

Лекция № 2. Общие сведения о маркшейдерских съемках.

Под маркшейдерскими съемками на горном предприятии понимают совокупность линейных, угловых измерений и их обработку в принятой системе координат для определения положения координат пунктов опорных съемочных сетей и построения маркшейдерских чертежей (МЧ).

Горно-геологические условия залегания МПИ обуславливают способ их разработки, а последний определяет содержание маркшейдерского обеспечения горного предприятия.

Маркшейдерские съемки при подземном способе разработки МПИ представляют собой сочетание съемок на земной поверхности в районе горного отвода и подземных и ориентирно-соединительных съемок в границах шахтного поля.

Все указанные съемки выполняют в единой системе координат для получения сопоставимых результатов на земной поверхности и в недрах. Это вызвано тесной технологической связью производимых работ на земной поверхности и в горных выработках, а также необходимостью обобщения материалов соседних участков (районов) для использования результатов съемок для других целей в интересах народного хозяйства.

МЧ по материалам маркшейдерских съемок составляют в крупных масштабах 1 : 5000 - 1 : 500.

Изменения внешних условий и влияние подземных разработок на земную поверхность, сооружения и горные выработки обуславливают необходимость производства исполнительных, повторных и дополнительных съемок.

Методы съемок на земной поверхности, выполняемые с целью отображения на планах ее рельефа и ситуации, известны из курса геодезии.

Объектами подземной маркшейдерской съемки в первую очередь являются горные выработки в границах шахтного поля, размещение и состояние которых постоянно изменяются. При этом одни выработки длительное время сохраняются, другие разрушаются, проходка третьих осуществляется вновь.

Рабочие места при проходке горных выработок любого назначения перемещаются в пределах шахтного поля, поэтому для определения их пространственно-временной характеристики на МЧ необходимы периодическая съемка и ведение документации.

Объектами съемки являются также места пересечения разведочными и горными выработками геологических контактов, а именно: кровли и подошвы залежи полезного ископаемого, зоны сместителя, трещин и т. д., характеризующие положение, размеры, форму и строение залежи.

Результаты съемки наносятся на планы горных выработок, геологические разрезы, которые используются в качестве технической документации при решении крупных инженерных задач маркшейдерского обеспечения горного предприятия (текущее и перспективное планирование

горных работ, расчет промышленных запасов полезного ископаемого, управление ими и др.)

Еще одним объектом подземных маркшейдерских съемок являются особые точки и зоны, характеризующие размещение показателей полезного ископаемого и горно-геологические условия разработки. По результатам съемок на МЧ отображаются места измерения залежи полезного ископаемого и его опробования, места вскрытия горными выработками ранее пройденных разведочных скважин, точки суфлярных выделений газа, пожарные участки, охранных и барьерных целиков, границы влияния надработки и подработки при выемке удароопасных залежей и т. д.

Полученная таким образом документация отработанных участков уточняет горно-геологические условия разработки и позволяет более обоснованно прогнозировать их на соседних прилегающих участках.

По назначению и способам измерений можно выделить основные виды подземных маркшейдерских съемок.

Подземная теодолитная съемка представляет собой комплекс угловых и линейных измерений с последующим вычислением координат x , y системы пунктов, закрепленных в горных выработках специальными знаками.

Результаты подземной теодолитной съемки служат геометрической основой для составления маркшейдерской графической документации, используются при решении ряда инженерных задач и являются составной частью маркшейдерского обеспечения производства горных работ.

Ориентирно-соединительная съемка устанавливает геометрическую связь между подземными съемками и съемками на земной поверхности и дает возможность определять положения пунктов в горных выработках и на земной поверхности в единой системе плоских прямоугольных координат, что позволяет совмещать планы горных выработок с планами земной поверхности, графически или аналитически решать задачи, требующие взаимной увязки горных выработок с объектами на земной поверхности.

Переданные с земной поверхности в горные выработки дирекционный угол α и координаты x , y являются исходными величинами для развития подземных теодолитных съемок, т. е. все плановое обоснование горных выработок создается по результатам ориентирно-соединительных съемок.

Подземная вертикальная съемка позволяет определять высоту (координату z) пунктов в принятой системе высот для однозначного определения положения подземных объектов в пространстве. Вертикальная подземная съемка включает: передачу координаты z с земной поверхности на горизонты горных работ (вертикальная соединительная съемка), геометрическое нивелирование по горизонтальным выработкам и тригонометрическое нивелирование по наклонным.

Съемка нарезных и очистных выработок выполняется в стесненных условиях и, как правило, с помощью приборов пониженной точности

(буссольная, угломерная съемки). Ее результаты используются для пополнения графической документации и решения некоторых горных задач.

Замеры горных выработок позволяют решить задачу привязки забоев и контуров горных выработок к ближайшим пунктам подземной теодолитной съемки с применением простейших приемов измерений. Результаты замеров используются для пополнения МЧ, определения объемов добычи и выполненных горных работ.

Основные требования к выполнению маркшейдерских съемок. Общность методов измерений (натурные угловые и линейные) и их обработки в геодезии и маркшейдерском деле определяет основные требования к выполнению маркшейдерских съемок.

Так же как и в геодезии, в качестве первого основного требования выступает необходимость ведения съемок по принципу от общего к частному, так как при этом уменьшается возможность накопления неизбежных погрешностей измерений и повышается точность съемки.

В соответствии с указанным требованием при съемках на земной поверхности вначале создается опорная сеть триангуляции на большой площади, на основе которой, в зависимости от условий, развиваются сети сгущения и только после этого производится съемка рельефа и ситуации.

При подземной съемке это требование проявляется в следующем. От шахтного ствола к границам шахтного поля, по результатам ориентирно-соединительной съемки, капитальным и основным подготовительным выработкам создаются опорные сети, на базе которых развивается съемочное обоснование в выработках разного назначения для производства съемок.

Второе основное требование относится к точности съемки, определяемой погрешностями измерений для необходимой надежности созданной геометрической основы маркшейдерского обеспечения горных работ и их безопасности. Избыточная точность съемки приводит к излишним затратам труда и времени, поэтому маркшейдер должен выбрать оптимальный метод измерений.

Вопросы погрешностей измерений рассматриваются в специальном курсе «Теория ошибок и способ наименьших квадратов». Поэтому рассмотрим лишь общие положения, используемые в последующем изложении.

Результаты маркшейдерских измерений всегда содержат некоторую погрешность. Измерения подразделяются на необходимые и избыточные. Если угловая или линейная величина измерена n раз, то необходимым является одно измерение, а остальные $n-1$ измерения - избыточные и служат для контроля и оценки качества измерений.

Погрешности, возникающие при измерениях, подразделяются на грубые, систематические и случайные. Грубые - результат недостаточного профессионального навыка и внимания исполнителя при измерениях (обнаруживаются повторными измерениями и сравнением их результатов).

Систематические погрешности вызваны рядом факторов, действующих одинаково при повторных измерениях. К ним относятся погрешности измерений, обусловленные несовершенством применяемых измерительных средств (приборные погрешности), действием внешних условий на измерения, например, температуры, а также вследствие личных особенностей наблюдателя. Систематические погрешности измерений исключаются или уменьшаются с помощью соответствующей методики измерений.

Все остальные погрешности, которые невозможно исключить и предвидеть, относятся к случайным; они неизбежны.

Точность выполненного измерения оценивается абсолютной или относительной величиной погрешности, последняя иногда выражается в процентах.

Случайные погрешности обладают следующими свойствами:

- равновероятно появление случайных погрешностей, равных по величине и противоположных по знаку;
- малые по абсолютной величине случайные погрешности встречаются чаще, чем большие;
- случайные погрешности по абсолютной величине не могут превосходить известного предела для данных условий измерений;
- среднее арифметическое из случайных погрешностей равнозначных измерений стремится к нулю при неограниченном возрастании числа измерений.

Погрешность результата измерений выражается разностью

$$\delta = l - x,$$

где l — измеренное значение; x — точное значение измеренной величины.

При достаточно большом числе измерений выражение преобразуется к виду

$$|\delta| = |l| - nx.$$

Разделив формулу на n , получим

$$x = \frac{|l|}{n} - \frac{|\delta|}{n}$$

Учитывая четвертое свойство случайных погрешностей, будем иметь

$$x = \frac{|l|}{n},$$

т. е. среднее арифметическое из результатов измерений величины является наиболее вероятным ее значением. Однако средняя арифметическая погрешность δ/n не определяет полностью точность измерений. Поэтому для оценки точности измерений используют среднюю квадратическую погрешность, представляющую собой корень квадратный из суммы квадратов погрешностей, разделенной на число измерений:

$$m = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{n}}.$$

Формула справедлива при большом числе измерений, в случае ограниченного числа измерений недостаточно надежна: при этом она содержит погрешность m_m , вычисляемую по формуле

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2n}}.$$

Вероятность появления средней квадратической погрешности, равной m , составляет 0,32, т. е. в 32 случаях из 100. Случайные погрешности величиной $2m$ возникают в 5 случаях из 100, а случайные погрешности $3m$ - в 3 случаях из 1000. Следовательно, появление утроенной средней квадратической погрешности мало вероятно. Она называется предельной. В качестве допустимой случайной погрешности принимают двойную величину средней квадратической погрешности ($2m$).

Действующая Инструкция по производству маркшейдерских работ определяет требования к точности отдельных видов маркшейдерских съемок и способам измерений, которые являются нормативными, т. е. подлежащими обязательному выполнению.

Основным требованием к производству маркшейдерских съемок является обязательный контроль их выполнения, позволяющий вовремя обнаружить и исправить дополнительными измерениями грубую погрешность. Так, расстояние между двумя точками измеряется дважды, при определении горизонтальных углов берут контрольные отсчеты и т. д. Такой контроль называется полевым.

Полевой контроль, будучи необходимым, не является достаточным критерием для оценки точности съемки, так как не выявляет некоторые источники погрешностей, например, влияние погрешности центрирования прибора и сигналов. Поэтому при камеральной обработке производится заключительный контроль и оценка точности. Так, контроль правильности измерений и оценка точности в замкнутом полигоне выполняются по угловым и линейным невязкам. По этим же причинам многие виды подземных съемок выполняются дважды, чаще в прямом и обратном направлениях.