

Общие сведения о маркшейдерском обеспечении разработки подземным способом

Подземной маркшейдерской съемкой называется совокупность пространственно-геометрических измерений и вычислений, имеющих своими целями:

а) графическое изображение на планах, вертикальных проекциях и разрезах горных выработок, проходимых в недрах, формы залегания полезного ископаемого и геометрии распределения его свойств;

б) решение различных геометрических задач, возникающих при разведке, строительстве горного предприятия и эксплуатации месторождения.

Подземные горные выработки расположены на различных горизонтах и недоступны общему зрительному восприятию человеком. Эти выработки связаны как между собой, так и с объектами, расположенными на земной поверхности. Следовательно, для увязки работ, выполняемых на различных горизонтах и на земной поверхности, подземные маркшейдерские съемки обязательно должны быть увязаны с наземными и

Объектами подземных маркшейдерских съемок являются:

- капитальные, подготовительные, нарезные и очистные горные выработки;
- водоотливные, вентиляционные, противопожарные устройства и сооружения, транспортные пути;
- элементы геологического строения месторождения, т. е. видимые контакты пород и полезного ископаемого, тектонические нарушения, места взятия проб, устья разведочных выработок и т. д.

Подземные маркшейдерские съемки подразделяют на следующие виды.

Соединительные съемки (горизонтальные и вертикальные) предназначены для установления геометрической связи съемок, выполненных на земной поверхности и в подземных горных выработках. Производство данных видов съемок позволяет решить задачу передачи дирекционных углов и пространственных координат x , y , z с поверхности в горные выработки, что обеспечит построение планов поверхности и подземных горных выработок в единой системе координат, принятой на поверхности.

Подземные горизонтальные съемки осуществляют для создания в капитальных горных выработках подземных маркшейдерских опорных сетей и развития на их основе съемочных сетей в подготовительных, нарезных и очистных выработках.

Съемки контуров капитальных, подготовительных, нарезных и очистных горных выработок для составления различных маркшейдерских планов подземных горных работ.

Вертикальные съемки в горных выработках предназначены для определения высот пунктов опорных и съемочных сетей, а также построения профиля транспортных путей.

Замеры горных выработок проводят для определения объема выполненных горных работ, ведения учета запасов полезного ископаемого и т. д.

При подземной маркшейдерской съемке руководствуются следующими основными принципами:

1. Съемка должна вестись от общего к частному, что уменьшает возможность накопления неизбежных ошибок измерений и повышает точность.

Как известно, такой же принцип положен в основу топогеодезических работ на земной поверхности, где вначале создается триангуляция, на основе которой развивается полигонометрия (или аналитические сети), и лишь после этого производится съемка рельефа и подробностей. В соответствии с этим принципом в основных выработках прокладываются более точные теодолитные ходы, создающие скелет будущего плана. На основе этих ходов во второстепенных горных выработках прокладываются менее точные теодолитные ходы. От пунктов и сторон указанных ходов ведется съемка контуровподготовительных и очистных выработок.

2. Все измерения выполняемого вида съемки должны соответствовать точности, необходимой в горном деле. В этом отношении возможны две ошибки: измерения можно производить с недостаточной или, наоборот, с избыточной точностью. Недопустимость первой ошибки совершенно ясна — недостаточная точность подземной маркшейдерской съемки приводит к порче горных выработок, нарушает и осложняет горные работы и может быть причиной массовых несчастных случаев. Избыточная же точность съемки требует излишней затраты сил и времени маркшейдера. Поэтому маркшейдер должен уметь правильно выбирать методы измерений с учетом характера объекта и требуемой точности съемки. В этом вопросе значительную помощь маркшейдеру оказывают технические инструкции по производству маркшейдерских работ, где определена точность каждого вида съемки и способы измерений ее элементов.

3. Подземные маркшейдерские съемки должны производиться с обязательным контролем правильности их исполнения. Форму контроля съемок предусматривают при выборе общей схемы и способов измерений. Так, например, правильность измерения углов в замкнутом полигоне может быть проверена сравнением суммы измеренных углов с теоретической.

Система координат маркшейдерских планов.

При использовании системы прямоугольных координат важное значение имеет умение решать прямую и обратную геодезические задачи. Сущность прямой геодезической задачи заключается в определении координат точки B по известным координатам точки A , по горизонтальной проекции d_{AB} и дирекционному углу линии α_{AB} , соединяющей данные точки. При этом используют формулы:

$$\begin{aligned}X_B &= X_A + \Delta X_{AB} = X_A + d_{AB} \cos \alpha_{AB}; \\Y_B &= Y_A + \Delta Y_{AB} = Y_A + d_{AB} \sin \alpha_{AB};\end{aligned}$$

Приращения координат могут иметь как положительное, так и отрицательное значение и зависят от величины дирекционного угла, что следует учитывать при расчете. Сущность обратной геодезической задачи заключается в определении дирекционного угла α_{AB} и ее горизонтальной линии AB проекции d_{AB} по известным координатам двух точек (A и B) этой линии.

Расстояние точек по отвесной линии от поверхности, на которую они проектируются, называется высотой точек. Высоты могут быть положительными (при расположении точек выше поверхности проектирования) или отрицательными (при расположении точек ниже поверхности проектирования). В нашей стране высоты отсчитываются от уровня Балтийского моря, т.е. применяется Балтийская система высот. Разница между высотами двух точек называется превышением h .

В зависимости от используемого направления и взаиморасположения точек превышения могут быть положительными или отрицательными.

Согласно определению, превышение можно вычислить по формуле:

$$H = H_B - H_A,$$

В наклонных выработках параллельно с измерением горизонтальных углов измеряют вертикальные углы (углы наклона) δ сторон теодолитного хода, необходимые для вычисления горизонтальных проекций сторон теодолитных ходов и определения превышений между пунктами способом тригонометрического нивелирования.



На рисунке показана схема измерения вертикального угла δ . Под пунктом А центрируют теодолит, приводят его в рабочее положение, а в пункте В подвешивают отвес, на котором отмечают точку 2. Поскольку расстояние L измеряется по направлению от оси вращения трубы 1 до отмеченной точки 2, то и угол наклона δ должен быть измерен в этом же направлении.

Углы наклона линии визирования измеряют при двух положениях вертикального круга. Для этого сначала при круге слева наводят трубу на точку 2, микрометрическим винтом алидады вертикального круга приводят пузырек уровня на середину (для теодолитов с компенсатором места нуля вертикального круга это действие не выполняют) и берут отсчет по вертикальному кругу КЛ. Затем повторяют эти действия при круге справа и берут отсчет КП.

В зависимости от направления возрастания делений на лимбе вертикального круга угол наклона δ вычисляют по следующим формулам:

при возрастании делений лимба по ходу часовой стрелки

$$\delta = (КП - КЛ - 180^\circ) / 2$$

$$\delta = КП - МО = МО - КЛ - 180.$$

при возрастании делений лимба против хода часовой стрелки

$$\delta = (КЛ - КП - 180^\circ)$$

$$\delta = КЛ - МО = МО - КП - 180.$$

Значение места нуля вертикального круга для всех теодолитов вычисляют по формуле:

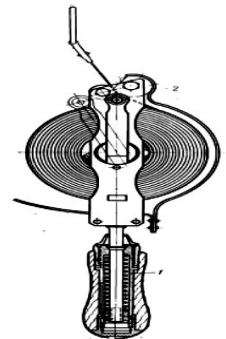
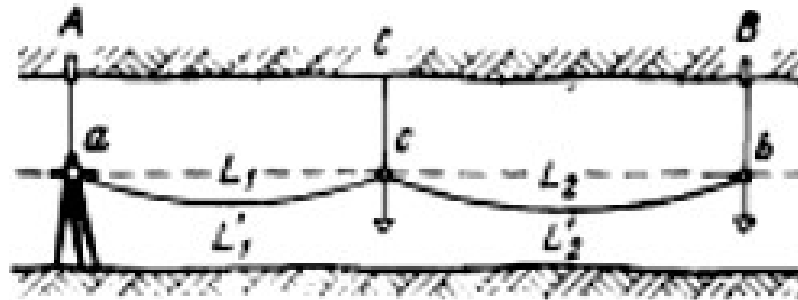
$$МО = (КП + КЛ + 180) / 2$$

При пользовании формулами к отсчетам КП или КЛ, меньшим 90° , следует прибавлять 360° .

Измерение длин.

При производстве подземных маркшейдерских съемок измерение расстояний между точками производится для решения самых разнообразных задач, требующих соответственно различные точности измерений, начиная от 1:200 (при съемке очистных забоев) до 1:15000 и более при решении ответственных задач.

В соответствии с этим для измерения расстояний в подземных выработках применяют рулетки, подвесные ленты, длиномеры, нитяные и другие дальномеры (оптические, световые и др.). Основными и наиболее распространенными из них являются рулетки, так как они портативны, просто устроены, неприхотливы и в то же время достаточно надежны.



Измерение расстояния между пунктами А и В в горизонтальной горной выработке производят следующим образом.

Под точкой A центрируют теодолит, а в точке B подвешивают отвес. Трубку приводят в горизонтальное положение, визируют на отвес, подвешенный в точке B , и отмечают на нем точку b . Если расстояние AB больше длины рулетки, то между ними берут точку C с отклонением от створа AB не более чем на 10 см. От этой точки C подвешивают дополнительный отвес, на котором отмечают точку c . Затем, натягивая рулетку с силой, равной натяжению при ее компарировании, задний рабочий прикладывает первый дециметровый интервал рулетки к точке a .

Передний наблюдатель совмещает сантиметровый штрих рулетки с точкой c отвеса. В таком положении по команде переднего наблюдателя (маркшейдера) одновременно берут отсчеты по обоим концам рулетки с точностью до миллиметра.

При измерении длин линий в наклонных выработках на шнурах промежуточных отвесов отмечают точки пересечений наклонной линии, угол наклона которой измерен.

Во всех случаях длины интервалов линии измеряют дважды в прямом и обратном направлениях и берут среднее из них.

Допустимые расхождения между результатами этих измерений зависят от назначения работ. Как следует из приведенного выше описания, при измерении длин линий рулеткой на весу провес рулетки неизбежен, и измеренные величины представляют собой длины дуг L, L', \dots . Для перехода от найденной длины дуги U к длине хорды L необходимо в измеренное значение длины дуги U ввести поправку за провес $\Delta L_{пр} = L - L'$.

Величину поправки за провес всей длины рулетки L_o вычисляют по формуле

$$\Delta L_o = f^2 / L_o.$$

где f – величина стрелы провеса всей длины рулетки при ее рабочем натяжении.

Величину стрелы провеса f для используемой рулетки проще определить опытным путем на поверхности. Для этого на расстоянии, равном длине рулетки, закрепляют кольца, головки которых должны находиться на одинаковом уровне. Между головками этих колец натягивают рулетку с принятой силой натяжения и при помощи нивелира измеряют величину стрелы f провеса рулетки. Подставляя значения f и L_0 вычисляют значение ΔL_0 .

При последующих измерениях длин линий на весу используется не вся длина рулетки L_0 , а ее часть L .

Поправка за провес данной рулетки при длине измеряемого интервала L определяется из выражения

$$\Delta L_{пр} = \Delta L_0 (L^3 / L_0^3)$$

Если рулетка компарирована на весу, то указанная поправка в результат измерения длины линий не вводится. Кроме поправок за компарирование и за провес в результаты измерений длины линии вводится поправка и за температуру воздуха, если изменение ее относительно температуры компарирования рулетки превышает $\pm 5^\circ$.

Поправку за температуру воздуха вычисляют по формуле

$$\Delta L_t = \alpha L' (t - t_k)$$

где α — коэффициент линейного расширения материала, из которого изготовлена рулетка (для стали $\alpha = 0,000011$ 5); t_k — температура воздуха при компарировании рулетки; t — температура воздуха при измерении длин линий.

Исправленная длина измеренной наклонной линии с учетом поправок за компарирование рулетки, температуру и провес рулетки

$$L_{испр} = L' + \Delta L_{ком} + \Delta L_{пр} + \Delta L_t$$

По исправленной длине наклонной линии и углу ее наклона δ вычисляют горизонтальную проекцию длины линий по формуле

$$l = L_{испр} \cos \delta$$

Измерение линий длиной более 50 м может выполняться длиномером и светодальномерами.

Вопросы:

1. Цель подземной маркшейдерской съемкой
2. Объекты подземной маркшейдерской съемки
3. Виды подземных маркшейдерских съемок
4. Основные принципы подземной маркшейдерской съемки
5. Система координат маркшейдерских планов.
6. Способы измерения горизонтальных углов (контрольный, допустимая разница)
7. Измерение вертикальных углов в наклонных выработках
8. Измерение длин при производстве подземных маркшейдерских съемок (точность, процесс выполнения, допуск, поправка)