

- **Детальная маркшейдерская съемка карьеров.**
(Задачи, объекты, способы и сроки съемок)
- Ординато-линейный способ съемки.
- Тахеометрическая съемка карьеров.
- Точность тахеометрической съемки.
- Стереофотограмметрическая съемка карьеров.
(Преимущества и условия применения съемки на карьерах)
- Наземная стереофотограмметрическая съемка.
- Аэрофотосъемка карьеров (Продольное и поперечное перекрытия аэрофотоснимков).

Детальная съемка на карьерах

3.1. ЗАДАЧИ, ОБЪЕКТЫ, СПОСОБЫ И СРОКИ СЪЕМОК

Рассмотренные выше работы, связанные с созданием основных сетей опорных пунктов и съемочного (рабочего) обоснования на карьерах, являются основой для проведения детальных маркшейдерских съемок.

Детальная планово-высотная съемка горных работ, а также других объектов в карьере и прилегающей территории разрабатываемого месторождения (залежи) полезного ископаемого является одной из важнейших задач. Она осуществляется периодически в целях полного динамичного графического изображения и систематического учета всех видов работ, проводимых с момента проектирования, во время строительства и эксплуатации предприятия до полной ликвидации его.

Детальная съемка на карьерах

Объектами съемки карьеров являются:

горные выработки (уступы, съезды, траншеи, линии закола при взрыве блоков, развалы, дренажные выработки, скважины, водоотводные канавы, участки укрепленных откосов и т.п.);

отвалы пород внутренние;

разведочные выработки и элементы геологического строения месторождения, видимые в натуре;

границы опасных зон (зоны пожаров, затопленных горных выработок, оползней, обрушений и т.п.);

транспортные пути в карьере и на внутренних отвалах, ленточные конвейеры и переходы через них, лестницы между уступами;

сооружения (эстакады, подъемники, подвесные канатные дороги, электроподстанции, постоянные линии электропередачи, установки гидромеханизации, плотины, водоспуски, трубопроводы, помещения наносных и землесосных установок).

Детальная съемка на карьерах

транспортные пути (оси, бровки выемок и насыпей), станции, эстакады, мосты, путепроводы и др.;

горнотехнические и гражданские сооружения, здания и коммуникации (ЛЭП, линии связи, водопроводы, пульпопроводы и др.);

постоянные и временные породные отвалы и склады полезного ископаемого, бедных руд, производительного почвенного слоя и др.;

в горных выработках карьера:

поверхности горизонтов (рабочие площадки и бермы);

верхние и нижние бровки вскрышных и добычных уступов, въездных и разрезных траншей и съездов, неровности на их откосах;

устья и трассы разведочных, взрывных, дренажных скважин и выработок;

геологические и гидрогеологические элементы и факторы (контакты пород вскрыши и полезного ископаемого, точки и борозды опробования, границы зон различного качества полезного ископаемого, элементы и зоны геологических нарушений, очаги пожаров, источники, оползни и др.);

внутрикарьерная ситуация (транспортные пути, ЛЭП, трубопроводы, конвейеры, подъемники, диспетчерские будки, укрытия и др.);

постоянные внутренние, а также временные породные отвалы (на рабочих площадках и откосах уступов).

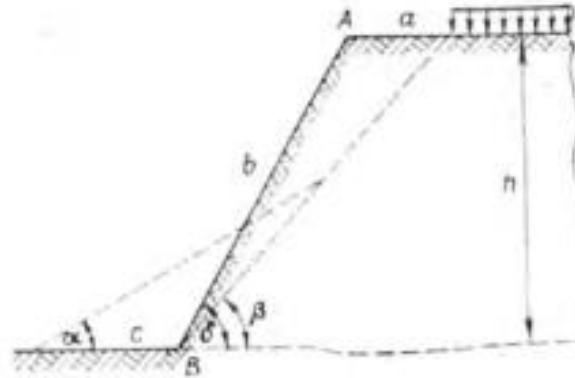


Рис. 3.1. Элементы уступа

Детальная съемка на карьерах

- 89. Пикеты при съемке набираются на всех характерных точках контуров и поверхностей. Расстояния между пикетами на бровках уступов при съемке в масштабе 1:1000 принимают не более 20 м, если бровки уступов сложные, и 30 м, если бровки вытянутые, близкие к прямолинейным; при съемке в масштабе 1:2000 эти расстояния принимают не более 30 и 40 м соответственно, а если бровки прямолинейны на большом протяжении - 50 м.
- При съемке внутренних отвалов вскрышных пород в масштабе 1:5000 расстояния между пикетами принимают не более 100 м; при съемке поверхностей взорванных пород в масштабе 1:1000 - 10 м; в масштабе 1:2000 - 20 м.

Детальная съемка на карьерах

Сроки выполнения детальной маркшейдерской съемки как при круглогодичной, так и сезонной работе предприятия различные.

При ежемесячной отчетности и сделных расчетах с рабочими детальную съемку горных работ и пополнение маркшейдерских планов рабочей зоны карьера производят, как правило, по состоянию на первое число месяца. Одновременно со съемкой горных работ геолог ведет геологическую документацию выработок, а маркшейдер — привязку и съемку геологических элементов и работ (устья разведочных, гидрогеологических и зондировочных скважин, точки и борозды опробования, выходы контактов пустых пород и полезного ископаемого, элементы нарушений, очаги и зоны пожаров, оползней и т. д.), а также съемку внутрикарьерной «ситуации» (оси железнодорожных путей, стрелок, трубопроводов, конвейеров, дренажных скважин и выработок и т. д.).

По некоторым видам работ (буровзрывным, горнокапитальным, транспортно-путевым, строительно-монтажным, дренажным), выполняемым по генеральному плану или соответствующим техническим проектам, маркшейдерские работы осуществляют несколькими этапами в различные сроки. Детальная маркшейдерская съемка таких объектов является последним как бы контрольно-завершающим этапом.

Некоторые контрольно-измерительные работы (например, съемка складов, емкостей готовой продукции и др.) часто выполняют еженедельно или 2 раза в месяц. Съемку породных отвалов (внешних и внутренних) на различных стадиях их развития производят ежемесячно, ежеквартально или по полугодиям.

Детальная съемка на карьерах

- 91. Периодичность съемки устанавливают исходя из производственной необходимости, но не реже одного раза в три месяца, а для случаев добычи общераспространенных полезных ископаемых - не реже одного раза в шесть месяцев. Если съемка предназначена для определения объемов выемки в целях оплаты за экскавацию и транспортирование горной массы, то ее выполняют ежемесячно.

Детальная съемка на карьерах

Кроме того, на крупных и средних карьерах или группах, через 3—4 года или раз в пятилетие производят полную детальную съемку всей территории (площади), представляющей производственно-экономический интерес для предприятия, в том числе и горных работ карьеров. Такие инвентаризационные съемки одновременно с реставрацией и пополнением опорных сетей пунктов обычно осуществляют специализированные организации наземными способами (мензулой, фототеодолитом) или аэрофотосъемкой.

Способы детальной съемки карьеров и приисков по существу аналогичны способам, применяемым в инженерной геодезии при крупномасштабной съемке (1:500—1:2000), однако практические приемы их отличаются своеобразием в силу специфических особенностей снимаемого объекта.

В зависимости от окружающего рельефа, формы и условий залегания месторождения, производственной мощности предприятия, а также системы, технологии и условий разработки (размеры, глубина и форма карьера) применяют следующие способы детальной маркшейдерской съемки: ординатный, тахеометрический, мензульный и стереофотограмметрический (наземный или воздушный).

Детальная съемка на карьерах

Ординатно-линейный способ

Ординатную съемку подробностей (способ перпендикуляров) применяют при наличии съемочного обоснования в виде теодолитных ходов, прямоугольной сетки или профильных линий. При ординатной съемке измеряют длины перпендикуляров (ординат), восстановленных из характерных точек снимаемого контура на стороны теодолитных ходов или прямоугольной сетки. Перпендикуляры восстанавливают на глаз или при помощи эккера (при длине ординат от 15 до 30 м). Одновременно измеряются рулеткой ординаты и отрезки от стороны теодолитного хода до основания перпендикуляра. Измерения длин при ординатной съемке производят с точностью до 0,1 м. Ординаты измеряют во всех характерных точках контура; пикетные точки получают в результате геометрического нивелирования технической точности.

Результаты замеров записывают в полевой журнал и на абрисе. Камеральная обработка ординатной съемки состоит в графическом отображении на плане снятых контуров по ординам

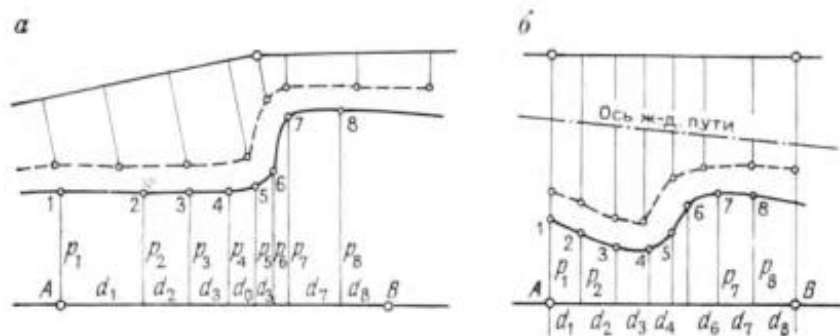


Рис. 3.3. Ординатная съемка уступа:

а — с пунктов и сторон теодолитного хода; б — в пределах квадрата (прямоугольника) сетки

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

В основе тахеометрического способа съемки используется возможность получения планово-высотного положения точки одним визированием зрительной трубы тахеометра. Это достигается путем определения расстояния от инструмента на съёмочном пункте — станции до определяемой точки и превышения пикетной точки относительно станции. Наклонное расстояние определяют дальномером, а направление — с помощью горизонтального круга теодолита. Для получения превышения осуществляют нивелирование наклонным лучом, т. е. измерением угла наклона.

Следовательно, для большинства современных зрительных труб с внутренней фокусировкой горизонтальное проложение наклонной длины линии от центра инструмента до рейки, установленной вертикально, будет

$$d = kn \cdot \cos^2 \delta \quad (3.1)$$

и превышение

$$h = d \operatorname{tg} \delta + i - l, \quad (3.2)$$

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

При наведении визирной оси трубы на точку рейки, высота которой от поверхности земли равна высоте инструмента, члены i и l , имеющие разные знаки, сократятся.

Инструменты. Для тахеометрической съемки карьеров и приисков могут быть использованы как обычные повторительные теодолиты — тахеометры, так и тахеометры с автоматической регистрацией результатов измерений.

Обычные тахеометры имеют вертикальный круг и нитяный дальномер, которые позволяют вести угловые измерения одним приемом со средней погрешностью 10, 15, 20 и 30".

В качестве дальномерных реек могут применяться обычные трехметровые нивелирные рейки с сантиметровыми делениями, если коэффициент дальномера равен 100, или специальные, когда коэффициент дальномера другой.

Детальная съемка на карьерах

- 111. Тахеометрическую съемку выполняют теодолитами типа Т30, Т15, авторедукционными или электронными тахеометрами.
- 112. При съемке теодолитами и редукционными тахеометрами отсчеты по горизонтальному кругу разрешается округлять до десятков минут.
- Расстояние от инструмента до пикета принимают не более 150, 200 и 300 м при съемке бровок уступов и других нечетких контуров в масштабах 1:1000, 1:2000 и 1:5000 соответственно; при съемке теодолитом с 25-кратным и более увеличением зрительной трубы расстояние от инструмента до пикета принимают не более при съемке нечетких контуров 200, 250 и 350 м соответственно. Если высота уступа (вынимаемого слоя) меньше 3 м, то расстояние до пикета принимают не более 150 м. При съемке четких контуров (здания, сооружения) расстояния от инструмента до пикета принимают не более 80, 100 и 150 м при съемке в масштабах 1:1000, 1:2000 и 1:5000 соответственно.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Рассматриваемый способ съемки не отличается высокой производительностью, поэтому при работе на отдельных станциях в карьере должна быть хорошо отработана связь (сигнализация) с реечником. Все операции на станции должны выполняться четко и в строгой последовательности:

- в первую очередь производят рекогносцировку участка съемки и геологической обстановки его, дают указания реечнику о конкретных местах и точках установки рейки и мерах безопасности;

- над съёмочным пунктом (станцией) устанавливают инструмент и приводят его в рабочее положение, измеряют высоту инструмента, отмечают ее на рейке и записывают в журнал;

- определяют или проверяют место нуля вертикального круга;

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

горизонтальный круг инструмента устанавливают на нулевой отсчет, при освобожденном зажимном винте лимба зрительную трубу наводят на исходный пункт (начальное направление);

на пикетных точках *1, 2, 3* и т. д. последовательно устанавливают дальномерную рейку, одновременно при освобожденном зажимном винте алидады трубу тахеометра наводят на рейку, при этом вертикальную нить сетки зрительной трубы устанавливают на середину рейки, а среднюю горизонтальную нить по возможности на отсчет, соответствующий высоте инструмента;

по дальномерной рейке делают отсчет наклонного расстояния от станции до пикетной точки, по горизонтальному и вертикальному кругам инструмента производят соответствующие угловые отсчеты;

отсчеты по рейке, горизонтальному и вертикальному кругам теодолита записывают в полевой журнал.

Одновременно с записями основных данных съемки в полевой журнал на каждой станции *III, IV, V* и т. д. в масштабе съемки составляют схему — кроки (рис. 3.9, б), в которой относительно пикетных точек наносят все точки, элементы и контуры, относящиеся к объекту съемки.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Камеральные работы. После полевой проверки журнала и зарисовок (кроки) тахеометрической съемки камеральную работу выполняют в следующем порядке:

вычисляют горизонтальные расстояния, превышения и высотные отметки пикетных точек;

по вычисленным координатам x , y , z наносят на план съемочные пункты — стайцин;

пользуясь зарисовками, по горизонтальным углам и расстояниям наносят на план пикетные точки, одновременно наносят все элементы и контуры, встретившиеся на участке съемки.

Для построения полярных углов на плане применяют простые тахеометрические транспортиры, изготовленные из прозрачных пластмасс. Они бывают круглыми и полукруглыми. Нулевой диаметр таких транспортиров совпадает с нижним краем линейки, на которой нанесены миллиметровые деления, идущие от центра в обе стороны. Однако точность таких транспортиров невысокая.

Для повышения точности построения полярных углов рекомендуется пользоваться таблицами хорд (или тангенсов), металлическими транспортирами с нониусом или полярными координатографами.

Детальная съемка на карьерах

- 113. С каждого пункта съемочной сети (станции) для контроля набирают дополнительные пикеты, расположенные на участках, снятых с соседних пунктов.
- 114. На каждой станции составляют абрис, на котором показывают положение бровок уступов и других объектов съемки. Вычисление горизонтальных проложений и высот пикетов выполняют в журнале тахеометрической съемки или на компьютере. Высоты пикетов и горизонтальные проложения после вычисления округляют до дециметров. Погрешность нанесения пикета на план допускается не более 0,5 мм.
- 115. При выполнении съемки электронным тахеометром предельное расстояние от прибора до отражателя устанавливают исходя из соответствующих технических характеристик прибора и условий видимости. Если расстояния до пунктов больше указанных в пункте [112](#) настоящей Инструкции, их наносят на план по координатам.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

3.4. ТОЧНОСТЬ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

При оценке точности результатов съемки относительно пунктов опорной сети карьера следует учитывать погрешности, допущенные при создании сети пунктов съемочного обоснования и возникающие при самой детальной съемке, т. е. при плановых и высотных измерениях, а также при графической накладке результатов съемки на план.

Погрешности при измерении расстояний нитяным дальномером. Если не принимать во внимание внешних условий измерений, то величина погрешности при измерении расстояний нитяным дальномером зависит от мощности зрительной трубы тахеометра, т. е. разрешающей способности, равной в среднем $60''$, и увеличения трубы v .

При каждом взятии отсчета делений рейки по одной нити сетки погрешность будет [6]

$$\Delta l = d \frac{60''}{\rho'' v},$$

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

В действительности же относительная точность измерений расстояний нитяным дальномером значительно ниже по сравнению с расчетной.

Это снижение объясняется целым рядом причин.

1). На расстояниях более 60—70 м по нитям сетки практически трудно отсчитать по рейке десятые доли делений. Поэтому средняя погрешность округления до целого деления в 1 см равна примерно $\pm 0,3 \sqrt{2}$, или при коэффициенте дальномера $k=100$ — около $\pm 0,42$ м.

2). Неодинаковая оптическая плотность приземных слоев воздуха снижает точность дальномерных измерений (особенно при взятии нижнего отсчета по рейке). На расстоянии 100 м и более погрешность может достигать 1—1,5 м.

3). В ясные солнечные дни образуются восходящие конвекционные токи воздуха, которые, искажая изображения делений рейки, затрудняют взятие отсчетов, что существенно сказывается на точности измерений расстояний дальномером.

4). Погрешности от неперпендикулярности рейки при измерении расстояний (особенно при больших углах наклона измеряемых линий) могут быть значительными. Для устранения этих погрешностей рекомендуется пользоваться рейками, снабженными уровнем.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Погрешности измерения и накладки полярных углов на план. Полярные углы между начальным направлением и направлениями на пикетные точки измеряют, как правило, одним полуприемом с погрешностью не более $\pm 2'$, а построение углов на плане осуществляют транспортиром с меньшей точностью.

Точность построения угла транспортиром зависит от его радиуса, цены деления и точности совмещения транспортира с начальным направлением и точкой станции. Средняя погрешность построения угла транспортиром радиусом 5—6 см и делениями в 1° достигает $\pm 1^\circ$, радиусом 10—12 см и делениями в $30'$ ± 15 — $20'$ и более совершенными транспортирами с нониусом ± 3 — $5'$.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Угловые погрешности, возникающие при накладке углов транспортиром, влекут за собой линейные погрешности в положении пикетных точек относительно станции. Поэтому, если пикетная точка P (рис. 3.12) находится от станции O на расстоя-

93

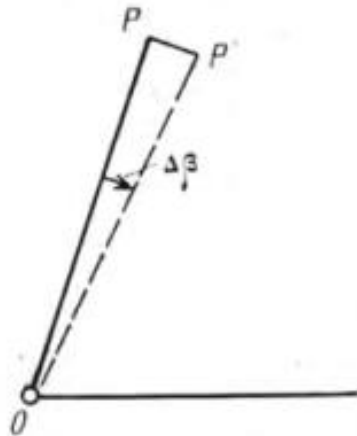


Рис. 3.12. Погрешность положения пикетной точки

нии d и нанесена с угловой погрешностью $\Delta\beta$, то линейная погрешность положения точки P будет

$$PP' = d \frac{\Delta\beta}{\rho'},$$

в которой $\rho' = 3438'$.

В табл. 3.2 приведены графические линейные погрешности, зависящие от точности построения углов транспортиром.

Как видно, при построении полярных углов тахеометрической съемки на плане следует пользоваться более совершенными транспортирами, таблицами хорд или полярными координатографами.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Погрешности элементарных графических построений. При графическом построении плана нельзя предполагать, что чертежные инструменты и принадлежности идеальны по точности.

Чертежные инструменты и принадлежности перед употреблением следует обязательно проверять.

При графических построениях (исправными инструментами и опытным исполнителем), пользуясь 10—20-кратным фотоувеличением графических изображений, установлены следующие средние погрешности:

многократная установка острия ножки циркуля в одну и ту же точку приводит к тому, что диаметр разработанного центра достигает до 0,2—0,3 мм и более;

при помещении ножки (острия) измерителя в точку, обозначенную плохо отточенным карандашом, среднюю величину отклонения центра укола от центра точки следует ожидать около $\pm 0,17$ мм;

при установке острия циркуля в точке пересечения двух прямых, несовпадение укола с центром точки достигает 0,3 мм;

прикладывая линейку (треугольник) и проводя произвольную прямую через данную точку, средняя погрешность будет $\pm 0,15$ мм;

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Считается, что средняя квадратическая погрешность при каждом откладывании отрезка в один раствор измерителя с поперечного масштаба на план равна $\pm 0,13$ мм. При этом способе большие и малые отрезки откладывают и измеряют с одной и той же абсолютной погрешностью. Поэтому отрезки более 10—12 см лучше откладывать хорошо проверенной масштабной линейкой со скошенным краем с миллиметровыми или полумиллиметровыми делениями. Точность откладывания отрезков масштабной линейкой в основном зависит от способности исполнителя оценивать доли малого деления, что возможно со средней погрешностью до 0,1—0,2 мм.

Детальная съемка на карьерах

Тахеометрическая съемка

Погрешности при определении превышений. Погрешность при определении превышения пикетной точки относительно станции согласно формуле (3.2) соответствует выражению

$$m_h^2 = m_d^2 \operatorname{tg}^2 \delta + \frac{d^2 m_\delta^2}{\rho^2 \cos^4 \delta}, \quad (3.6)$$

где δ — угол наклона; d — горизонтальное расстояние от станции до пикетной точки.

При малых углах наклона (до $5\text{--}6^\circ$) 1-й член правой части выражения (3.6) не оказывает заметного влияния на погрешность в превышении, поэтому можно принять, что

$$m_n = \frac{d^2 m_\delta}{\rho'' \cos^2 \delta}. \quad (3.7)$$

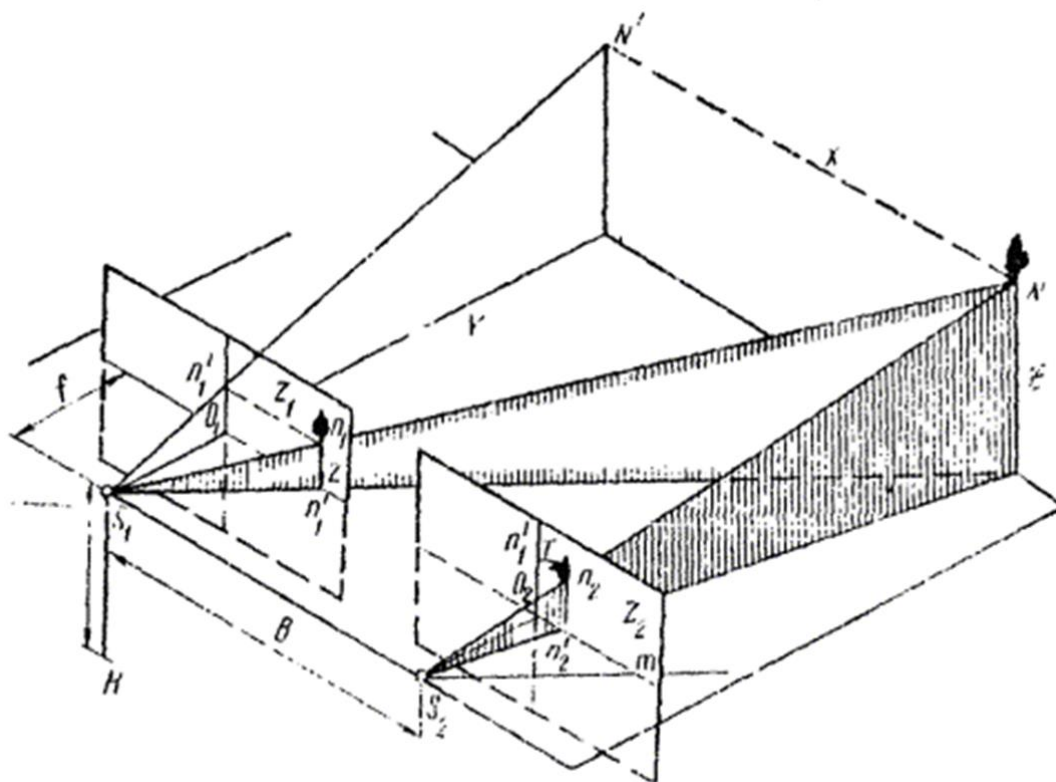
Если $\delta = 2^\circ$, $d = 100$ м и $m_\delta = 30''$, то

$$m_n = \frac{100 \cdot 30''}{\rho'' \cdot 0,99} = 0,02 \text{ м.}$$

Наземная стереофотограмметрическая съемка.

Общие понятия

. Пространственные координаты точек местности при наземной стереофотосъемке получают прямой засечкой с базиса фотографирования. Для этого участок местности, подлежащий съемке, фотографируют с двух точек - концов базиса фотографирования (рис. 1).



Наземная стереофотограмметрическая съемка.

Общие понятия

1.8. Полевые работы при наземной стереофотосъемке заключаются в рекогносцировке участка съемки, выборе положения базисов фотографирования, измерения их длин и азимутов, определения геодезических координат центров фотографирования и контрольных точек на участке съемки. Завершают полевые работы последовательным фотографированием участка со всех намеченных точек съемки.

Стереофотограмметрическая съемка карьеров. (Преимущества и условия применения съемки на карьерах) Общие понятия

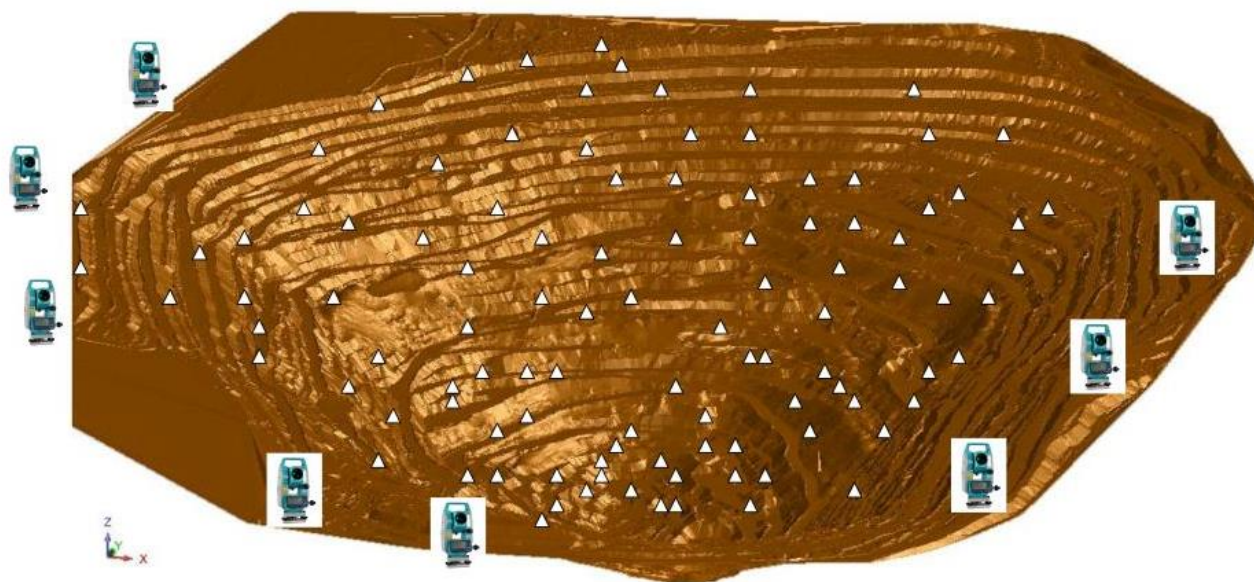


Рис. 1. Схема расположения опознаков

Съемочные работы включают привязку базисов, опознаков и фотографирование. Для контроля и повышения точности определения координат опознаков, на эти точки измеряются горизонтальные и вертикальные углы

Детальная съемка на карьерах

К преимуществам наземной стереофотосъемки относятся: небольшие общие затраты времени и высокая производительность труда при выполнении как полевых, так и камеральных работ;

достаточно высокая точность, полнота и объективность первичной документации (негативов);

возможность съемки труднодоступных и недоступных участков;

полная свобода выбора пикетных точек, а также возможность сплошной рисовки контуров и рельефа (горизонталей) на плане;

возможность многократного использования фотограмметрической информации при изучении конкретных явлений и объектов, исчезнувших в натуре, контроль маркшейдерских работ;

широкие возможности для создания геологической документации;

непосредственное использование стереомодели карьера для аналитического отражения состояния горных работ, определения объемов выполненных горных работ;

возможность автоматизации получения и обработки маркшейдерской информации;

повышение общей культуры маркшейдерской службы.

Детальная съемка на карьерах

Однако применение наземной стереосъемки требует наличия и соблюдения определенных условий:

базисы фотографирования должны располагаться выше снимаемых участков карьера и по возможности параллельно фронту работ;

105

места расположения базисов фотографирования должны быть неподвижными и по возможности сохраняться продолжительное время;

параметры наземной стереосъемки определяются размерами, конфигурацией, физико-географическими условиями расположения карьера и применяемой на последнем системой разработки;

отстояния от снимаемых участков карьера не должны превышать максимально допустимого значения, зависящего от требований к точности составления плана и от возможностей применяемого универсального или иного стереоприбора. Например, при составлении маркшейдерского плана в масштабе 1:1000 на стереоавтографе 1318 и 1318 *EL* отстояния не должны превышать соответственно 0,8 и 2,0 км;

отсутствие густого тумана, сильной запыленности и задымленности.

Аэрофотосъемка карьеров (Продольное и поперечное перекрытия аэрофотоснимков).

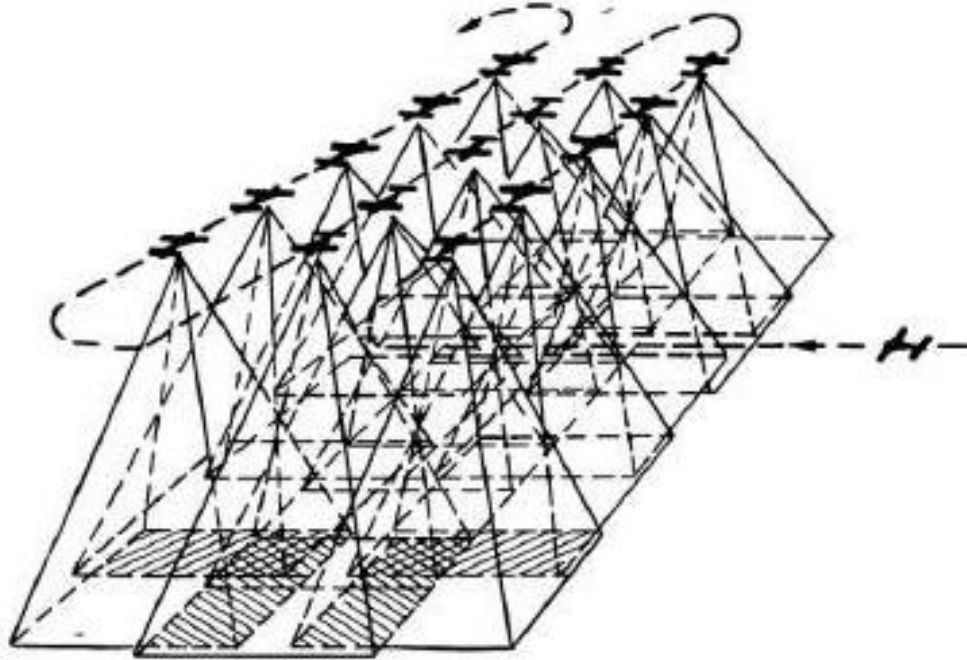


Рис. 16. Схема продольного и поперечного перекрытий в трех маршрутах полетов при аэрофотосъемке площади

93. Аэрофотограмметрическую съемку применяют для составления планов горных выработок, отвалов вскрышных пород и складов полезного ископаемого, составления и пополнения цифровой модели карьера. Материалы аэрофотосъемки используют также для составления фотопланов и фотосхем карьера и прилегающей территории, для определения координат и высот пунктов съемочной сети карьера.

Аэрофотосъемка карьеров (Продольное и поперечное перекрытия аэрофотоснимков).

94. Аэрофотосъемку для составления маркшейдерской документации выполняют аэрофотоаппаратами, предназначенными для крупномасштабной аэрофототопографической съемки, с соблюдением следующих требований: заданное **продольное перекрытие снимков - 60 или 80 %**; помимо продольных перекрытий между аэроснимками в маршрутах, должно быть соблюдено и заданное перекрытие между аэроснимками соседних маршрутов полета, называемое **поперечным перекрытием, Обычно оно составляет 30—40%**

углы наклона снимков - до 4°;

изменение высоты полета в пределах одного маршрута - не более 50 м;

величина расчетного линейного смаза фотоизображения - не более 0,05 мм.

95. Масштабы фотографирования принимают не мельче 1:10000 - при съемке горных выработок в масштабе 1:1000 и съемке для контрольного определения объема выемки за два года и более длительный период, 1:15000 - при съемке горных выработок в масштабе 1:2000, 1:5000 - при съемке складов полезного ископаемого, 1:25000 - при съемке внешних отвалов вскрышных пород.

Аэрофотосъемка карьеров (Продольное и поперечное перекрытия аэрофотоснимков).

99. Построение и геодезическое ориентирование фотограмметрической модели выполняют с соблюдением следующих требований:

- при центрировании диапозитивов (негативов) в кассетах снимкодержателей несовмещение изображений координатных меток с рисками снимкодержателя допускается не более 0,1 мм;
- после внутреннего ориентирования снимков на аналитических и цифровых фотограмметрических рабочих станциях невязки координат изображений координатных меток допускаются не более 0,02 мм;
- после взаимного ориентирования снимков допустимые остаточные параллаксы на точках модели не могут быть более половины измерительной марки прибора;

внешнее ориентирование модели выполняют не менее чем по четырем опорным точкам, допустимые невязки на них не могут быть одного знака и превышать 0,4 мм на плане, а по высоте - 0,03 % высоты фотографирования.