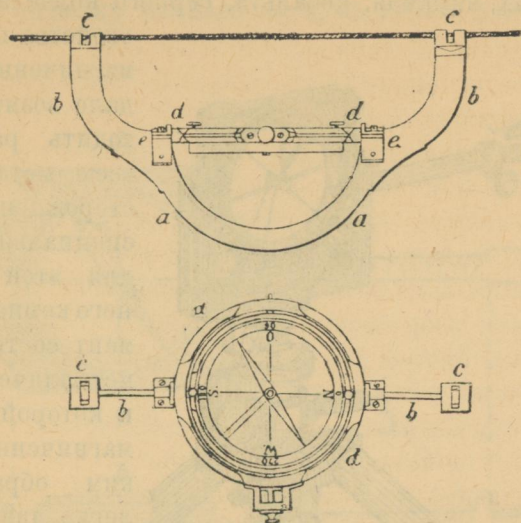
Условие V, в действительности, выполнено быть не может, т. к. шнур дает всегда прогиб. Для устранения погрешности существуют разные способы, из которых наиболее применим способ Либенама.

По этому способу измеряют угол наклона два раза, перевешивая полукруг близ верхнего и нижнего конца круто-натянутого шнура (приблиз. на расстоянии $\frac{1}{3}$ длины) и берут среднее арифметическое обоих показаний.

§ 9. Висячий компас. Главные части висячего компаса составляют: *компасная коробка и висячий прибор*. Коробка отличается от буссолей только отсутствием диоптров и более точными делениями лимба. На дне ее прочерчены два взаимно-перпендикулярных диаметра, обозначаемые *NS* и *OW*, при чем буквы *O* и *W* перемещены относительно *N*, т. е. *O* находится по левую сторону ее, а *W* по правую. Счет делений на лимбе идет от *N* диаметра *NS*, возрастая по направлению, обратному часовой стрелке, или непрерывно через *S* от 0° до 360° , или от *N* через *O* к *S* от 0° до 180° и затем от *S* через *W* и *N* снова от 0° до 180° . В центре коробки имеется шпинец, на котором вращается стрелка с приспособлением для поднятия ее вне работы.

Висячий прибор имеет различные конструкции. Укажем здесь весьма распространенный *Саксонский прибор*, сущность которого

видна из чертежа. Вне употребления компасное кольцо вместе с буссолью совмещается вращением ее около оси *ee* с плоскостью висячего прибора, делая прибор весьма портативным. При провешивании, плоскость кольца приводится в положение, перпендикулярное к плоскости висячего прибора, и диаметр *NS* коробки должен совпадать с проекцией шнура на горизонтальную плоскость лимба.

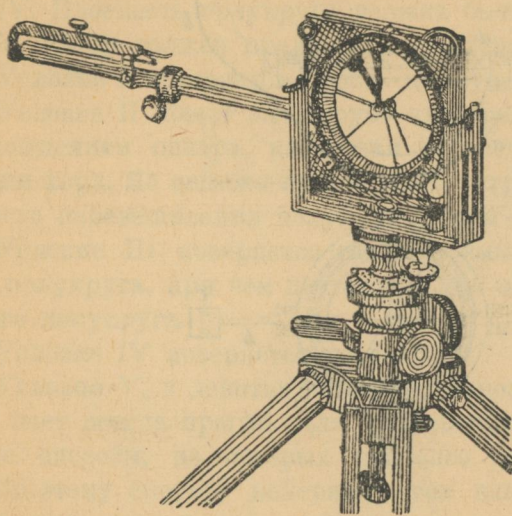


§ 10. Измерение углов простираения висячим компасом. Углом простираения стана называется угол между направлением диаметра 0° — 180° (*NS*), подвешенного на стане компаса и северным концом стрелки. Принцип измерения основан на том, что магнитная стрелка, свободно вращаясь на острие шпильки, принимает, в силу земного магнетизма, всегда одно и то же направление (с севера на юг), что обуславливает, очевидно, возможность измерения переменных углов, составляемых любыми направлениями с ее постоянным направлением.

Простота и легкость компасной с'емки, в связи с такой же простотой вычерчивания плана посредством того же компаса (при помощи накладного прибора), дают ему широчайшее применение во всех случаях, где не требуется особенной (теодолитной) точности, и где отсутствует отклонение магнитных масс. Но и в присутствии таковых, не претендуя на верность абсолютную, он несколько не умаляет точности относительной и может отлично служить для измерения углов между горизонтальными проекциями двух соседних станов.

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Магнитный рудничный инструмент «Магнитометр» Фр. Н. Берга, в Стокгольме. Магнетизм железных руд, а также встречающийся в рудах медных, цинковых, никкеля, кобальта, серного колчедана и др. имеет



Чертеж 1. Магнитометр Ф. Н. Берга.

свойство притягивать намагниченную стрелку, что дало возможность производить разведки почти всех металлоносных месторождений посредством специально построенного для этой цели рудничного компаса. Этот инструмент состоит из круглой металлической коробки, к которой подвешена намагниченная стрелка таким образом, что она легко движется в плоскости как горизонтальной, так и вертикальной, и уравновешена так, что занимает горизонтальное

положение в то время, когда на нее действует только земной магнетизм и когда он не обнаруживает притягательной руды. При употреблении рудничного компаса, достаточно наблюдать положение намагниченной стрелки, что позволяет обнаруживать существование притягательных руд и их приблизительное протяжение даже и там, где руды покрыты рыхлым грунтом или водой, отчего они не могут быть прямо наблюдаемы.

Магнитометр Талена. Магнитометр Талена есть упрощенное видоизменение теодолита Ламона.

Он состоит из компаса склонения *A* (план чер. 2; разрез чер. 3) приблизительно 8 с/м. диаметра, имеющего градусное кольцо, разделенное на целые и половинные градусы.

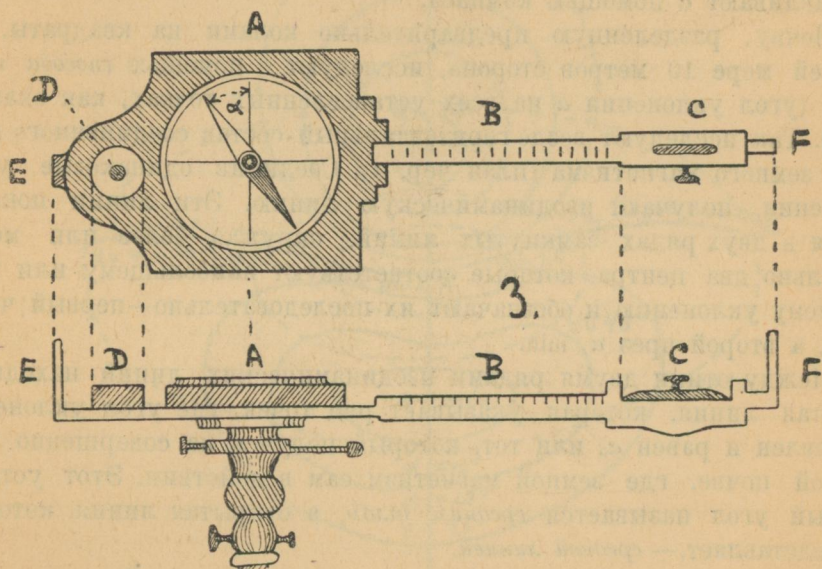
Перпендикулярно диаметру, который проходит через точку нуля деления, прикреплена к коробке компаса ручка *B*, длиной от 20 до

22 с/м. По ручке, разделенной на м/м., движется медная муфта, в которую при желании вкладывается искусственный магнит, который может быть приближаем и отдаляем от коробки.

Инструмент вращается вокруг вертикальной оси, снабжен уровнем D для визирования диоптрами FE и треножником.

При пользовании магнитометром Талена обыкновенно применяют способ, называемый *способом тангенсов*.

Приводят инструмент сначала в горизонтальное положение и устанавливают стрелку компаса на нуль после удаления магнитного



Чертеж 2, 3.

уклонения C . Сделав это, помещают уклонение на ручку и читают угол уклонения α .

Можно пользоваться и другим способом, называемым *способом синусов*. В этом случае, после приведения инструмента в горизонтальное положение, сначала помещают магнитное уклонение C на свое место. Затем приводят стрелку компаса на нуль, после чего удаляют магнит и читают угол уклонения α .

Этот способ более чувствительный, чем первый, так как дает самые большие углы уклонения. Он применяется, когда дело касается теоретических подсчетов и получения результатов более точных. В практике же предпочитают пользоваться в большинстве случаев

способом тангенсов, так как он более удобен и требует при работе меньше времени.

Этот способ применяют и в том случае, когда прибор Талена скомбинирован с прибором весов наклона Тибера.

Перед началом каждого ряда измерений на земле, содержащей магнитные руды, прилаживают в отдалении магнитных месторождений магнитометр на почве совершенно бесплодной, где земной магнетизм сам в действии так, что угол отклонения α становится, например, равным 30° угла, который обозначает его через α .

Сделав это, возвращаются к почве, где хотят точно исследовать точное месторождение магнитных залежей, присутствие которых устанавливают с помощью компаса.

Почву, разделенную предварительно колами на квадраты, по крайней мере 10 метров сторона, исследуют с помощью способа тангенсов (угол отклонения α на всех установленных точках, как сказано выше). Так исследуют везде горизонтальный состав соединенного действия земного магнетизма (план чер. 4). Соединив одинаковые углы отклонения, получают изодинамическую линию. Эти линии показываются в двух рядах замкнутых линий, окружая более или менее правильно два центра, которые соответствуют наибольшему или наименьшему отклонению и обозначают их последовательно — первый, через $\alpha_{\max}$, а второй через $\alpha_{\min}$.

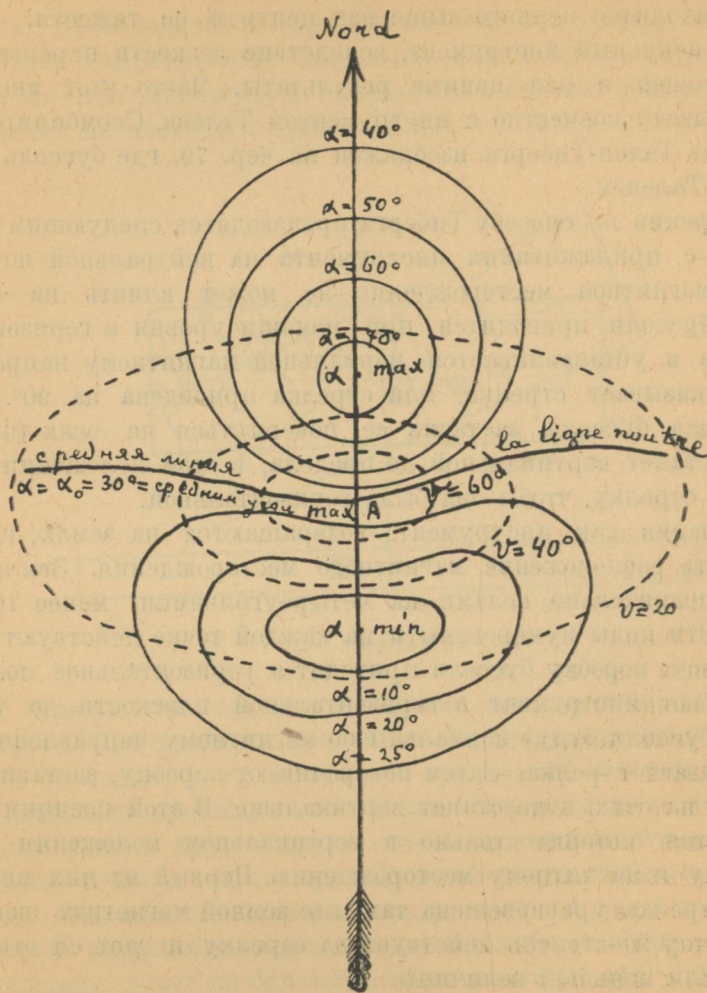
Между этими двумя рядами изодинамических линий находится открытая линия, которая указывает ряд точек, где угол отклонения установлен и равен α_0 или тот, который получен на совершенно бесплодной почве, где земной магнетизм сам в действии. Этот установленный угол называется *средним углом*, а открытая линия, которую он представляет, — *средней линией*.

Результаты, к которым приходят по виду этих линий, следующие: 1 : 0 — линия, которая присоединяет две точки $\alpha_{\max}$ и $\alpha_{\min}$ угла отклонения, указывает направление магнитного меридиана руды. 2 : 0 — пересечение A (фиг. 111) магнитного меридиана и средней линии указывает точку, под которой находится центр главной массы руды, если условие $\alpha_0 < 3 \sin \alpha_{\min}$ выполнено. В этом случае руда приходится вплотную под кровлю, более или менее значительную, мертвой почвы или других недавних образований.

Если упомянутое условие невыполнено, — главная масса руды будет встречаться выше точки $\alpha_{\min}$, или между этой точкой и пересечением магнитного меридиана и средней линии. В этом случае руда прикасается к поверхности, или сейчас под поверхностью.

Наконец, чтобы охватить правильные результаты этих измерений, важно знать уровень почвы, где они произошли. Это особенно необ-

ходимо, когда разница уровня более или менее значительна. В этом случае магнетические измерения не могут быть объяснены, если не имеют карту уровня почвы.



Чертеж 4.

- изодинамические линии — изогонические — линии одинакового склонения, идущие с севера на юг.
- изоклинические линии — линии одинакового наклонения, идущие по параллельным кругам.

Способы тангенсов и синусов применяются не только при изыскании, но и при изучении рудников при эксплуатации.

Весы наклонения Тиберга. Исследование магнитного месторождения производится также и инструментом Тиберга. Он состоит из буссоли 8 см. в диаметре, стрелка которого подвешена в положении возможности вращения в одной плоскости. Инструмент этот дает возможность получить склонения в двух положениях, так как ось подвешивания стрелки находится немного выше над центром ее тяжести.

Этот искусный инструмент, вследствие легкости переноски, широко применен и дал ценные результаты. Часто этот инструмент используют совместно с инструментом Талена. Скомбинированный инструмент Тален-Тиберга изображен на чер. 79, где буссоль Тиберга замещена Таленом.

Измерения по способу Тиберга производятся следующим образом: начинают с прилаживания инструмента на нейтральной почве, где никакое магнитное месторождение не может влиять на стрелку. Коробка буссоли приводится при помощи уровня в горизонтальное положение и устанавливается нормальной магнитному направлению, которое указывает стрелка, или стрелка приведена на 90° . Сделав это, вращая буссоль, заставив ее повернуться на осях (пружин.), пока она станет вертикальной до предела, в этом положении уравнивают стрелку, чтобы она была горизонтальной.

Приладив так инструмент, возвращаются на землю, где хотят исследовать расположение магнитного месторождения. Земля разделена предварительно колами на четырехугольники, менее 10 метров сторона. Эти колы нумерованы и на каждой точке действуют следующим образом: коробку буссоли приводят в горизонтальное положение; поворачивают инструмент в горизонтальной плоскости до тех пор, пока оси буссоли будут нормальны по магнитному направлению, которое указывает стрелка. Затем поворачивают коробку, заставив ее повернуться на осях, пока станет вертикально. В этой позиции стрелка подвергнется влиянию только в вертикальном положении земному магнетизму и магнитному месторождению. Первый из них нейтрален, так как стрелка уравновешена там, где земной магнетизм действовал один, а второй — теперь действует на стрелку и дает ей отклонение большей или меньшей величины.

Пусть P есть магнитная сила месторождения, а Q есть вес стрелки, длина которой равна $2l$, O — центр тяжести стрелки, a — расстояние между центром тяжести стрелки и осью подвешивания, и угол отклонения стрелки v ; мы получим равенство

$$P \cdot l \cdot \cos v = Q \cdot a \cdot \sin v,$$

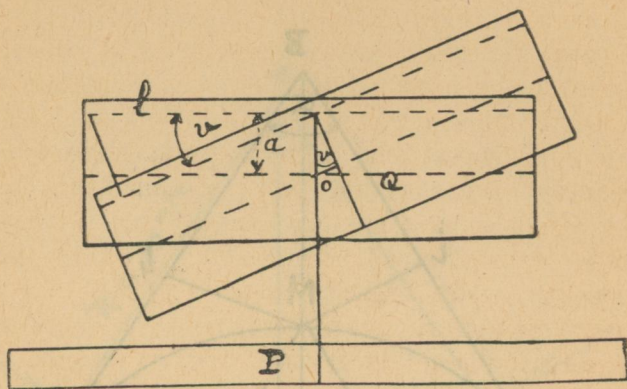
откуда

$$P = \frac{Q \cdot a}{l} \cdot \operatorname{tg} v$$

Таким образом, P прямо пропорционально тангенсу v . Углы уклонения v отмечены и служат для извлечения изоклинических линий посредством соединения точек, имеющих одинаковые наклонения (чер. 5).

Центр месторождения находится всегда под точкой, где $v = v_{\max}$.

Разбивка железнодорожных кривых. Переход от одного направления к другому производится по кривой, касательной к двум данным прямолинейным направлениям. Так, если дорога имеет направление SA (чер. 6), то для перехода в направление DQ обе прямые SA и DQ соединяются на местности кривою AMD .



Чертеж 5.

В большинстве случаев для этого закругления употребляется дуга круга. При разбивке кривой на местности проектируют сначала главные ее точки, т. е., начало A , середину M и конец кривой D , а затем назначают промежуточные точки. Эти последние должны быть настолько близки друг к другу, чтобы заключающаяся между двумя смежными точками часть кривой могла быть принята за прямую. Большая или меньшая близость между собою смежных точек зависит от радиуса закругления, предельная величина которого всегда дана; для железных дорог он берется вообще не менее $150 - 200^\circ$, на станциях — 75° . Расстояние между смежными точками закругления делается тем более, чем более радиус, потому что при большем радиусе кривизна меньше. Пусть на местности назначены две прямые SB и BQ , и требуется составленный ими угол SBQ заменить дугою AMD круга данного радиуса R . Определим для этого сначала положение точек касания A и D и середину M дуги. Поставим в B теодолит, измерим угол $SBQ = \alpha$; тогда центральный угол γ будет

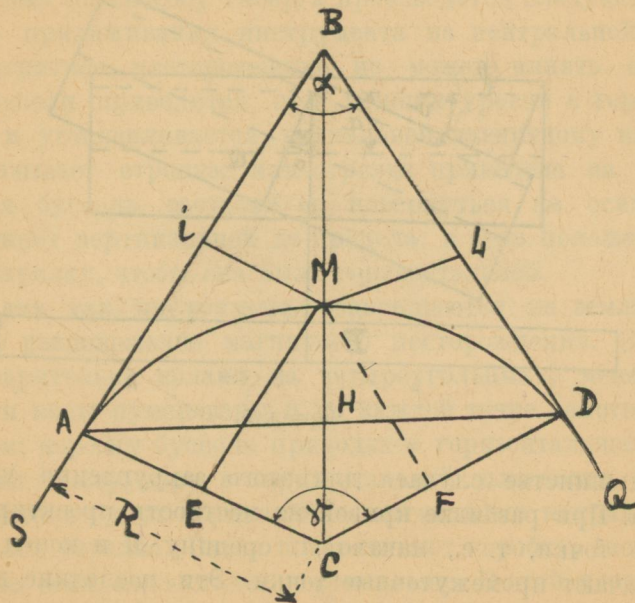
$$\gamma = 180^\circ - \alpha.$$

После этого касательные

$$BA = BD = R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \gamma \dots \dots \dots (1)$$

Отложив эти длины на местности от точки B , получим точки касания A и D . Для определения средней точки M проведем перпендикуляры Mi и ML и вычислим

$$\left. \begin{array}{l} \text{абсциссу} \quad Ai = DL = R \sin \frac{1}{2} \gamma \\ \text{ординату} \quad iM = LM = R - R \cos \frac{1}{2} \gamma \end{array} \right\} \dots \dots \dots (2)$$



Чертеж 6.

Эти выражения получаются непосредственно из чертежа, если через M провести линии, параллельные сторонам AB и DB ; из чертежа имеем: абсцисса

$$Ai = AH \left(Ai = EH = R \sin \frac{\gamma}{2}; AH = R \sin \frac{\gamma}{2} \right).$$

Кроме того, расстояние кривой от вершины B , или иначе, биссектриса BM есть

$$BM = BC - MC = \frac{R}{\cos \frac{\gamma}{2}} - R.$$

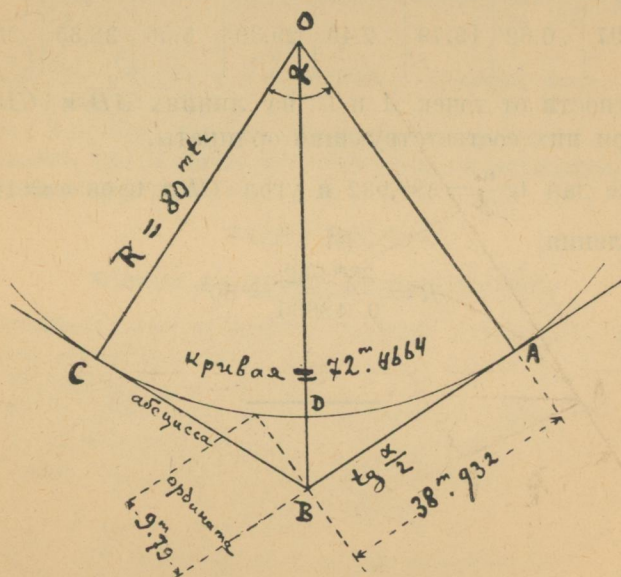
Наконец, можно получить также и длину кривой AMD , ибо

$$\frac{AMD}{\eta R} = \frac{\gamma}{180^\circ},$$

откуда

$$AMD = \frac{\eta R}{180^\circ} \gamma.$$

Чтобы избежать продолжительных вычислений на местности при разбивке закруглений, пользуются таблицами, составленными по выведенным формулам.



Чертеж 7.

Наиболее употребительные таблицы — таблицы Крэнке. Они состоят из двух частей: таблица I содержит длины касательных, длины всей дуги, полухорду, координаты средней точки кривой и биссектрису. Все эти величины вычислены для радиуса $R = 1000$. Аргументом в этой таблице служит центральный угол AOC (чер. 7), дополняющий до 180° , непосредственно измеренный угол ABD .

Пример. Если дан радиус закругления $R = 80^m$ и угол $ABC = 128^\circ 6'$, то центральный угол $\alpha = 180^\circ - 128^\circ 6' = 51^\circ 54'$. Из I таблицы разбивки железнодорожных кривых г. Моржева взамен Крэнке видно, что центральному углу $\alpha = 51^\circ 54'$ (чер. 7) при радиусе, равном еди-

нице $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0.48665$, а для данного случая абсцисса $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0.48665 \times \times 80^m = 38^m,932$. Кривая для цен. уг. $\alpha = 0.90583 \times 80^m = 72^m,4664$.

Из II таблицы при радиусе закругления $R = 80^m$ имеем:

Абсц.	Ордин.	Абсц.	Ордин.	Абсц.	Ордин.	Абсц.	Ордин.
2	0.03	11.96	0.90	21.72	3.01	31.15	6.32
4	0.10	13.93	1.22	23.64	3.57	32.99	7.12
5.99	0.22	15.89	1.59	25.54	4.19	34.80	7.96
7.99	0.40	17.85	2.02	27.43	4.85	36.59	8.86
9.97	0.62	19.79	2.49	29.30	5.56	38.35	9.79

На местности от точек A и C на линиях AB и CB строят абсциссы, а при них соответствующие ординаты.

Если же дан $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 38^m,932$ и угол CBA $\operatorname{tg}'\text{ов}$ $\alpha = 128^\circ 6'$, то радиус закругления

$$R = \frac{38^m,932}{0.48665} = 80^m$$

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
Предисловие	3
Введение	5

(Предмет маркшейдерского искусства и его основная задача).

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

Определение направления астрономического меридиана.

§ 1. Подготовка к определению направления астрономического меридиана	9
§ 2. Способ звездных высот	12
§ 3. Определение меридиана наблюдением Полярной звезды	14
§ 4. Способ солнечных высот	17
§ 5. Отметка астрономического меридиана на местности	22
§ 6. Перенесение направления астрономического меридиана в маркшейдерскую комнату	24

ГЛАВА ВТОРАЯ.

С'емка висячими инструментами.

§ 7. Обозначение точек и линий в руднике и измерение их длины	25
§ 8.*) Поверка висячего полукруга	134
§ 9.*) Висячий компас	—
§ 10.*) Измерение углов простираения висячим компасом	135
§ 11. Поверки висячего компаса	26
§ 12. Производство с'емки висячими инструментами	28

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Теодолитная рудничная с'емка.

§ 13. Задачи теодолитной с'емки	34
§ 14. Классификация и устройство рудничных теодолитов	—
§ 15. Установка и центрировка теодолитов	35
§ 16. Приборы для автоматической центрировки теодолита и сигнала	—
§ 17. Измерение горизонтального угла теодолитом с центрентной и эксцентентной трубой	38
§ 18. Измерение угла наклонения теодолитом	39
§ 19. Производство теодолитной с'емки в выработках гориз. и полог.	40
§ 20. С'емка в выработках вертикальных и крутопадающих	41
§ 21. Составление плана теодолитной с'емки	43

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Ориентировка рудничной с'емки.

§ 22. Задача ориентирной с'емки	44
§ 23. Ориентировка при помощи отвесов	45

*) По независимым от издательства обстоятельствам §§ 8, 9 и 10 были выпущены; они помещены в конце текста.

	Стр.
§ 24. Ориентировка по способу Вейсбаха. Численный пример ориентировки	49
§ 25. Ориентировка по способу Ганзена	51
§ 26. Способы оптического проектирования	53
§ 27. Способ проектирования профессора Шмитта	55
§ 28. Фотографический способ проектирования	—
§ 29. Ориентировка рудника по одному отвесу в 2-х шахтах	56
§ 30. Ориентировка рудника приборами с магнитной стрелкой	—
§ 31. Приборы для магнитной ориентировки. Ориентир-буссоль	59
§ 32. Приборы с нитяным подвесом магнитной стрелки	60
§ 33. Приборы с зеркалом и шкалой	61
§ 34. Числовой пример магнитной ориентировки	64

Рудничная триангуляция.

§ 35. Задачи триангуляции	69
§ 36. Задача Потенота	—
§ 37. Задача Ганзена	71
§ 38. Триангуляционная с'емка	73
§ 39. Измерение «базиса» по способу Струве	74
§ 40. Измерение «базиса» по способу Böhler'a	78
§ 41. Уравновешивание триангуляции малых (рудничных) участков	80
§ 42. Сокращенный способ уравновешивания триангуляции малых (рудничных) участков	83

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Рудничное нивелирование и измерение отвесной глубины шахт.

§ 43. Рудничное нивелирование	102
§ 44. Нивелирные рейки	—
§ 45. Измерение отвесной глубины шахт	104
§ 46. Тригонометрическое нивелирование	—

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Направление забоев выработок.

§ 47. Общее замечание	107
§ 48. Направление забоев при помощи компаса	108
§ 49. „ „ „ „ теодолита	111

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

§ 50. Проектирование маркшейдерского плана	115
§ 51. Быстрое исследование почвы тремя буровыми скважинами	116
§ 52. Прохождение квершлага встречными забоями	117
§ 53. Углубление шахты ниже зумпфа	120
§ 54. Углубление шахты ниже зумпфа через бремсберг	122
§ 55. Углубление шахты снизу вверх (исправление ошибок на Горловском руднике)	124
§ 56. Углубление шахты снизу вверх с ориентировкой по способу Ганзена	127
§ 57. Углубление шахты снизу вверх в пологопадающих выработках	130
§ 58. Из «Геологии маркшейдера». Горловский рудник. Нарушение в пласте «Девятка»	133

ПРИЛОЖЕНИЕ.

Магнитный рудничный инструмент «Магнитометр»	136
--	-----

