

### **Лекция №13.** Маркшейдерские съемки в подготовительных, нарезных выработках. Буссольные съемка. Подвесной буссоли и подвесной полукруг.

На действующем горном предприятии основные требования к выполнению горных работ заложены в проекте отработки шахтного поля. Они реализуются в проектах подготовки и отработки каждого участка и проведения каждой горной выработки в соответствии с планом развития горных работ. В указанных проектах предусматриваются: взаимное пространственное расположение существующих и проектируемых выработок, их линейные размеры, площади сечения, уклоны, элементы систем разработки и т. д. По проекту выработки на маркшейдерский план горных выработок наносится место заложения запроектированных выработок, задается их направление, т. е. решается задача перенесения в натуре предусмотренных проектом геометрических параметров выработок.

Далее выполняется съемка нарезных и очистных выработок, результаты которых отображаются на маркшейдерских планах, вертикальных проекциях и разрезах. Объем и характер работ определяется формой, сложностью залегания полезного ископаемого и применяемой системой разработки. При этом протяженность нарезных и очистных выработок незначительна, поэтому допускается выполнение съемки упрощенными угломерными приборами и инструментами (угломерами, висячей буссолью с полукругом и рулетками). Иногда съемочные работы выполняются теодолитом.

Угломерная и буссольная съемки базируются на теодолитных подземных ходах, характеризуются пониженней точностью и используются в нарезных и очистных горных выработках, съемка которых необходима для правильного их изображения на МЧ (планах).

Периодически должен осуществляться контроль за проведением выработок, соблюдением их геометрических параметров. Сроки его выполнения обусловливаются потребностями производства, скоростью подвигания выработок, их состоянием и т.д.

Результаты угломерных и буссольных съемок существенно дополняются периодически выполняемыми замерами горных выработок, имеющими большое значение для горного предприятия. По результатам замеров пополняются детали маркшейдерских планов горных выработок, определяются объемы выполненных работ, а также добыча полезного ископаемого, сведения о которой используются для контроля оперативного учета добычи. Периодичность замеров устанавливается в соответствии с требованиями производства, но, как правило, месячные маркшейдерские замеры производятся на всех горных предприятиях за исключением разрабатывающих месторождения распространенных строительных материалов, на которых замеры могут выполняться реже.

**Буссольные съемка.** Производство буссольной съемки включает следующие этапы:

- разбивку бусольного хода в выработке;
- измерение магнитных азимутов и углов наклона;
- измерение длин и съемки подробностей;
- обработку и составление плана бусольной съемки.

Например, необходимо проложить бусольный ход по промежуточному штреку между точками 30 и 13 теодолитного хода в наклонных выработках. Вдоль промежуточного штреека в стойки крепи через каждые 15-20 м забивают гвозди (точки 1, 2, 3, 4). От точки 30 до пункта 13 (рис. 31, а) через точки 1, 2, 3, 4 натягивают шнур толщиной 2 - 3 мм. На каждом интервале натянутого шнура (30-1, 1-2, ... 4-13) измеряют магнитные азимуты дважды: в начале и в конце. В условиях нормального магнитного поля разности в повторных измерениях азимута каждого интервала не должны превышать  $45'$ . При необходимости измеряются углы наклона шнурков с помощью подвесного полукруга. Длины сторон измеряются дважды металлической или тесьмойной рулеткой с соблюдением допусков для угломерных съемок.

При повторном измерении длин производится съемка подробностей способом ординат.

Для вычисления дирекционных углов сторон бусольного хода по измеренным магнитным азимутам определяется величина и знак магнитного  $\delta$  склонения на стороне с известным дирекционным углом перед началом бусольной съемки и после ее окончания.

Приведенный способ прокладки бусольного хода применяется в условиях нормального магнитного поля. Наличие аномального магнитного поля обнаруживается по разностям магнитных азимутов сторон хода из двукратного их измерения.

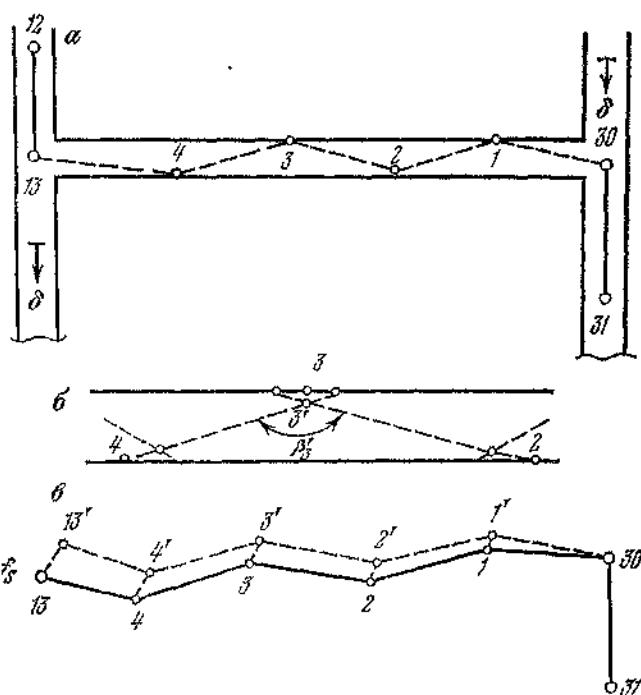


Рис. 31. Схемы буссольной съемки при измерении магнитных азимутов сторон (а), углов (б) и плана буссольного хода (в)

В случае аномалий магнитного поля подвесная буссоль используется как угломерный прибор. Пусть в районе хода, например, вблизи точки 3 (рис. 31, б) обнаружена аномалия. Тогда шнуры, фиксирующие соседние стороны хода 2 и 4, закрепляются таким образом, чтобы они пересекались (например, в точке  $3'$ ). Буссоль подвешивается на шнурах под точкой  $3'$  и измеряются азимуты сторон, выходящих из нее с одним и тем же значением магнитного склонения. Следовательно, их разность будет равна величине угла  $\beta^3$  хода в пределах точности прибора.

При обработке результатов буссольного хода вычисляются средние значения магнитных азимутов сторон хода и их дирекционные углы. По средним длинам сторон и углам их наклона вычисляются горизонтальные проложения каждой стороны; вычисляются приращения и координаты точек хода с точностью до 0,1 м.

Накладка бусольного хода на план может быть выполнена по координатам или по дирекционным углам сторон и их горизонтальным проложениям. Вследствие неизбежных погрешностей длин и дирекционных углов конечная точка бусольного хода, в данном случае точка 13' (рис. 31,

в) не совпадает с точкой 13 теодолитного хода на величину  $f^s = 13-13'$ , называемую линейной невязкой. Точки буссольного хода займут положения 30; 1'; 2'; 3'; 4'; 13'. Если невязка  $f^s$  не превышает 1/200 периметра хода, она распределяется графически, исходя из предположения, что возрастание невязки пропорционально удалению точек хода от исходной точки 30.

При распределении невязки 13—13' на всех точках хода откладываются параллельные ей отрезки в сторону, противоположную невязке. Отрезки 1'-1, 2'-2, 3'-3, 4'-4, определяемые аналитически или графически, фиксируют положение исправленного буссольного хода 30-1-2-3-4-13. Результаты съемки подробностей накладываются на исправленный ход.

**Подвесной буссоль и подвесной полукруг.** Подвесная буссоль с полукругом, несмотря на давность первого применения, используется в современной практике маркшейдерских подземных съемок, хотя и не в качестве основного, но полезного инструмента.

Область ее применения ограничивается съемками небольших по протяженности (нарезных и очистных) горных выработок и подземных горных выработок на мелких разведочных шахтах.

**Подвесная буссоль** (рис. 29) состоит из круглого корпуса 1 и подвеса 2, с помощью которого буссоль крепится к шнуре 3 и приводится в горизонтальное положение. Лимб буссоли 4 - азимутальный, с градусными делениями, возрастающими против хода часовой стрелки от 0 до 360°. В центре корпуса закреплена игла 5, на острие которой вращается чувствительная магнитная стрелка. В нерабочем состоянии буссоли магнитная стрелка закрепляется с помощью арретира.

Перед съемкой следует проверять чувствительность стрелки. Для этого буссоль подвешивают к натянутому шннуру, освобождается арретир и когда стрелка останавливается берут отсчет по любому ее концу. Затем к стрелке подносят предмет, выводят ее из равновесия и, отведя его, после остановки стрелки берут второй отсчет. Если разность отсчетов соответствует точности отсчитывания, то стрелка обладает достаточной чувствительностью. В противном случае устанавливают причины низкой чувствительности, по своему характеру они могут быть механическими и физическими.

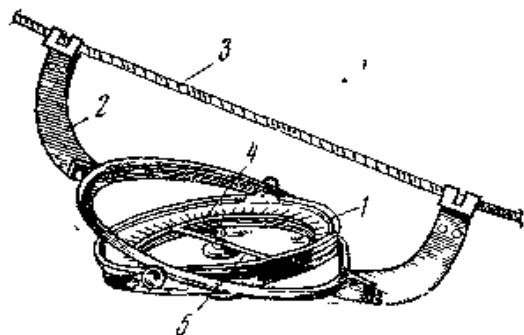


Рис. 29. Подвесная буссоль

К первым относятся дефекты иглы (погнутость, заусеницы, тупое острье) и под пятника (пыль, трещины на его поверхности), которые устанавливаются в результате осмотра через лупу иглы под пятника. В случае необходимости полируется игла и под пятник или заменяются запасными, после чего буссоль снова подвешивается на шнур для оценки чувствительности.

При недостаточной чувствительности стрелка намагничивается.

Следует иметь в виду, что результаты измерений с помощью буссоли содержат ошибки, которые необходимо учитывать. Эти ошибки вызваны следующими причинами:

- несовпадением геометрической оси стрелки с ее магнитной осью;
- несовпадением диаметра  $0 - 180^\circ$  лимба буссоли с вертикальной плоскостью, проходящей через шнур, на котором подвешена буссоль.

Учет указанных индивидуальных погрешностей буссоли при определении дирекционных углов сторон бусольного хода по измеренным магнитным азимутам осуществляется путем определения для данной буссоли и времени съемки величины магнитного склонения  $\delta$ , которое выполняется следующим образом. С маркшейдерских знаков, соответствующих смежным точкам  $A$  и  $B$  теодолитной съемки, опускают отвесы и между ними натягивается шнур так, чтобы он слегка касался нитей этих отвесов. Около точки  $A$  подвешивают буссоль нулевым делением к точке  $B$ . Берут отсчет: по северному концу градусы и доли градуса, а по южному - доли градуса; среднее арифметическое из них представляет собой магнитный азимут  $a_m$  стороны  $AB$ . Для того, чтобы убедиться в отсутствии магнитных масс, буссоль вторично подвешивают у точки  $B$  и повторно измеряют магнитный азимут того же направления. Магнитные азимуты отсчитываются с точностью  $\pm 30'$ ; разность измеренных азимутов не должна превышать  $\pm 30'$ . Искомое склонение  $\delta$  равно

$$\delta = \alpha - a_m,$$

где  $\alpha$  — дирекционный угол направления  $AB$ , известный из теодолитной съемки;  $a_m$  — измеренный магнитный азимут того же направления.

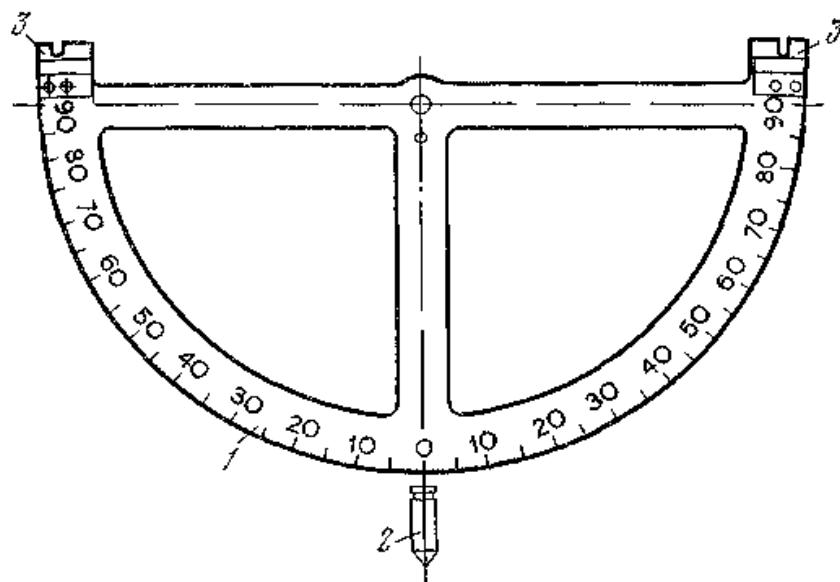


Рис. 30. Подвесной полукруг

*Подвесной полукруг* (рис. 30) предназначен для измерения углов наклона сторон буссольного хода. Он состоит из лимба 1 с делениями от 0 до 90° в обе стороны, отвеса 2, нить которого закреплена в центре полукруга, и двух крючков 3 для подвешивания полукруга на шнур. Нить отвеса при любом положении полукруга в вертикальной плоскости направлена отвесно и фиксирует отсчет, равный углу наклона шнура  $\sigma$ .

При измерениях необходимо соблюдать следующее:

- точка крепления отвеса должна совпадать с центром полукруга;
- линия, проходящая через штрихи, обозначенные 90°, должна быть параллельна линии, проходящей через точки подвеса полукруга к шнуру;
- угол наклона по полукругу отсчитывается с точностью  $\pm 15^\circ$ . Проверка отмеченных выше необходимых условий производится путем измерения углов наклона шнура  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  при двух положениях полукруга. При этом:

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2};$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2},$$

где  $\sigma$  - среднее значение угла без учета указанных ошибок;  $\varepsilon$  - угол между шнуром и диаметром полукруга 90 - 90°.

Если  $\varepsilon \leq 30^\circ$ , то угол наклона измеряют при одном положении полукруга. В противном случае за угол наклона  $\sigma$  шнура принимается среднее из измерений при двух положениях полукруга. При наклоне шнура до 30° полукруг подвешивают на середину шнура. При больших углах наклона шнура в отсчеты по полукругу следует вводить поправки за провес шнура. Однако это не делается, так как при обычном натяжении шнура (79 - 98 Н) и небольших длинах сторон значения поправок находятся в пределах точности отсчитывания по полукругу.