

**Л. М. АСАЧЕНКОВ**

**МАРКШЕЙДЕРСКИЕ  
РАБОТЫ  
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
И РЕКОНСТРУКЦИИ  
ШАХТ**

**СРЕДНЕТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**





Л.М.АСАЧЕНКОВ

---

# МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ШАХТ

*Допущено  
Министерством угольной промышленности СССР  
в качестве учебного пособия  
для горных техникумов*



МОСКВА "НЕДРА" 1987

---

**Асаченков Л. М.** Маркшейдерские работы при строительстве и реконструкции шахт. Учебное пособие для техникумов. — М.: Недра, 1987. 199 с.

Изложены научно-технические основы и прогрессивные методы выполнения маркшейдерских работ при строительстве и реконструкции шахт, основанные на применении новейших приборов и инструментов. Рассмотрены способы и приемы, применяемые при инженерной подготовке строительной площадки, установке копров и монтаже горношахтного оборудования. Описаны маркшейдерские работы при проходке и углубке стволов, сооружении приствольных камер, подготовке новых горизонтов шахт. Даны рекомендации по обеспечению заданной точности работ, контролю и оформлению документации.

Для учащихся горных техникумов, полезна также маркшейдерам шахт, шахтостроительных и шахтопроходческих организаций.

Табл. 17, ил. 133, список лит. 11 назв.

Рецензенты: *канд. техн. наук И. И. Добкин* (Всесоюзный научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела) и преподаватель *А. П. Тищенко* (Донецкий горный техникум)

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено дальнейшее развитие горнодобывающей промышленности за счет строительства новых и реконструкции и технического перевооружения действующих шахт и рудников.

В условиях высокой оснащенности техникой, роста интенсификации строительства возросла ответственность маркшейдерской службы. Новые, прогрессивные методы строительства зданий и сооружений, высокие темпы проведения горных выработок изменили требования к точности и оперативности маркшейдерско-геодезических работ.

По характеру и содержанию маркшейдерские работы при строительстве шахты занимают важное место в общем комплексе задач маркшейдерской службы.

При строительстве зданий и сооружений шахтной поверхности, проходке шахтных стволов и проведении капитальных горных выработок большая нагрузка ложится на технику-маркшейдеров, которые должны владеть не только теоретическими знаниями, но и практическими навыками выполнения геодезических и маркшейдерских работ. Они должны знать: принципы построения опорных и съемочных сетей; способы измерения длин, углов, превышений и построения их на местности и в горных выработках; устройство измерительной техники; источники и характер возникновения погрешностей, методы их выявления или полного исключения из результатов измерений; способы переноса в натуру осей и контуров сооружений, элементов конструкций; методики производства контрольной съемки элементов армировки ствола геометрическим способом и работ при монтаже копров и горношахтного оборудования; особенности производства работ в период реконструкции шахты.

Решение любой практической задачи шахтного строительства требует детального изучения проектных чертежей организации и производства работ, СНиПа и технических инструкций, а также выбора методики измерений и обеспечения заданной точности их в процессе строительства и монтажа оборудования.

В настоящем учебном пособии изложены методики, способы и приемы производства маркшейдерских работ при строительстве и

реконструкции шахт, при этом акцент сделан на строгую последовательность выполнения обязательных операций на всех стадиях строительства, начиная с подготовки исходных данных и кончая камеральной обработкой результатов измерений. Описаны устройства и приспособления, способствующие повышению производительности труда проходчиков и монтажников при использовании элементов разбивок, что очень важно для качественной и быстрой работы при строительстве зданий, проходке выработок, возведении крепи и монтаже оборудования.

В пособии не рассмотрены работы, детально освещенные в учебнике «Маркшейдерское дело» или редко проводимые, например работы при специальных способах проходки стволов, профилировании проводников с помощью измерительной станции СИ.

Автор будет благодарен за замечания и предложения, направленные на улучшение содержания последующего издания учебного пособия.

### § 1. СХЕМЫ ПЛАНОВОГО ОБОСНОВАНИЯ. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Геодезическое обеспечение — первая составная часть инженерной подготовки промплощадки шахты, предусматривающей широкий комплекс маркшейдерско—геодезических и общестроительных работ (от планировки до строительства части объектов и монтажа оборудования). Цель инженерной подготовки — обеспечить всем необходимым планомерное проведение горных выработок и строительство объектов, нужных для нормальной эксплуатации шахты.

Основой для выполнения строительных и горнопроходческих работ на территориях горнодобывающих предприятий служат инженерно-геодезические плановые и высотные сети, которые формируются в виде триангуляционных, полигонометрических и линейно-угловых построений.

В практике шахтного строительства встречается несколько схем развития планового обоснования от подходного пункта на новой промплощадке стволов.

*Схема первая.* Подходной пункт вставляют в существующую сеть триангуляции с точностью, соответствующей аналитической сети 1-го разряда. Как правило, используют простейшие схемы вставок: в жесткий угол, в треугольник, в два жестких угла и т. п. Располагают подходной пункт на промплощадке в непосредственной близости от места заложения скипового ствола, т. е. в 100—150 м от его центра.

От подходного пункта выносят центр и оси ствола. Выноску центра ствола стараются делать без промежуточных пунктов.

После закладки осевых реперов по ним прокладывают от подходного пункта полигонометрический ход. Конфигурация хода может быть самой различной.

**Д о с т о и н с т в а с х е м ы.** Выполняется малый объем работ по прокладке полигонометрических ходов.

**Н е д о с т а т к и с х е м ы.** В процессе строительства зданий и сооружений закрывается видимость с подходного пункта на пункты триангуляции. Подходной пункт может быть уничтожен в процессе строительства, так как его положение вне зоны строительных и горных работ заранее не предусматривается. Уничтожается и часть осевых реперов при производстве строительных работ. Оставшиеся осевые реперы закрываются возводимыми зданиями, между ними утрачивается связь. Как результат, задолго до окончания строительства утрачивается почти все плановое обоснование промплощадки.

Для того чтобы обеспечить строителей геодезической опорой, производится большой объем работ по прокладке временного планового

обоснования, в результате чего снижается точность разбивочных работ и увеличивается вероятность грубых погрешностей. Для ориентирования и центрирования подземных съемок необходимо восстановление опорной сети, начиная с вставки подходного пункта. Объем работ при этом значительно превосходит первоначальный.

*Схема вторая.* Подходный пункт располагают на границе промплощадки в месте, удобном для наблюдений и обеспечивающем сохранность пункта. Если позволяют условия местности, то вставляют в существующую триангуляционную сеть два подходных пункта.

От подходного пункта по временным точкам прокладывают полигонометрический ход к центру ствола. Стороны хода делают максимальными по условиям местности. Выносят в натуру центр и оси ствола. По осевым реперам от подходного пункта прокладывают полигонометрический ход.

**Достоинства схемы.** Обеспечивается сохранность подходного пункта, что позволяет восстановить плановое обоснование на промплощадке. Сравнительно небольшой объем работ по прокладке полигонометрии.

**Недостатки схемы.** В процессе строительства часть осевых реперов уничтожается, часть закрывается зданиями и сооружениями. Утрачивается почти все плановое обоснование на промплощадке.

Обеспечение нормальной работы строителей и монтажников связано с прокладкой временных полигонометрических ходов. Объем этих работ значителен. Снижается точность разбивочных работ. Увеличивается вероятность грубых погрешностей.

Для ориентирования и центрирования подземных съемок необходимо восстановление планового обоснования, что связано с значительным объемом работ.

Первой и второй схемам присущи еще и недостатки, связанные с выполнением камеральных работ. Необходимость производить перевычисления координат точек главных и технологических осей зданий и сооружений приводит к отказу от первоначальной схемы разбивок, к накоплению погрешностей. Поэтому обе эти схемы развития планового обоснования применяют при прокладке ходов на промплощадках фланговых стволов, т. е. там, где мало зданий и сооружений.

Внедрение в маркшейдерскую практику светодальномеров, позволяющих измерять длины с высокой точностью, дает возможность обеспечивать высокую степень точности геодезического обоснования и разбивочных работ на промплощадке шахты.

*Схема третья (основная).* Подходный пункт располагают на границе промышленной площадки или в непосредственной близости от нее. Вставляют в существующую сеть триангуляции один или два подходных пункта (рис. 1).

От подходного пункта прокладывают временный полигонометрический ход к центру будущего ствола и к местам закладки пунктов основной полигонометрии. Выносят в натуру центр и оси ствола. Закладывают осевые реперы так, чтобы крайние реперы на каждой оси располагались вне зоны строительных работ, но в границах охранного

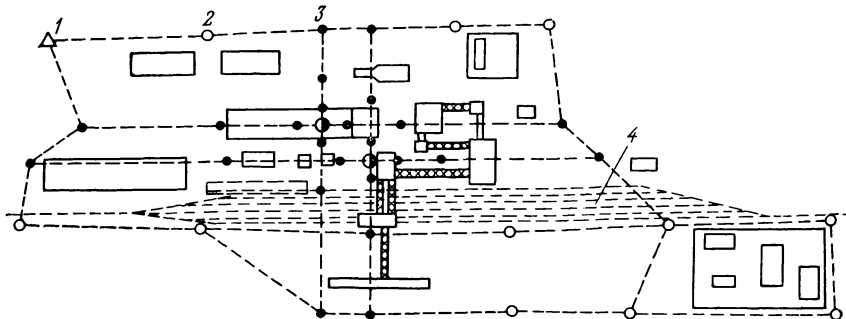


Рис. 1. Основная схема планового обоснования промплощадки:

1 — подходной пункт; 2 — осевой репер; 3 — пункт основной полигонометрии; 4 — железнодорожные пути

целика промплощадки. Пункты основной полигонометрии закладывают также вне зоны строительных работ ближе к границам промплощадки.

От подходного пункта прокладывают основной полигонометрический ход по всем заложенным пунктам и реперам. Часть осевых реперов используют в качестве створных точек.

**Достоинства схемы.** Обеспечивается сохранность планового обоснования. Близость пунктов к строящимся объектам позволяет быстро и экономично производить разбивочные работы. Сохранность на каждой оси ствола части реперов и их связь с пунктами полигонометрии позволяют быстро и точно восстанавливать оси ствола. С минимальными затратами времени и сил можно производить передачу координат и дирекционного угла для ориентирования и центрирования подземных съемок. Минимален объем работ по прокладке временных полигонометрических ходов. Все временные ходы можно прокладывать между жесткими сторонами. Не снижается точность разбивочных работ.

**Недостатки схемы.** Длительный подготовительный период по строительству опорной сети. В процессе строительства часть пунктов планового обоснования уничтожается. Бóльший по сравнению с другими схемами объем работ по прокладке полигонометрии.

Инженерно-геодезическая плановая сеть промплощадки шахты перед началом строительства должна удовлетворять следующим требованиям:

1. Точность взаимного положения осевых реперов должна обеспечивать выноску точек на оси ствола с погрешностью, не превышающей  $\pm 5$  мм.

2. Погрешность дирекционного угла стороны полигонометрии в наиболее слабом месте не должна превышать  $\pm 10''$ .

3. Пункты планового обоснования должны быть расположены в местах, где им будет обеспечена долговременная сохранность.

4. Пункты сети должны быть расположены как можно ближе к строящимся объектам.

5. Местоположение пунктов сети должно обеспечивать разбивку осей любого здания или сооружения на промплощадке с двух соседних пунктов.

6. Все пункты планового обоснования должны иметь высотные отметки, полученные нивелированием IV класса.

## § 2. ПОДХОДНОЙ ПУНКТ

Удаленность подходного пункта от стволов лимитируется размерами промплощадки. Он не должен располагаться рядом с главным вентилятором и железнодорожной станцией, с него должна быть обеспечена видимость на три пункта триангуляции не только в начальный период строительства, но и после возведения зданий и сооружений. Визирные лучи с подходного пункта, по возможности, не должны проходить над объектами, выделяющими тепло (градирни, котельные, надшахтные здания и т. п.).

Выбор места заложения подходного пункта начинают с поиска и проверки взаимного положения пунктов съемочного обоснования, с которых производилась съемка поверхности. Проверка заключается в измерении углов и расстояний между пунктами и сличении их с данными каталога съемочного обоснования. Если пункты съемочного обоснования не сохранились, то в существующую сеть триангуляции методом обратной засечки временно вставляют один или два пункта. Грунтовые знаки не закладывают.

Для правильного выбора на местности положения подходного пункта, а в дальнейшем и всех пунктов планового обоснования промплощадки составляют в масштабе 1 : 1000 рекогносцировочную схему. На нее наносят по координатам временную вставку и центр ствола; прочерчивают оси ствола; наносят с генплана промплощадки контуры всех зданий и сооружений, возвышающихся над поверхностью земли; наносят контур железнодорожной станции и границу промплощадки. Если границы промплощадки к этому моменту официально не получены, то их определяют по величине бермы охранного целика от зданий и сооружений на проекте промплощадки.

Пользуясь рекогносцировочной схемой, на местности намечают и закладывают подходной пункт.

В практике шахтного строительства центры подходных пунктов, пунктов основной полигонометрии и осевых реперов делают массивными в форме усеченной пирамиды (рис. 2, а). Это объясняется интенсивным движением на промплощадке тяжелых машин и механизмов во время строительства. Более легкие конструкции центров не обеспечивают сохранности пунктов планового и высотного обоснования. Наружный знак подходного пункта делают в виде простой пирамиды высотой 6—9 м.

Измерения углов при вставке подходного пункта должны быть выполнены со средней погрешностью  $\pm 5''$ , что соответствует I-му разряду аналитической сети. Для малых сетей, какими являются аналитические сети, вполне допустимо упрощенное уравнивание групповым методом, дающее те же результаты, что и строгое уравнивание по способу наи-

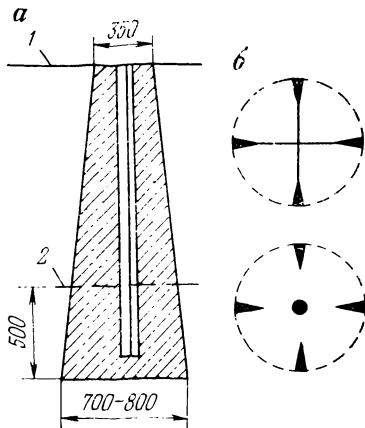
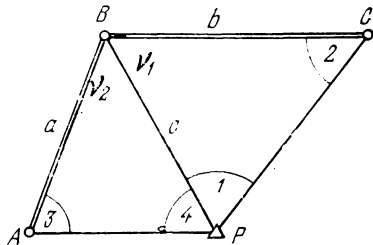


Рис. 2. Центр пунктов основной полигонометрии и осевых реперов (а) и керны центров (б):

1 — отметка планировки; 2 — глубина промерзания

Рис. 3. Схема вставки пункта в жесткий угол



меньших квадратов. Групповой метод допускает разбивку общего числа условных уравнений на любое число групп, которые последовательно преобразуются и решаются. Этот метод широко применяется при уравнивании типовых форм сетей по разработанным для этой цели формулам и схемам.

Пример 1. Упрощенное двухгрупповое уравнивание вставки пункта в жесткий угол (рис. 3).

Условные уравнения первой группы:

$$1 + v_1 + 2 + 180^\circ = f_1; \quad 3 + v_2 + 4 - 180^\circ = f_2;$$

$$v_1 + v_2 - B = \delta.$$

Условные уравнения второй группы

$$\frac{a \sin 1 \sin 3}{b \sin 2 \sin 4} = 1,$$

или в логарифмическом виде

$$\lg a + \lg \sin 1 + \lg \sin 3 - \lg b - \lg \sin 2 - \lg \sin 4 = \omega.$$

Рабочие формулы для вычислений:

$$k = -\frac{\Sigma f - 3\delta}{2n}; \quad (v_1) = (v_2) = -\frac{1}{3} (f_1 - k);$$

$$(v_2) = (v_3) - k;$$

$$(v_3) = (v_4) = -\frac{1}{3} (f_2 - k); \quad (v_1) = (v_1) - k;$$

$$(\epsilon_n) = \pm \frac{\omega}{\Sigma \Delta},$$

где  $(v_n)$ ,  $(v_n)$  — первичные поправки углов;  $(\epsilon_n)$  — вторичные поправки связующих углов;  $\Delta$  — переменные логарифмов на  $1^\circ$  синусов связующих углов;  $n$  — число треугольников в сети.

Таблица 1

Номер угла	Приведенный к центру угол	Первичная поправка	Исправленный угол	Вторичная поправка	Уравненный угол	$(v) + (\epsilon)$	$[v + (\epsilon)]^2$
1	35°13'18"	-1,3	35°13'16",7'	-0,3"	35°13'16",4'	-1,6"	2,56
2	73 38 54	-1,2	73 38 52,8	+0,3	73 38 53,1	-0,9	0,81
$v_1$	71 07 54	-3,5	71 07 50,5	-	71 07 50,5	-3,5	12,25
	180 00 06	-6,0	180 00 00	-	180 00 00	-6,0	
3	68 34 52	+1,8	68 34 53,8	-0,3	68 34 53,5	+1,5	2,25
4	73 32 40	+1,7	73 32 41,7	+0,3	73 32 42	+2,0	4,00
$v_2$	37 52 25	-0,5	37 52 24,5	-	37 52 24,5	-0,5	0,25
	179 59 57	+3,0	180 00 00	-	180 00 00	+3,0	22,12
<i>B</i>					109 00 15		

Имеем измеренные углы, жесткий угол *B* и стороны *a*, *b* (табл. 1 и 2).  
Вычисляем первичные поправки:

$$k = -(6 - 3 - 3 \cdot 4) : 4 = 2,25; \quad (v_1) = (v_2) = -(6 - 2,25) : 3 = -1,25;$$

$$(v_3) = (v_4) = -(-3 - 2,25) : 3 = 1,75; \quad (v_1) = -1,25 - 2,25 = -3,50;$$

$$(v_2) = +1,75 - 2,25 = -0,50.$$

Первичные поправки округляем до 0,1" и вписываем в табл. 1. По исправленным углам решаем уравнение второй группы (табл. 2) и находим вторичные поправки в углы:

$$\omega = 13; \quad \Sigma \Delta = 50,5; \quad (\epsilon_1) = (\epsilon_3) = 13 : 50,5 \approx -0,3;$$

$$(\epsilon_2) = (\epsilon_4) = +0,3.$$

По уравненным углам вычисляем стороны сети и решаем одну прямую засечку  
Определяем среднюю квадратическую погрешность измерений углов

$$m = \sqrt{[(v) + (\epsilon)]^2 / k_1} = \pm \sqrt{22,12 / 3} = \pm 2,7",$$

где  $k_1$  — число избыточных измерений.

Таблица 2

Показатель	Логарифм	$\Delta$	Показатель	Логарифм	$\Delta$
<i>b</i>	3,397 940 0	17,4	<i>a</i>	3,163 934 2	29,8
sin 2	0,017 932 3	6,2	sin 1	0,239 022 8	29,8
sin 4	0,018 162 4	6,2	sin 3	0,031 079 0	8,3
$\Sigma$	3,434 034 7	12,4	$\Sigma$	3,434 036 0	38,1

### § 3. ОСНОВНАЯ ПОЛИГОНОМЕТРИЯ

*Выбор мест заложения пунктов.* Плановое обоснование промплощадки строят в виде сети полигонометрических ходов от одного или двух подходных пунктов.

Центры пунктов полигонометрии закладывают одновременно с осевыми реперами стволов (подробно разбивку осей ствола см. § 4). Места закладки пунктов намечают вначале на рекогносцировочной схеме так, чтобы они удовлетворяли основным требованиям. Кроме того, пункты полигонометрии должны располагаться так, чтобы с них можно было опустить перпендикуляры на оси ствола в пролетах между зданиями и сооружениями.

Предварительно на рекогносцировочную схему наносят контуры земляных работ при разработке котлованов под здания, прокладке траншей подземных коммуникаций, ведении планировочных работ, строительстве подземных резервуаров и т. п. В местах закладки пунктов выписывают планировочную и рабочую отметки. Для уточнения рекогносцировочной схемы нужно ознакомиться с рабочими чертежами многих объектов, знать границы планировочных работ, углы откосов, очередность строительства объектов на промплощадке.

По будущим пунктам полигонометрии намечают проектный полигон. Одну из точек полигона намечают в 40—45 м от проектного центра ствола. Такое расстояние нужно для того, чтобы надежно передать дирекционный угол на оси ствола и не превысить длину рулетки (50 м). Длины сторон и углы проектного полигона определяют графически (стороны с точностью до 0,1 м, углы — до 0,1°).

На местности от подходного пункта прокладывают временный полигонометрический ход со сторонами и углами проектного полигона. Работа по выносу в натуру проектного полигона очень трудоемкая. Необходима большая бригада исполнителей (около 12 чел.). Если же в бригаде имеется 4—5 чел., то работу разделяют на три отдельных этапа: рекогносцировку хода, измерение длин сторон, измерение углов. При рекогносцировке намечают точки хода, которые закрепляют деревянными столбиками с гвоздями диаметром 2 мм и окапывают канавкой. Длины сторон определяют дальномером.

Измерения углов во временном полигонометрическом ходе делают со средней погрешностью не более  $\pm 10''$ . Снижать точность измерения углов нежелательно, так как дирекционные углы сторон этого хода будут исходными при перенесении в натуру осей ствола. Длины линий измеряют либо светодальномерами, либо рулеткой по кольям. Поправку за наклон линий к горизонту (или отдельных пролетов) определяют из нивелирования кольев. Относительная погрешность измерения длин линий не должна превышать 1 : 5000 при длине хода не более 1600 мм.

*Примечание:* вычисление поправок за превышения концов пролетов удобно делать при помощи таблиц Л. А. Башлавина на логарифмической линейке решая две пропорции (см. пример 5).

После урагивания точки хода наносят на рекогносцировочную схему и на местности окончательно определяют места закладки пунктов основной полигонометрии.

*Измерение углов в основной полигонометрии* делают со средней квадратической погрешностью  $m_{\beta} = \pm 5''$ , для того чтобы обеспечить после уравнивания среднюю погрешность дирекционного угла  $m_{\alpha}$ , в наиболее слабом месте сети не более  $\pm 10''$ . Установлено, что при наличии только случайных погрешностей измерений величина средней погрешности дирекционного угла в наиболее слабом месте хода после уравнивания по методу наименьших квадратов за все условия примерно равна величине средней погрешности измеренного угла, т. е.  $m_{\alpha} \approx m_{\beta}$ . При наличии систематических погрешностей линейных измерений и погрешностей исходных данных, не превышающих влияния случайных погрешностей измерений,  $m_{\alpha} = 1,5 m_{\beta}$ .

*Измерение длин линий основной полигонометрии* выполняют светодальномерами или проволоками. Относительная погрешность измерения длин не должна быть больше 1 : 30 000. Уравнивание углов и сторон сети основной полигонометрии лучше делать раздельно.

*Развитие опорной сети на шахтном поле* зависит от характера местности. Применяют как светодальномерную полигонометрию, так и обычную микротриангуляцию с базисами, измеренными светодальномерами, и микротриангуляцию, опирающуюся на одну сторону сети триангуляции.

*Высотное обоснование* выполняют нивелированием IV класса по всем пунктам полигонометрии и осевым реперам. На промплощадке после возведения зданий закладывают три—четыре ственных высотных репера.

#### § 4. РАБОТЫ ПО ЗАКРЕПЛЕНИЮ ОСЕЙ СТВОЛА

*Выбор мест заложения осевых реперов.* Осевые реперы, фиксирующие на местности положение осей вертикального шахтного ствола, служат геодезической основой для разбивок осей зданий и сооружений технологического комплекса.

Места закладки осевых реперов вначале намечают на рекогносцировочной схеме. Здесь же им присваивают постоянные номера. На практике распространена нумерация осевых реперов от ствола с условным делением их на северные (1с, 2с, 3с), южные (1ю, 2ю, 3ю), восточные (1в, 2в, 3в), западные (1з, 2з, 3з).

Дальние от ствола реперы располагают на границе промплощадки. Ближние к стволу реперы, от которых в основном производят разбивку технологического комплекса, располагают так, чтобы не нарушалась точность разбивочных работ.

В процессе строительства на осевых линиях ствола фиксируют множество вспомогательных точек, необходимых для привязки проектных решений. Вынос этих точек производят теодолитом в створе двух осевых реперов. Погрешность определения вспомогательных точек по отношению к линии створа реперов зависит от погрешностей центрирования инструмента и визирования (створ реперов считают безоши-

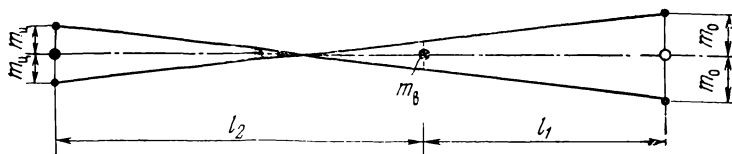


Рис. 4. Схема определения расстояния между осевыми реперами

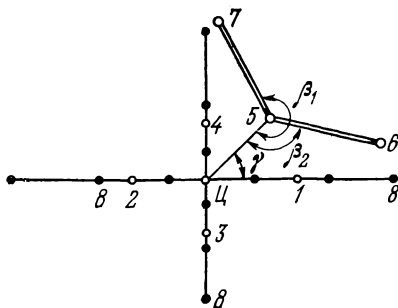


Рис. 5. Схема выноса в натуру центра и осей ствола:

1, 2, 3, 4 — створные точки; 5, 6, 7 — пункты временной полигонометрии; 8 — осевые реперы

бочным). Поскольку все установки инструмента единичны, учитывают максимальные погрешности центрирования и визирования. Из рис. 4. видно, что при погрешности центрирования  $m_{ц} = \pm 3$  мм и погрешности визирования  $m_{в} = \pm 1,5$  мм погрешность определения точки на оси будет  $m_0 \leq 5$  мм при условии, что  $l_2 > 1,5 l_1$ , т. е. расстояние между реперами в 1,5 раза больше расстояния от репера до фиксируемой точки.

Первые от ствола реперы (1с, 1в, 1ю, 1з) закладывают в 25—40 м от центра ствола. Уменьшать или увеличивать это расстояние нежелательно, так как непосредственно с этих реперов выносят в натуру оси при проходке устья ствола, монтаже копра, установке лебедек и т. п.

Вторые реперы (2с, 2в, 2ю, 2з) располагают соответственно в 45—70 м от первых, или в 70—110 м от ствола. Увеличивать эти расстояния тоже нежелательно, так как это создает массу неудобств при работе со створом реперов: появляются промеры, превышающие длину рулетки, уменьшается точность фиксации проектных точек и т. п.

*Вынос в натуру центра и осей ствола.* Инструкцией по производству маркшейдерских работ допустимые отклонения при перенесении в натуру центра ствола и его осей даны относительно пунктов планового обоснования промплощадки. Поэтому следует руководствоваться главным критерием — точностью положения осей ствола, а не координатами его центра.

Погрешность взаимного положения осей ствола не должна превышать  $\pm 20''$ .

При разбивке осей ствола применяют точный способ построения проектного угла (см. § 10).

Для выноса в натуру центра и осей ствола необходимо иметь: проектные координаты центра ствола, проектный дирекционный угол главной оси ствола, координаты точек и дирекционные углы сторон

временной полигонометрии (см. § 3), схему расположения осевых реперов, т. е. рекогносцировочную схему.

Подготовка исходных данных. По координатам  $x_5$ ,  $y_5$ ,  $x_{Ц}$ ,  $y_{Ц}$  решают обратную задачу: определяют дирекционный угол ( $5Ц$ ) и длину  $5Ц$ . Вычисляют углы  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\gamma$ .

Составляют рабочую схему, на которую наносят пункты полигонометрии, осевые реперы, выписывают значения углов  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\gamma$ , расстояния между осевыми реперами, длину  $5Ц$ , контрольные углы на пунктах полигонометрии. Схему после считки и проверки вклеивают в рабочую книжку (рис. 5).

Полевые работы. Измерения углов делают инструментом с большим увеличением трубы, позволяющим брать отсчеты по горизонтальному кругу с точностью  $\pm 10''$ .

Устанавливают теодолит в точке 5; измеряют контрольный угол  $\beta_1$ .

По углу  $\beta_1$  и длине  $5Ц$  определяют центр ствола, фиксируют его гвоздем диаметром 2 мм на деревянном столбике, который вкапывают вровень с землей. Угол  $\beta_1$  откладывают при двух положениях трубы. Разница не должна превышать  $\pm 20''$ . Измеряют углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$ .

Переходят на центр ствола (точка Ц). При двух положениях трубы откладывают угол  $\gamma$  и на расстоянии 70—80 м выставляют створную точку. Створную точку закрепляют надежно. Наводят сетку нитей на створную точку и намечают места закладки реперов. Каждый репер обозначают тремя штырями на оси ствола: один штырь ставят в месте закладки репера, два других — на расстоянии 2,5—3,0 метра в обе стороны от первого. Переводят трубу через зенит и при двух положениях трубы намечают вторую створную точку. Пользуясь второй створной точкой, намечают места закладки реперов с другой стороны ствола. Ось, перпендикулярную к главной, разбивают от третьей и четвертой створных точек. Третью и четвертую створные точки выставляют, откладывая угол в  $90^\circ$ , от первой створной точки. Другими точками и пунктами полигонометрии не пользуются. Всю работу по обозначению мест закладки осевых реперов делают с одной установки инструмента. Измеряют углы между осями и угол  $\gamma$ . Измеряют расстояния от центра ствола до створных точек с точностью 0,1 м. Центр ствола и створные точки окапывают канавкой.

После закладки реперов приступают к нанесению на них осевых точек. Всю работу производят с одной центрировки инструмента. Переставлять инструмент или делать перерывы в работе нежелательно. Устанавливают инструмент на центре ствола. Штатив должен стоять прочно, при необходимости снимают дерн и уплотняют грунт в местах постановки ножек штатива.

Измеряют контрольный угол  $\gamma$  на первую створную точку. Разница между контрольным и ранее измеренным углом не должна превышать  $\pm 20''$ . Закрепляют визирную ось трубы по линии «центр ствола — первая створная точка». Устанавливают над дальним репером штатив. Произвольно, примерно в двух-трех сантиметрах от центра репера, вешают отвес и на поверхности репера отмечают проекцию отвеса. Перед отвесом, со стороны теодолита, укрепляют белую линейку с миллиметровыми делениями.

По сетке нитей берут отсчеты на линейке против отвеса и вертикальной нити сетки трубы теодолита. Вычисляют смещение отвеса от осевой линии. Отмечают на репере осевую точку. Центрируют отвес над осевой точкой и проверяют его положение по сетке нитей.

Закрепляют точку оси на репере, изготовленном из рельса, крестообразной насечкой, а если репер изготовлен из другого материала, то сверлят отверстие диаметром 2 мм и делают клиновые насечки (см. рис. 2).

После окончания работы с первой створной точкой откладывают углы в 90° и 180° точным способом на другие створные точки и отмечают оси ствола на остальных реперах.

**Камеральные работы.** Фактические координаты центра ствола и осевых реперов получают после уравнивания основной полигонометрии. В журнале вычисления координат делают сравнение фактических и проектных координат центра ствола и дирекционных углов осей. По координатам пунктов планового обоснования составляют рабочий план в масштабе 1 : 500 на стандартных планшетах. В туши наносят пункты планового обоснования, в карандаше обозначают оси ствола, переносят с проекта оси зданий и сооружений, подземные коммуникации и другие проектные решения. Проектная и фактическая нагрузка планов наносится по мере развития строительных и монтажных работ. Проектная нагрузка сопровождается переносом и проверкой размеров для привязки главных осей зданий и сооружений.

## § 5. СТРОИТЕЛЬНАЯ СЕТКА

Разбивка зданий и сооружений — основной и наиболее трудоемкий вид геодезических работ при вынесении проекта в натуру, требующий от исполнителя не только знания теории, но и опыта в проведении разбивочных работ.

На промплощадке шахты положение каждого здания и сооружения в плане определяется расстоянием его характерных точек от осей ствола. Строительная сетка является одним из рациональных видов геодезической основы. Она представляет собой координатную систему из пунктов, расположенных в вершинах квадратов или прямоугольников. Строительную сетку делают со сторонами 80—100 м.

Компактность промплощадки, наличие зданий, соединенных между собой технологическими линиями, требуют повышенной точности линейных и угловых измерений и, кроме того, строгой ориентации по осям ствола.

Работы, связанные с разбивкой и закреплением строительной сетки, очень трудоемки, поэтому их выполняет специализированная проектная организация, которая перед началом строительства обязана сдать в натуре пункты вершин сетки и документы, подтверждающие точность измерения

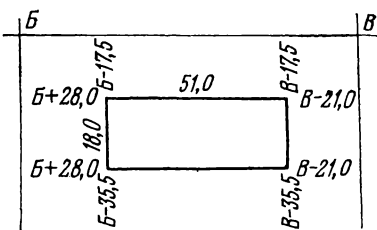


Рис. 6. Схема привязки здания к строительной сетке

углов и длин сторон. Углы должны быть измерены со средней погрешностью  $\pm 20''$ , а стороны — с относительной погрешностью не менее  $1 : 20\,000$ .

Привязка основных осей зданий дается по сторонам сетки от ближайших вершин (*Б*, *В* на рис. 6). Работу по разбивке здания выполняют способом прямоугольных координат от соответствующих вершин сетки (см. § 10).

В процессе работ маркшейдер восстанавливает утраченные пункты строительной сетки.

## § 6. ОПОРНЫЕ ЛИНИИ

Опорные линии как основа для разбивочных работ встречаются в практике шахтного строительства гораздо чаще, чем строительные сетки.

Применение полярного способа требует перехода от условной системы координат к общегосударственной. Причем такой переход необходимо делать для каждого здания, разбивка которого ведется с пунктов полигонометрии, а не с осей ствола. Объем вычислений здесь значителен.

Для того чтобы сократить вычисления и приблизить процесс разбивки осей здания к способу координат, пользуются тем же полярным способом, но в измененном виде — в виде опорных линий.

Привязки зданий и сооружений от осей ствола легко трансформируются на опорные линии.

Разбивки от опорных линий ведут в условной системе, т. е. в системе осей ствола, и в то же время координаты зданий получают сразу в общегосударственной системе.

При прямой видимости с точек оси ствола на пункты полигонометрии разбивка ничем не отличается от способа координат и створов.

Строят опорные линии на пунктах полигонометрии (рис. 7). Выносят и закрепляют их в натуре по мере необходимости. Опорные линии делают параллельными осям ствола.

Схему опорных линий и расчет их элементов делают перед началом строительства после уравнивания планового обоснования промпло-

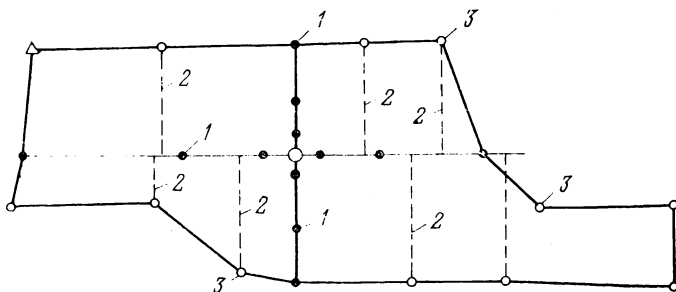


Рис. 7. Схема опорных линий:

1 — осевые реперы; 2 — опорные линии; 3 — пункты полигонометрии

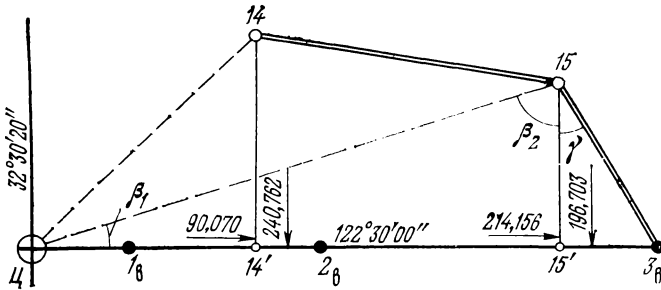


Рис. 8. Схема определения элементов опорных линий

щадки. На схему в удобном масштабе наносят центр ствола, осевые реперы, пункты полигонометрии и опорные линии. Размеры опорных линий и их привязку вычисляют по координатам пунктов. Например, по координатам центра ствола и пункта полигонометрии 15 решением обратной задачи находят расстояние и дирекционный угол линии Ц—15 (рис 8). По дирекционным углам линии Ц—15 и оси ствола вычисляют углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . По углам  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  и длине Ц—15 вычисляют длины линий Ц—15 и 15—15'. Зная дирекционный угол линии 15—Зв и  $\beta_2$ , определяют угол  $\gamma$ . Все элементы опорных линий выписывают на схему.

## § 7. НОРМЫ ТОЧНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

При построении опорной линии углы откладывают с погрешностью не более  $\pm 20''$ , а стороны — с относительной погрешностью не более 1 : 10 000. Опорными линиями протяженностью свыше 180 м стараются не пользоваться. Если невозможно применить опорную линию длиной в 180 м, то прокладывают полигонометрический ход между пунктами планового обоснования.

Точность разбивочных работ зависит от строительных допусков на осевые размеры сооружения и увеличивается по мере перехода от общего к частному. Главную, самую протяженную ось сооружения определяют по отношению к пунктам планового обоснования с погрешностью 3—5 см. Разбивку остальных осей делают уже с точностью, обеспечивающей строительные нормы СНиПа, которые слагаются из допусков на изготовление конструкции, погрешностей на геодезические построения (разбивка и фиксация) осей конструкции и погрешностей на совмещение осей конструкции с разбивочной осью при строительномонтажных работах.

Средняя погрешность детальной разбивки не должна превышать 25—30 % строительного допуска, предусмотренного СНиПом в зависимости от класса точности и размера сборных конструкций.

Взаимная перпендикулярность главных осей — одно из основных требований. Отклонения углов от  $90^\circ$  в точках пересечения главных осей сооружения не должны превышать  $\pm 30''$ .

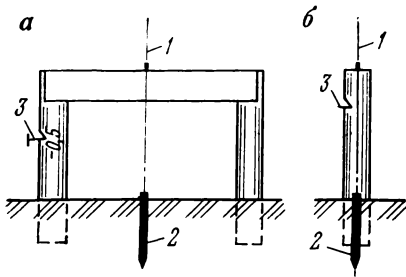


Рис. 9. Обноска:

1 — ось здания; 2 — штырь; 3 — условная отметка

Особое внимание следует уделять точности разбивки нескольких зданий, связанных друг с другом технологическими осями. К технологическим осям относят: ось подъема, ось вала подъемной машины, оси конвейеров, оси эстакад, оси питателей, оси каналов золоудалений и другие оси, соединяющие элементы здания и отдельные здания в единый комплекс.

Большую роль в обеспечении необходимой точности разбивочных работ играет обноска. Обноска состоит из отдельно стоящих (рис. 9, б) или из двух-трех столбов, к которым горизонтально прикрепляют доски (рис. 9, а). Столбы устанавливают в 3—5 м от края котлована, параллельно соответствующим осям сооружения.

Обноску делают высотой 0,9—1,2 м, чтобы по ней удобно было производить измерения и устанавливать над ней штатив теодолита. На местности с большим наклоном обноску строят уступами. Места закрепления обноска определяют от точек сооружения. Любую обноску устанавливают так, чтобы непосредственно на ней можно было измерять расстояния между осями, не прибегая к натягиванию проволоки. Для этого она должна удовлетворять следующим требованиям. Стороны обноска должны быть параллельны соответственным продольным и поперечным осям сооружения. Если не соблюдать это условие, то расстояния между смежными осями, отложенные на обноске, будут систематически меньше проектных. Отклонения от прямой линии не должны превышать 6 см на 20-метровой длине. Прямолинейность обноска задают теодолитом. Обноска должна быть строго горизонтальной, т. е. верхние срезы столбов и перекладины должны быть на одном уровне. Это нужно для того, чтобы не вводить поправки за наклон линий. При шаге осей в 6 м превышения точек соседних обноска не должны быть более 3,8 см. На практике либо задают высоту столбиков над поверхностью почвы, либо спиливают верхушки столбиков, выступающих выше заданного уровня.

## § 8. ПАСПОРТА МАРКШЕЙДЕРСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ

*Паспорта теодолитов и нивелиров.* При разбивочных и монтажных работах оптические инструменты, теодолиты и нивелиры часто переносят с места на место, перевозят всевозможным транспортом, подвергают перемене температуры и влажности. В этих условиях сохранность неизменного положения осей и уровней не может быть гарантирована на долгое время даже при условии соблюдения правил упаковки и транспортировки. Проверки инструментов приходится делать чаще, чем в других условиях работы.

Очень важно, чтобы оптические инструменты были всегда хорошо юстированы. Но не менее важно знать и стабильность, устойчивость работы инструмента. Прибор или инструмент, в котором положение основных осей нестабильно и который требует частых поверок и наработки, не может гарантировать точных измерений.

Для контроля юстировки и стабильности работы на все маркшейдерские инструменты заводят паспорта. Паспорт инструмента — небольшая тетрадка форматом листа примерно 110 на 140 мм с таблицами, заполняемыми необходимыми сведениями.

На титульный лист паспорта вписывают название инструмента, заводской номер, дату запуска в работу и другие данные.

Следующие страницы предназначены для записи результатов поверок инструмента. Здесь указывают дату поверки, фамилию, имя, отчество исполнителя, исправления, замечания по отдельным узлам, заключение о пригодности к работе. Остальные страницы, начиная с середины, заполняют записями при производстве поверок.

*Примечание.* Основную поверку технического нивелира с элевационным винтом, т. е. установку визирной оси зрительной трубы параллельно оси цилиндрического уровня, выполняют следующим образом.

Выбирают на местности две точки  $A$  и  $B$  на расстоянии 70—80 м друг от друга. Измеряют длину между ними и нивелированием точно из середины находят превышение  $h$  между точками.

Устанавливают нивелир над точкой  $A$  так, чтобы край объектива проецировался на точку. Приводят пузырек цилиндрического уровня на середину. Измеряют высоту инструмента, для чего ставят рейку на точку  $A$ , прислоняют ее к объективу и острым карандашом очерчивают на рейке верх и низ объектива. Снимают отсчеты и находят средний, который соответствует высоте инструмента  $i$ .

Вычисляют правильный отсчет на рейке в точке  $B$ , ( $b_1 = i \pm h$ ). Наводят сетку нитей на отсчет  $b_1$  элевационным винтом. Снова измеряют высоту инструмента  $i_2$  и вычисляют новый отсчет  $b_2$  по рейке на точке  $B$ , ( $b_2 = i_2 \pm h$ ). Устанавливают сетку нитей на отсчет  $b_2$  элевационным винтом, закрепляют трубу и исправительными винтами цилиндрического уровня приводят пузырек на середину.

*Паспорт рулетки.* Отечественная промышленность выпускает стальные рулетки различных типов (ГОСТ 7502—80) 2-го и 3-го классов точности (табл. 3 и 4). Рулетки изготавливают с травлеными (Т) и печатными штрихами из нержавеющей (Н) и углеродистой (У) стали. Ленты из углеродистой стали покрывают антикоррозийным покрытием.

Рулетка в открытом корпусе (О) с плоской измерительной лентой (П) и вытяжным кольцом (К) 2-го класса точности длиной 30 м, с началом шкалы, удаленным от торца измерительной ленты (А), изготовленной из нержавеющей стали (Н), с травлеными штрихами (Т), нанесенными через 10 мм, записывается так:

рулетка ОПК 2—30 АНТ/10 ГОСТ 7502—80.

Срок службы для рулеток из нержавеющей стали 2 года, или 1500 циклов; для рулеток из углеродистой стали — 1 год, или 1200 циклов. Один цикл включает: вытягивание, натяжение, отсчет, свертывание ленты и после каждого десятого цикла вытирание насухо мягкой ветошью от влаги и грязи.

Таблица 3

Показатели	Тип рулетки			
	З; В; Д	З; П; К	О; П; К	О; П; Г
Длина шкалы, м	1; 2	1; 2; 3; 5; 10; 20	30; 50; 75; 100	10; 20; 30; 50
Цена деления шкалы, мм:				
на первом дециметре	1	1	1	1
на остальной части шкалы	1	1 или 10		1
класс точности	3	2, 3		3
положение начала шкалы	Б	А		—

*Примечание:* В — выпуклая лента желобчатая; О — в открытом корпусе; З — в закрытом корпусе; П — плоская лента; К — с кольцом; Д — с держателем для закрепления на предмете, подлежащем измерению; Г — с грузом; А — начало шкалы удалено от торца измерительной ленты; Б — начало шкалы совпадает с торцом измерительной ленты.

Коэффициенты линейного расширения материалов, применяемых для изготовления измерительных лент рулеток:

$$k = 20,5 \cdot 10^{-6} \text{ (нержавеющая сталь X18Г14АН4);}$$

$$k = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ (углеродистая сталь).}$$

В разбивочных работах при выноске в натуру осей зданий и сооружений откладывают расчетную или проектную длину линии. При обычных измерениях длин линий на весу, например при прокладке полигонометрического хода, исправленное значение линии находят в камеральных условиях после введения в измерения поправок за компарирование, провес, температуру воздуха и др. При откладывании проектной длины поправки вводят непосредственно на месте работы. Причем приходится решать совершенно противоположные задачи: вычислять исправленную длину измеренной линии и определять «рулеточную длину» проектной или расчетной линии, вводя поправки за провес, компарирование и температуру с обратными знаками.

Для того чтобы процесс работы с поправками был простым и естественным, чтобы можно было в любое время и в любых условиях

Таблица 4

Длина рулетки (м) и интервалы шкал	Допускаемые отклонения действительной длины рулетки от номинального значения ( $\pm$ ) мм для классов		Длина рулетки (м) и интервалы шкал	Допускаемые отклонения действительной длины рулетки от номинального значения ( $\pm$ ) мм для классов	
	2	3		2	3
1; 2	—	0,8	75	11,6	15,5
3; 5	—	2,0	100	15,3	20,5
10	2,0	2,5	Дециметровые	0,3	0,4
20	3,3	4,4	и метровые		
30	4,8	6,5	Сантиметровые	0,2	0,3
50	8,0	10,5	Миллиметровые	0,15	0,2

Таблица 5

Интервал, м	$L_p$ , м	$L_K$ , м	$\Delta L_K$ , м	Интервал, м	$L_p$ , м	$L_K$ , м	$\Delta L_K$ , м
0—10	10,0046	10,0038	0,0008	40—50	10,0045	10,0038	0,0007
10—20	10,0043	10,0038	0,0005	0—20	19,9834	19,9820	0,0014
20—30	10,0038	10,0038	0,0000	10—30	19,9825	19,9820	0,0005
30—40	10,0045	10,0038	0,0007	30—50	19,9833	19,9820	0,0013

быстро определить необходимые величины, на каждую рулетку заводят паспорт.

На титульном листе паспорта выписывают номер рулетки, дату последнего компарирования, характеристику компаратора: чей, какой, кем и когда измерен, с какой точностью. На следующих страницах помещают результаты компарирования и таблицы поправок за компарирование, провес, температуру воздуха. Другие поправки записывают в виде формул.

Таблицы рассчитывают и составляют так, чтобы промежуточные значения поправок можно было определять путем интерполирования.

**Пример 2.** Обработка результатов компарирования стальной 50-метровой рулетки № 17. Компаратор Кузбассшахтостроя, стеной с пролетами 10 и 20 м.

Отсчеты по рулетке на каждом пролете брались до десятых долей миллиметра при постоянном натяжении 100 Н и температуре воздуха при компарировании  $t_K = +22^\circ\text{C}$ .

Результаты замеров, с учетом поправок за провес, приведены в табл. 5, где  $L_K$  — длина пролета компаратора,  $L_p$  — длина пролета, измеренная рулеткой.  $\Delta L_K$  — поправка за компарирование.

Поправка за провес всей рулетки определяется по формуле

$$\Delta L_0 = \frac{q^2 L_0^3}{24P^2},$$

где  $q$  — масса 1 м рулетки;  $L_0$  — общая длина рулетки;  $P$  — натяжение рулетки.

При условии, что  $q = 0,018$  кг,  $L_0 = 50$  м,  $P = 100$  Н, получим  $\Delta L_{50} = -16,7$  мм.

Ниже приведены поправки за компарирование, вычисленные по данным табл. 5 ( $L$  — часть длины рулетки).

$L$ , м . . . . .	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\Delta L_K$ , мм . . . . .	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
$L$ , м . . . . .	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	
$\Delta L_K$ , мм . . . . .	-1,4	-1,6	-1,7	-1,9	-2,0	-2,1	-2,3	-2,4	-2,6	-2,7	

Поправки за провес части рулетки определяют по формуле

$$\Delta L_{\Pi} = \Delta L_{50} \frac{L^3}{L_{50}^3}.$$

Таблица 6

$t, ^\circ\text{C}$	Значения $\Delta L_t$ (мм) при длине измеряемой линии, м								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
+30	+1,0	+1,5	+2,0	+2,5	+3,0	+3,5	+4,0	+4,5	+5,0
+25	+0,4	+0,6	+0,8	+1,0	+1,1	+1,3	+1,5	+1,7	+1,9
+20	-0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2
+15	-0,9	-1,4	-1,8	-2,2	-2,6	-3,0	-3,5	-4,0	-4,4
+10	-1,5	-2,2	-3,0	-3,8	-4,5	-5,2	-6,0	-6,8	-7,5
+5	-2,1	-3,1	-4,2	-5,3	-6,4	-7,4	-8,5	-9,6	-10,6
0	-2,8	-4,1	-5,5	-6,8	-8,2	-9,6	-11,0	-12,4	-13,8
-5	-3,4	-5,1	-6,8	-8,4	-10,1	-12,3	-14,5	-16,2	-17,9
-10	-4,0	-6,0	-8,0	-10,0	-12,0	-14,0	-16,0	-18,0	-20,0
-15	-4,6	-6,9	-9,2	-11,5	-13,9	-16,7	-18,5	-20,8	-23,1
-20	-5,2	-7,8	-10,5	-13,1	-15,8	-18,4	-21,0	-23,6	-26,2
-25	-5,9	-8,8	-11,8	-14,7	-17,6	-20,5	-23,5	-26,3	-29,4

Ниже приведены значения этих поправок (промежуточные значения их определяют путем интерполирования с ошибкой, не превышающей 0,1 мм).

$L, \text{ м} \dots$	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$\Delta L_{\text{п}}, \text{ мм} \dots$	0	-0,2	-0,4	-0,6	-0,8	-1,1	-1,5	-1,9	-2,4	-3,0	-3,7
$L, \text{ м} \dots$	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	
$\Delta L_{\text{п}}, \text{ мм} \dots$	-4,4	-5,3	-6,4	-7,5	-8,7	-9,9	-11,4	-14,0	-14,8	-16,7	

Для линий, угол наклона которых к горизонту более  $20^\circ$ , поправка за провес

$$\Delta L'_p = \Delta L_{\text{п}} \cos^2 \alpha, \quad \text{при } \alpha > 20^\circ.$$

Поправки за температуру измерения

$$\Delta L_t = 0,0000125 L (t - t_{\text{к}}),$$

где  $t, t_{\text{к}}$  — температура воздуха соответственно при измерении и компарировании.

Поправки за температуру измерения с интервалом по длине через 5 м приведены в табл. 6.

**Пример 3.** Перенести в натуру проектную длину 48,6 м при температуре воздуха  $t = -23^\circ\text{C}$  стальной 50-метровой рулеткой № 17 на весу (горизонтально).

Выписываем поправки за компарирование, провес и температуру с обратными знаками и прибавляем к проектной длине:

$$48,600 + 0,0026 + 0,0154 + 0,0253 = 48,644 \text{ м.}$$

«Рулеточную длину» 48,644 м откладываем в натуру на весу при натяжении 100 Н.

## § 9. СПОСОБЫ ПРИВЯЗКИ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ

Для того чтобы перенести в натуру проектное положение любого здания или сооружения, обозначают вначале на местности, как минимум, одну проектную линию, т. е. находят и закрепляют две точки, которые определяют положение проектной прямой (оси) в горизонтальной плоскости. Работы по отысканию и закреплению на местности первой (главной) проектной оси здания или сооружения составляют содержание и решение задачи привязки.

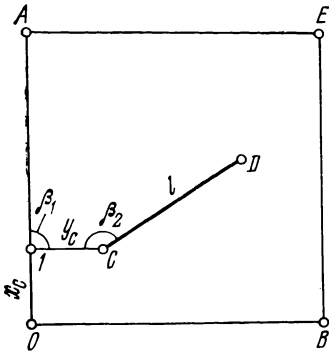


Рис. 10. Схема привязки проектной линии способом створов и полярным способом

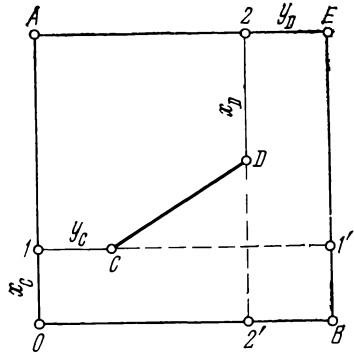


Рис. 11. Схема привязки проектной линии способом створов и створных засечек

Рис. 12. Схема привязки проектной линии угловой засечкой и полярным способом

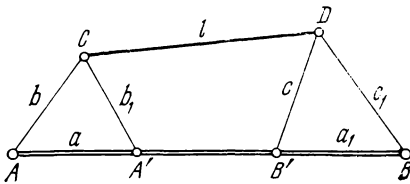


Рис. 13. Схема привязки проектной линии линейными засечками

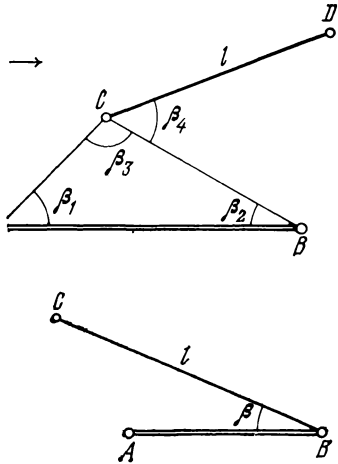


Рис. 14. Полярный способ

От первой (главной) оси сооружения по проектным размерам находят и закрепляют другие оси сооружения. Работы по закреплению проектных осей, кроме первой, составляют содержание и решение задачи разбивки.

Проектная прямая может быть задана координатами двух точек или координатами одной точки и направлением. На местности положение точек проектной линии определяют, комбинируя различные способы: створов и створных засечек, угловую засечку и полярный способ и т. д.

**Способ прямоугольных координат.** На местности закреплены вершины координатной сетки  $O, A, E, B$ . Положение проектной линии  $CD$  определяют, комбинируя способ створов и полярный способ. В створе  $OA$  по координате  $x$  точки  $C$  фиксируют точку  $I$  (рис. 10).

На точке  $I$  строят угол  $\beta_1 = 90^\circ$ , затем откладывают ординату  $y$  точки  $C$  и фиксируют положение точки  $C$ . Последовательно отклады-

вая угол  $\beta_2$  и длину  $l$ , фиксируют точку  $D$ . В этом виде способ прямоугольных координат наиболее экономичный.

Положение проектной линии  $CD$  в координатной сетке можно определить, комбинируя способ створов и створных засечек (рис. 11). Чтобы найти положение двух проектных точек, откладывают шесть линий. Применяют эту комбинацию способов крайне редко, в основном для разбивки планировочных сеток.

*Комбинацию угловой засечки и полярного способа* применяют при значительных удалениях проектной линии  $CD$  от геодезической опорной сети (рис. 12). Здесь откладывают расчетные углы  $\beta_1, \beta_2, \beta_4$  и проектную длину  $l$ . Угол  $\beta_3$  служит контролем прямой засечки.

*Способ линейной засечки* применяют крайне редко и только для привязки второстепенных объектов (рис. 13). Точки  $C$  и  $D$  проектной линии  $l$  определяют засечками мерным прибором с базиса  $AB$ . В створе точек  $A$  и  $B$  откладывают вначале «рабочие базисы» ( $AA', BB'$ ), а уже потом засечками  $b, b_1$  и  $c, c_1$  определяют положение проектных точек  $C$  и  $D$ .

*Полярный способ* получил наибольшее распространение как в чистом виде, так и в комбинации с другими способами.

Положение проектной точки  $C$  полярным способом определяют построением расчетного угла  $\beta$  и расчетной длины  $l$  (рис. 14). Угол  $\beta$  и длину  $l$  строят (откладывают) в натуре с заранее заданными (расчетными) погрешностями, которые зависят от допустимой максимальной погрешности положения точки  $C$ .

## § 10. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТНОГО УГЛА

В горизонтальной плоскости проектный (расчетный) угол  $\beta$  можно построить двумя способами.

*Способ первый.* Теодолит устанавливают в точке  $B$  исходного направления ( $AB$ ), визируют на точку  $A$  и берут отсчет  $a$  по горизонтальному кругу. Вычисляют отсчет  $c = a + \beta$ . Устанавливают отсчет  $c$  на горизонтальном круге и по сетке нитей трубы фиксируют точку  $C_1$ . Аналогично строят угол  $\beta$  при другом положении вертикального круга и фиксируют точку  $C_2$ . Отрезок  $C_1C_2$  делят пополам и фиксируют точку  $C$ , полученный  $\angle ABC$  принимают за проектный (рис. 15).

Предельная погрешность  $\angle ABC$  при таком построении близка к удвоенной точности отсчетного приспособления теодолита, т. е.  $\Delta\beta \approx \approx \pm 2t$ . Для контроля  $\angle ABC$  измеряют и сличают с проектным.

*Способ второй (точный).* В точке  $B$  при одном положении вертикального круга откладывают проектный угол и фиксируют точку  $C_3$ . Предварительно отложенный угол  $\angle ABC_3$  измеряют с погрешностью, вдвое меньшей расчетной погрешности построения проектного угла (рис. 16).

По разнице  $\beta - \beta_{II}$  находят поправку  $\epsilon$ , на которую необходимо исправить предварительно отложенный угол.

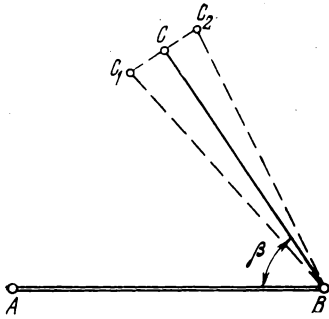


Рис. 15. Построение проектного угла (первый способ)

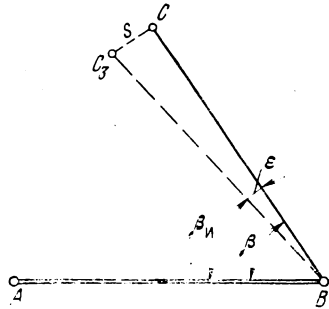


Рис. 16. Точный способ построения проектного угла

Измеряют длину  $BC = l$  с точностью до 0,1 м и вычисляют линейную поправку

$$s = \frac{le''}{\rho''}, \quad \text{или } s = \frac{0,0003le''}{60''}.$$

Последней формулой часто пользуются на практике. Здесь 0,0003 — значение тангенса угла, равного одной минуте ( $\text{tg } 1' = 0,0003$ ).

От точки  $C_3$  рулеткой откладывают  $s$  и фиксируют точку  $S$ . Угол  $\angle ABC$  будет соответствовать проектному в границах заданной погрешности.

*Погрешности построения горизонтального угла.* Наибольшее влияние на точность построения угла оказывают инструментальные погрешности, погрешности центрирования теодолита и сигналов. Линейная величина погрешности центрирования  $s_{ц}$  в зависимости от вида центрировочного приспособления, его юстировки, высоты теодолита над вершиной угла равна следующей величине (мм):

Нитяной отвес:		Оптический центрир при высоте прибора (м):	
при отсутствии ветра . . . . .	3	$< 1$ . . . . .	0,3
при скорости ветра		$\leq 1,5 - \leq 1 - 1,5$ . . . . .	0,5
$< 3$ м/с . . . . .	3	$> 1,5$ . . . . .	0,7
при скорости ветра 5 м/с	5		

Линейная погрешность фиксации угла  $s_{ф}$  в зависимости от способа закрепления точки на различных поверхностях равна следующей величине (мм):

Прочерчивание скальпелем на металлической пластине . . . . .	0,3
Насечка или керн на металлической пластине . . . . .	0,5
Фиксация карандашом на бетоне с последующей окраской:	
на гладкой поверхности . . . . .	1,0
на шероховатой поверхности . . . . .	1,2
Закрепление шпилькой на поверхности земли . . . . .	0,7
Закрепление металлическим штырем, вбиваемым в грунт . . . . .	1,5
Закрепление деревянным колышком в грунте . . . . .	2,0

В практике для определения необходимой точности построения угла исходят из предельной погрешности  $\Delta C$  положения точки  $C$ . Абсолютную линейную величину этой погрешности принимают равной 3—5 м в зависимости от типа и назначения сооружения.

Определение положения точки  $C$  полярным способом производят при единичных измерениях угла, когда свойства случайных погрешностей могут не проявляться вовсе, поэтому все расчеты делают по предельным погрешностям.

Предварительный расчет точности построения угла по всем источникам погрешностей сложен и на практике применяется только для высокоточных (прецизионных) работ.

Для того чтобы не завышать точность геодезических измерений при разбивочных работах и в то же время учитывать влияние основных погрешностей на положение точки  $C$ , при расчетах применяют принцип пропорционального изменения погрешностей. Коэффициент пропорциональности принимают равным двум.

Расчет погрешности построения угла  $\beta$  выполняют следующим образом.

Определяют линейную погрешность  $\delta_\beta$  положения точки  $C$ , зависящую от погрешности построения угла  $\beta$ :

$$\delta_\beta = \pm \frac{1}{2} \Delta C.$$

Затем определяют допустимую погрешность построения угла без учета погрешности центрирования инструмента:

$$m_\beta = \pm \frac{\delta_\beta \rho''}{l}, \quad \text{или} \quad m_\beta = \pm \frac{60\delta_\beta}{0,0003l};$$

здесь  $l$  — проектная длина стороны  $BC$  (см. рис. 14).

Для того чтобы гарантировать заданную допустимую погрешность  $m_\beta$ , измеряют предварительно отложенный угол с погрешностью, вдвое меньшей,

$$m_{\beta_{II}} = \pm \frac{1}{2} m_\beta.$$

Определяют погрешность положения точки  $C$ , зависящую только от погрешности центрирования инструмента:

$$\delta_{II} = \pm \frac{1}{2} \delta_\beta.$$

Определяют линейную величину погрешности центрирования над вершиной угла  $s_{II}$  из условия  $\frac{s_{II}}{l_{исх}} = \frac{\delta_{II}}{l}$ , т. е.  $s_{II} = \pm \frac{\delta_{II} l_{исх}}{l}$ .

Зная  $s_{II}$ , выбирают способ центрирования инструмента.

**Пример 4.** Определить допустимую погрешность построения угла  $\beta$  при условии, что длина стороны полигонометрии  $AB$  равна 48 м, проектная длина  $BC$  равна 170 м, а предельная погрешность определения положения точки  $C$  не должна превышать 30 мм, т. е.  $l_{исх} = 48$  м,  $l = 170$  м,  $\Delta C = \pm 30$  мм.

Принимаем линейную погрешность положения точки  $C$ , зависящую от погрешности построения собственно угла, равной

$$\delta_{\beta} = \pm \frac{1}{2} \Delta C = \pm 15 \text{ мм.}$$

Находим допустимую погрешность построения угла без учета погрешностей центрирования инструмента и других

$$m_{\beta} = \pm \frac{60\delta_{\beta}}{0,0003l} = \pm \frac{60 \cdot 0,015}{0,0003 \cdot 170} = \pm 18''.$$

Линейную погрешность положения точки  $C$ , зависящую только от погрешностей центрирования инструмента, определяем из условия

$$\delta_{ц} = \pm \frac{1}{2} \delta_{\beta} = \pm 7,5 \text{ мм.}$$

Вычисляем допустимую величину линейной погрешности центрирования инструмента

$$s_{ц} = \pm \frac{\delta_{ц} l_{исх}}{l} = \pm \frac{7,5 \cdot 48}{170} = \pm 2,1 \text{ мм.}$$

Таким образом, для того чтобы обеспечить  $\Delta C = \pm 30$  мм при  $l_{исх} = 48$  м,  $l = 170$  м, необходимо построить угол  $\beta$  с погрешностью  $m_{\beta} \leq 18''$  при линейной погрешности центрирования  $s_{ц} = \pm 2,1$  мм. В безветренную погоду можно использовать нитяный отвес, а в ветреную — только оптический центрир. Совершенно очевидно, что погрешности визирования и фиксации не должны превышать линейной погрешности центрирования инструмента. Для построения угла можно применить теодолит Т15. Предварительно отложенный угол нужно измерить одним повторением ( $m_{\beta_{ц}} \leq 9''$ ).

## § 11. ПОСТРОЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ

В практике встречаются несколько случаев построения проектной линии.

*Случай первый.* Проектная линия не превышает длины мерного прибора, а концы линии лежат в горизонтальной плоскости. Построение такой линии рулеткой на весу приведено в примере 3. Если измерения ведут на плоскости, то поправку за провес не вводят.

*Случай второй.* Проектное расстояние не превышает длины мерного прибора, но концы линии имеют значительную разность высот. Построение такой линии см. в примере 5.

*Случай третий (общий).* Проектная линия значительно превышает длину мерного прибора, и концы линии имеют значительную разность высот. В этом случае разбивают линию на интервалы, меньшие длины мерного прибора. Производят измерение интервалов с расчетной (заданной) точностью. Вычисляют горизонтальные проложения интервалов и измеренной длины. Вычисляют величину домера до проектной длины. Домер откладывают рулеткой в горизонтальной плоскости со своим знаком. Построение проектной линии в этих условиях см. в примере 6.

*Погрешности построения проектной линии.* На точность построения проектной линии оказывают влияние погрешности случайного и систематического характера. Учет их не только сложен, но зачастую

невозможен в условиях промплощадки шахты. Наибольшее влияние на точность измерения длины оказывают погрешности отсчитывания, которые зависят от погрешностей оцифровки мерного прибора, погрешностей фиксации измеряемого интервала, погрешностей округления и внешних условий измерений.

Допустимую погрешность построения проектной линии  $m_l$  при разбивочных работах определяют по предельной погрешности  $\Delta C$  положения точки  $C$  (см. рис. 14). Применяя принцип пропорциональности изменения погрешностей, принимают погрешность измерения всей длины

$$\delta_l = \pm \frac{1}{2} \Delta C,$$

а допустимую относительную погрешность определяют из выражения

$$m_l = \pm \frac{1}{2} \frac{\Delta C}{l}.$$

Чтобы выдержать расчетную относительную погрешность, необходимы как минимум два измерения интервала, где каждое измерение является средним арифметическим из нечетного числа измерений, т. е. из серии разностей отсчетов переднего и заднего ( $n - 3$ ). Число серий обычно принимают равным пяти при измерении одним мерным прибором и трем при измерении двумя мерными приборами.

Погрешность среднего арифметического из серии измерений ( $n - 3$ ) всегда должна быть меньше расчетной погрешности измеряемого интервала. Чтобы это условие соблюдалось, максимальная разница между отдельными измерениями в серии ( $n - 3$ ) не должна быть больше полуторной расчетной погрешности измеряемого интервала. Например, при заданной относительной погрешности, равной  $1/10\,000$ , максимальная разница между отдельными измерениями в серии ( $n - 3$ ) для 30-метровой длины не должна превышать 4 мм, а для 50-метровой длины (полная рулетка) эта разница не должна быть больше 7—8 мм при точности отсчетов  $\pm 1$  мм.

При отсчетах по рулетке с точностью до одного миллиметра выдержать относительную погрешность менее  $1/10\,000$  можно только в особых условиях измерений, применяя постоянные грузы, целики и обязательно два компарированных мерных прибора. Во всех случаях, где требуется повышенная точность, следует переходить к измерениям проволоками или светодальномерами.

На практике довольно часто, сравнивая результаты двух измерений одной длины, получают относительную погрешность меньше расчетной, по которой и судят о точности измерений, не принимая во внимание методику измерений. Это заблуждение приводит к неожиданным ошибкам в последующих измерениях. Границы точности измерений длин линий следует определять только по методике измерений, которая характеризуется постоянным натяжением мерного прибора, оцифровкой, точностью отсчетов, количеством серий отсчетов, метеоусловиями и другими факторами. Например, если нивелирование выполнялось по методике 4-го класса, а величина невязок оказалась меньше,

чем в нивелировании 3-го класса, это не значит, что выполнено нивелирование 3-го класса. Относительная погрешность, вычисленная по результатам измерений отдельного интервала или линии из нескольких интервалов, всегда завышена, так как не учитывает многих факторов, влияющих на точность измерений. Пользоваться относительной погрешностью нужно лишь для определения границ точности элементарных измерений интервалов.

**Пример 5.** Построить проектную линию  $l_{\Pi} = 46,200$  м с относительной погрешностью  $1/7000$ . Концы линии имеют значительную разность высот. Температура воздуха  $t = +12^{\circ}\text{C}$ . Рулетка № 17.

Проектная линия  $BC$  находится в створе точек  $B$  и  $M$  (рис. 17).  $B$  — вершина угла;  $M$  — створная точка, полученная при построении угла. В створе  $BM$  закрепляем точку  $C_1$ . Расстояние  $BC_1$  откладываем грубо по почве на  $0,5$  м меньше проектного. Слишком близко расположенные точки  $C_1$  и  $C$  неудобны в работе, если они закреплены на кольях. Если же точки  $C_1$  и  $C$  фиксируют на твердых поверхностях (бетоне, асфальте и т. п.), то желательно, чтобы они располагались возможно ближе друг к другу, — тогда откладывают расстояние  $BC_1$ , равное проектному.

Измеряем наклонную длину  $l_{\Pi}$  от центра инструмента до точки  $C_1$  (1), предварительно установив трубу в горизонтальное положение.

Определяем нивелировкой превышение точки  $C_1$  над центром инструмента (2).

Вводим в измеренную длину  $l_{\Pi}$  поправки за компарирование, провес и температуру (см. § 8) (3).

Вычисляем горизонтальное проложение  $l_{\Gamma}$  (7), пользуясь таблицами Л. А. Башлапина: определяем из пропорции (4) превышение  $h$  (соответствующее  $24$  м —  $h_{24}$ ), по таблице находим поправку за наклон в длину  $24$  м  $\Delta l_{24}$  (5), из пропорции (6) определяем поправку  $\Delta l_{\text{ис}}$  за наклон в нашу длину. Вычисления пропорций делаем на логарифмической линейке.

Определяем величину домера  $d$  (8), который и откладываем в натуре рулеткой. Для контроля измеряем домер, сдвигая отсчеты на рулетке на  $0,5$ — $0,6$  м.

(1).  $(\Pi - 3)$  45,645; 45,642; 45,638; 45,639; 45,641;  $l_1 = 45,641$ ;

$(\Pi - 3)$  45,643; 45,646; 45,646; 45,639; 45,641;  $l_2 = 45,643$ ;  $l_{\Pi} = 45,642$ .

$(\Pi - 3)_{\max} - (\Pi - 3)_{\min} = 8$ , при расчетной  $\pm 9$ .

(2).  $h = 2100$  мм. (3).  $l_{\text{ис}} = l_{\Pi} + \Delta L_{\text{к}} + \Delta L_{\text{п}} + \Delta L_{\text{т}}$ ;

$l_{\text{ис}} = 45,642 - 0,002 - 0,013 - 0,006 = 45,621$  мм.

(4).  $\frac{l_{\text{ис}}}{h} = \frac{24}{h_{24}}$ ;  $h_{24} = \frac{24 \cdot 2,100}{45,621} = 1,105$  м.

(5).  $\Delta l_{24} = 0,025$  м.

(6).  $\frac{\Delta l_{24}}{24} = \frac{\Delta l_{\text{ис}}}{l_{\text{ис}}}$ ;  $\Delta l_{\text{ис}} = \frac{0,025 \cdot 45,621}{24} = 0,048$  м.

(7).  $l_{\Gamma} = l_{\text{ис}} - \Delta l_{\text{ис}}$ ;  $l_{\Gamma} = 45,621 - 0,048 = 45,573$  м.

(8).  $d = l_{\Pi} - l_{\Gamma}$ ;  $d = 46,200 - 45,573 = 0,627$  м.

**Пример 6.** Построить проектную линию  $BC$  значительно превышающую длину мерного прибора. Концы линии имеют значительную разность высот (рис. 18).

В створе точек  $B$  и  $M$  закрепляем на местности точку  $C_1$ . Точка  $M$  — створная. Расстояние  $BC_1$  откладываем грубо по почве на  $0,3$  —  $0,5$  м меньше проектного. Разбиваем всю длину на интервалы:  $B-1$ ,  $1-2$ ,  $2-C_1$ . Каждый интервал должен быть на  $1$ — $2$  м меньше длины рулетки. Выставляем в створе  $BM$  штативы 1, 2 и наносим риски для фиксации интервалов. Убираем теодолит. Нивелируем точки  $B$ , 1, 2,  $C_1$ . Измеряем наклонные длины  $l_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$ . Вводим необходимые

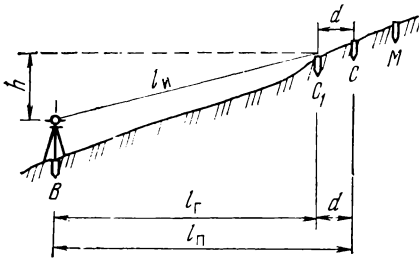


Рис. 17. Схема построения наклонной проектной линии

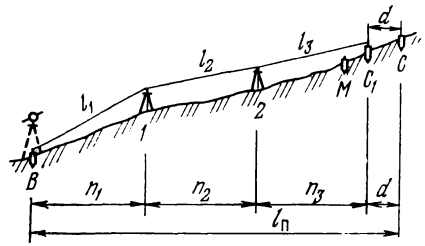


Рис. 18. Общий случай построения проектной линии

поправки. Вычисления горизонтальных проложений  $n_1, n_2, n_3$  выполняем, как показано в примере 5. Определяем домер  $d = l_p - n_1 - n_2 - n_3$ , который и откладываем в натуре. Закрепляем точку  $C$ .

Контрольное измерение построенной длины выполняем либо второй рулеткой, либо первой. Если первой, то сдвигаем штативы в створе  $BM$  на  $0,5-1,0$  м.

## § 12. ПЕРЕНОСЕНИЕ В НАТУРУ ПРОЕКТНОЙ ОТМЕТКИ

Проектные отметки переносят в натуре геометрическим нивелированием с обычной (технической) или повышенной (прецизионной) точностью. С технической точностью переносят проектные отметки элементов зданий и сооружений, элементов коммуникаций, визирки и т. п. С повышенной точностью в условиях строительства шахт переносят относительные отметки на валы подъемных машин, монтажные оси при подъеме копров, отдельные элементы оборудования.

*Передача проектной отметки с технической точностью ( $\pm 1$  мм)* выполняется в следующем порядке. Берут отсчет по рейке на исходном репере и вычисляют отметку горизонта инструмента ГИ. В рабочей книжке составляют схему передачи отметок, на которую выписывают отметку исходного репера  $C_{15}$ , отсчет по рейке, проектные отметки, отметку ГИ и домеры от ГИ до проектных отметок (рис. 19). Все вычисления делают здесь же в рабочей книжке так, чтобы они были легко читаемы.

После проверки схемы откладывают в натуре домеры (превышения) либо рейкой, либо рулеткой, в зависимости от условий работы, и фиксируют проектные отметки. Контроль передачи высотной отметки выполняют обычной нивелировкой при другом горизонте инструмента.

Источниками наибольших погрешностей при перенесении в натуре высотных проектных отметок являются: неравенство плеч при установке нивелира, наклон рейки и фиксация проектных отметок.

Часто в период монтажа оборудования возникает необходимость передавать отметки через окно от исходных реперов к реперам и маркам, расположенным в помещении. В зимних условиях ввиду разности температур и неоднородности слоев воздуха могут возникнуть дополнительные ошибки. В этом случае на стекло окна наклеивают черную или белую полоску шириной  $1-2$  мм, служащую переходной точкой. Погрешность, вызванная наклоном стекла толщиной  $2$  мм на угол в

Рис. 19. Передача высотной отметки с технической точностью (образец записи)

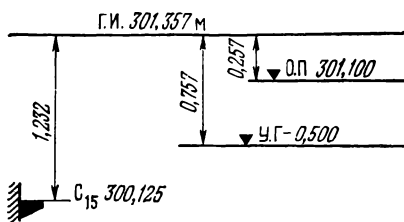
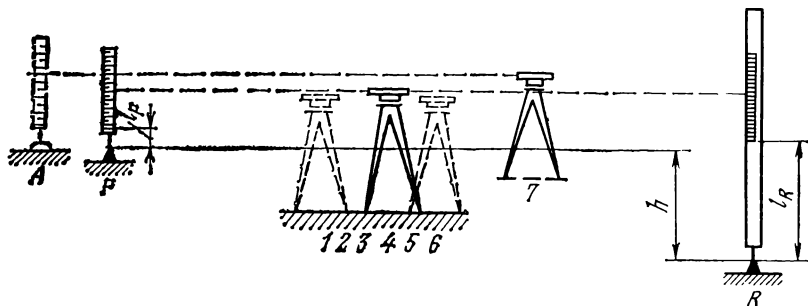


Рис. 20. Схема передачи проектной высотной отметки с повышенной точностью:

1, 2, 3, 4, 5, 6 — установки нивелира для передачи высотной отметки на точку П; 7 — установка точки А на проектную отметку



$5^\circ$  при показателе преломления стекла, равном 1,5, находится в пределах 0,1 мм.

Передачу высотной отметки с повышенной точностью ( $\pm 0,2$  мм) выполняют как обычными нивелирами, так и нивелирами повышенной точности, например Ni 007. Работу выполняют по следующей методике (рис. 20).

В натуре грубо определяют высотное положение проектной точки А. Для передачи отметки используют постоянный или временный репер R. Рядом с точкой А примерно на проектной отметке закрепляют вспомогательную точку P, которая не должна быть связана с конструкцией проектной точки А. В здании подъема или на промплощадке точку P закрепляют на специальной металлической конструкции.

Перед работой делают поверки нивелира и подготавливают две линейки с белыми шкалами и миллиметровыми делениями. В одну из них вбивают тонкий штырь с заточкой на конус, другую прикрепляют к нивелирной рейке. В пятку рейки вбивают или ввинчивают металлический штырь. Рейка должна иметь круглый уровень.

Передают отметку с точки R на точку P в два приема. Отсчеты берут по трем нитям сетки с точностью до 0,1 мм. Линейку на точке P покачивают во время взятия отсчетов. Поскольку в условиях монтажа равенства плеч добиться практически невозможно, передачу выполняют не менее трех раз, искусственно меняя длину плеч. После каждой передачи замеряют расстояние от нуля линейки до концов штырей, т. е.  $l_R$ ,  $l_P$ . Максимальное расхождение в превышениях, с учетом  $l_R$  и  $l_P$  должно быть не больше 0,4 мм. Из трех передач берут среднее арифметическое. Этим заканчивается первый прием.

Второй прием выполняют так же, но меняют местами линейки. Из двух приемов берут среднее арифметическое.

Таблица 7

Показатели	$R$	$P$	$R$	$P$	$R$	$P$
Отсчеты	260,2	90,4	217,6	108,2	284,0	161,7
	190,1	86,3	162,4	58,2	203,8	100,1
	120,3	82,4	107,1	8,3	134,0	38,5
Среднее	190,2	86,3	162,4	58,2	203,9	100,1
$l_R, l_P$	1012,5	30,2	1012,4	30,1	1012,4	30,1
$\Delta h_{ГИ}$	1202,7	116,5	1174,8	88,3	1216,3	130,2
$h_1$	+1086,2		+1086,5		+1086,1	
	Среднее		$h_1 = +1086,3$			
Аналогичные записи ведем после смены линеек и получаем:						
$h_2$	+1086,3		+1086,6		+1086,5	
	Среднее $h_2 = +1086,5$					

Установку точки  $A$  на проектную отметку делают с одной станции с помощью одной линейки, переставляя ее с точки  $P$  на точку  $A$ . В этом случае соблюдается не только равенство плеч, но и минимальный поворот трубы на вертикальной оси инструмента. Отсчеты вначале берут по одной средней нити, а в конце установки — по трем нитям.

**Пример 7.** Установить точку  $A$  на отметку  $H_A = 301,200$  с точностью  $0,2$  мм. Известно, что  $H_R = 300,100$ . Вначале закрепляем точку  $P$  примерно на высоте точки  $A$ . Из обычной нивелировки имеем  $H_P = 301,18$ .

Уточняем отметку точки  $P$  нивелированием повышенной точности. Все записи и вычисления ведем в табл. 7.

Среднее превышение из двух приемов  $h = +1086,4$ .

Отметка точки  $P$  окончательно равна  $301,1864$ .

Превышение точки  $A$  над точкой  $P$   $h_A = 0,0136$ .

Точку  $A$  устанавливаем на проектную высотную отметку, в процессе монтажа, пользуясь одной линейкой.

### § 13. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПРОЕКТНОГО УКЛОНА

Линию проектного уклона задают вертикальным размером от вспомогательной параллельной линии. Такой вспомогательной линией может быть линия визирок или наклонный визирный луч инструмента. (Расчет визирок см. в примере 9).

Наклонный луч инструмента при построении линии проектного уклона применяют, например, для установки кольев-маяков перед зачисткой траншеи и укладкой трубопроводов. Здесь закрепляют в начале и конце траншеи две точки на проектной отметке. Устанавливают инструмент над одной из проектных точек. Наводят трубу на отсчет нивелирной рейки, установленной на второй точке, равной высоте инструмента. От визирного луча по размеру, равному высоте инструмента, устанавливают необходимое число кольев-маяков на линии проектного уклона.

Для грубых работ линию проектного уклона строят наклонным лучом теодолита по заранее вычисленному вертикальному углу.

#### § 14. ПОСТРОЕНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Построение в натуре линии, параллельной существующей, выполняют предложенным автором приемом бокового нивелирования в случаях, когда необходимо: получить линию, свободную от погрешностей центрирования инструмента; установить коллимационную плоскость трубы теодолита параллельно имеющейся оси с большой точностью (при проверке соосности валов); определить положение теодолита в произвольной точке по двум существующим в натуре линиям (при разбивке осей коммуникаций и элементов благоустройства на застроенной территории). Кроме того, этот прием применяется, когда невозможно установить теодолит на проектной линии или вблизи нее рядом с исходными пунктами (мешают канавы или котлованы, сильная вибрация почвы или большая запыленность) или невозможно поставить инструмент на точках существующей линии, а необходимо продлить ее (при выноске и закреплении осей пристройки к существующему зданию т. п.).

Построение параллельной линии выполняют следующим образом (рис. 21). Устанавливают теодолит в произвольной точке  $A$ , близко к створу линии  $BC$ . Примерно ориентируют трубу вдоль существующей линии  $BC$ . Упирают пяткой нивелирную рейку или линейку с миллиметровыми делениями (это зависит от заданной точности) в точку  $B$ , а затем в точку  $C$ . Рейку держат горизонтально. Чтобы при взятии отсчетов рейка располагалась перпендикулярно к линии  $BC$ , ее покачивают в горизонтальной плоскости. Берут отсчет  $b_1$  на точке  $B$ . Не сдвигая трубу, берут отсчет  $c_1$  на точке  $C$ . Открепляют алидаду и поворачивают трубу на небольшой угол в сторону уменьшения отсчетов. Закрепляют алидаду и берут отсчет  $c_2$ . Не сдвигая трубу, берут отсчет  $b_2$ .

Вычисляют отсчет  $a$  по рейке из выражения

$$a = \frac{c_2 b_1 - c_1 b_2}{(b_1 - b_2)(c_1 - c_2)},$$

здесь  $b_1 > b_2$ ;  $c_1 > c_2$ .

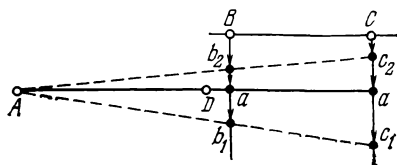


Рис. 21. Схема построения параллельной линии

Наводят трубу на отсчет  $a$  сначала на точке  $B$ , затем проверяют этот же отсчет на точке  $C$ . Закрепляют створную точку  $D$ . Линия  $AD$  будет параллельна линии  $BC$ .

Если требуется большая точность, то после вычисления отсчета  $a$  увеличивают на порядок точность отсчетов по линейке и делают второе приближение.

При работе с большой точностью необходимо иметь хорошо юстированный инструмент, соблюдать горизонтальность линеек, поворачивать трубу в вертикальной плоскости на небольшой угол ( $\sim 5^\circ$ ). Кроме того, движение линз внутренней фокусировки должно быть минимальным, чтобы избежать погрешности за колебания визирной оси при перемещении фокусирующей линзы.

## § 15. СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТНЫХ ОСЕЙ В ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Построение проектных осей объектов, технологических и монтажных осей в специфических условиях горных выработок отличается от аналогичных построений на поверхности. Горные выработки имеют ограниченные размеры в сечении, вытянуты по оси, всегда насыщены временным и постоянным оборудованием. Стесненные условия горных выработок и особенности монтажа горнопроходческого оборудования требуют разного подхода к точности определения осей, расположению их в выработках и долговременности закрепления.

Типичной особенностью при определении положения проектных осей в шахте является применение произвольных «потерянных» точек.

В зависимости от требований и конкретных условий применяют различные способы задания проектных осей в натуре: непосредственного выхода на ось; двух перпендикуляров, ординат. Последний разделяют на два самостоятельных способа: вычисленных ординат и измеренных.

*Способ непосредственного выхода на ось* заключается в том, что с пункта полигонометрии определяют положение произвольной точки на заданной оси, а затем с нее закрепляют ось. Способ применяют в тех случаях, когда с пунктов полигонометрии нельзя опустить перпендикуляры на заданную ось и когда он (способ) по количеству угломерных и линейных измерений экономичнее других в конкретных условиях.

С пункта 5 полигонометрического хода (рис. 22) необходимо определить и закрепить ось  $AB$ . Ось  $AB$  задана координатами точек  $A$  и  $B$  в проектном полигоне. Подробно о проектном полигоне см. в § 38.

Решением обратной задачи определяют дирекционный угол линии  $A-5$  и длину  $l$ . По разнице дирекционных углов ( $A5$ ) и ( $AB$ ) находят угол  $\alpha$ . Определяют смещение  $a$  пункта 5 относительно проектной оси  $AB$ :

$$a = l \sin \alpha.$$

Выбирают место на оси  $AB$ , удобное для установки инструмента, т. е. произвольно намечают точку  $P$ . При этом длину  $l_1$  стараются делать больше 10 м, чтобы уменьшить влияние погрешности центрирования инструмента на точность измерения углов на точках 5 и  $P$ .

Графически, на плане крупного масштаба, определяют угол  $\gamma$ . Вычисляют длину

$$l_1 = a/\sin \gamma.$$

Зная дирекционный угол оси  $AB$  и угол  $\gamma$ , находят дирекционный угол линии  $5 - P$ . Затем по дирекционным углам  $(4, 5)$ ;  $(5P)$ ;  $(AB)$  вычисляют углы  $\beta$  и  $\beta_1$ .

В шахте по углу  $\beta$  и длине  $l_1$  определяют положение точки  $P$ . По углу  $\beta_1$  на точке  $P$  определяют направление оси  $AB$ . Закрепляют ось в местах, удобных для фиксации оси и удобных для работы с этой осью, например в точках  $C$  и  $D$ .

Если ось объекта не входит в проектный полигон, то длину  $l_1$  находят из выражения

$$l_1 = (a \pm c)/\sin \gamma,$$

где  $c$  — расстояние между осью объекта и стороной проектного полигона.

Положение точки  $P$  выбирают так, чтобы длина  $5P$  была максимальной, но укладывалась в длину рулетки.

*Способ двух перпендикуляров* применяют во всех случаях, когда с пунктов полигонометрии можно опустить перпендикуляры на заданную ось. На рис. 23 показана схема работы по способу двух перпендикуляров.

По дирекционному углу линии  $KB$  и проектному дирекционному углу оси  $O_1O_2$  вычисляют углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . По координатам пунктов  $K$  и  $B$  и точкам проектного полигона определяют смещение точек  $K$  и  $B$  относительно проектной оси  $a_K$  и  $a_B$ .

В шахте теодолит центрируют поочередно на точках  $K$  и  $B$ , затем по углам  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  отмечают на бортах выработки точки  $K_1$  и  $B_1$  (на уровне инструмента и у почвы).

Устанавливают теодолит на первый перпендикуляр, т. е. в точке  $P_2$ . Центрировку делают на рабочий отсчет нивелирной рейки. Рабочий отсчет определяют по сумме начального отсчета и  $a_B$  (см. рис. 24, а). Рейку укладывают на почву в горизонтальном положении по створу точек  $B$  и  $B_1$ . Визируют на рабочий отсчет второго перпендикуляра (рис. 24, б). После этих несложных действий визирная ось трубы будет находиться в плоскости заданной оси. Отмечают ось в местах ее закрепления. Все отсчеты записывают в рабочую книжку.

Если отсчет по рейке на почве не виден, то рейку поднимают, упирают пяткой в борт выработки и заново определяют рабочий отсчет. Место пятки рейки на борту выработки отмечают мелом.

Точность задания оси способом двух перпендикуляров высокая. Линейное смещение не превышает  $\pm 2$  мм на каждом перпендикуляре. Разворот оси зависит от расстояния между пунктами  $K$  и  $B$ . Точность положения оси повышается, когда  $l > m$ , где  $m$  — расстояние между точками закрепления оси.

В практике возможны случаи, когда с двух пунктов полигонометрии нельзя одновременно опустить перпендикуляры к заданным осям. Тогда с одного из пунктов полигонометрии в направлении, параллельном за-

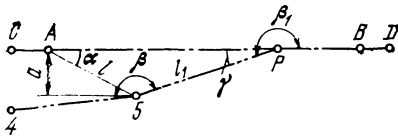


Рис. 22. Способ выхода на проектную ось с применением «потеряной точки»

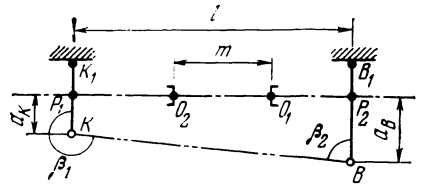


Рис. 23. Построение проектной оси способом двух перпендикуляров

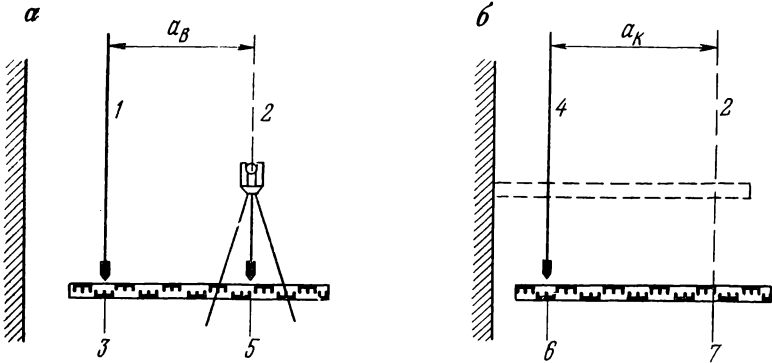


Рис. 24. Схема установки теодолита на проектной оси по способу двух перпендикуляров:  
1 — отвес точки В; 2 — плоскость визирования; 4 — отвес точки В; 3, 6 — начальные отсчеты; 5, 7 — рабочие отсчеты

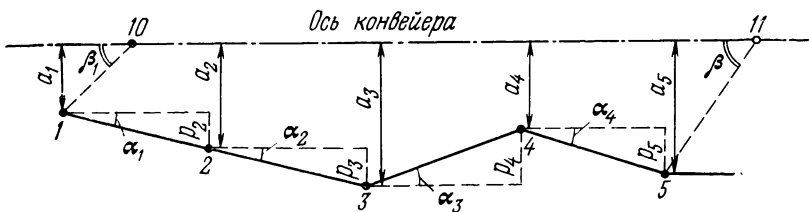


Рис. 25. Схема определения положения проектной оси способом вычисленных ординат

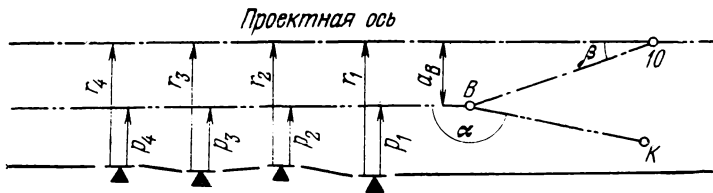


Рис. 26. Схема определения положения проектной оси способом измеренных ординат

данном осям, временно закрепляют точку, с которой обозначают второй перпендикуляр. Точность положения оси при использовании вспомогательной точки несколько снижается. Пользуются этим приемом для закрепления в натуре коротких осей.

*Способ вычисленных ординат* заключается в том, что заданную ось не обозначают в натуре, а привязывают с помощью ординат (перпендикуляров к оси) к точкам теодолитного хода. Закрепление оси делают сами монтажники. Способ применяют в основном для монтажа конвейерных линий. Реже ось конвейера задают отвесами, прибитыми точно по оси.

Монтаж конвейера производят секциями, каждая из которых представляет собой объемную конструкцию, возвышающуюся над почвой. Устанавливать такие конструкции на оси удобно с помощью отвесов, перемещающихся по натянутой сверху проволоке. Поэтому вертикальную плоскость, в которой находится ось конвейера, закрепляют ближе к кровле выработки. Специфика монтажа требует, чтобы привязка оси производилась через 35—45 м. Это требование накладывает отпечаток на маркшейдерские работы.

В выработке между пунктами основного полигонометрического хода прокладывают теодолитный ход со сторонами 35—45 м. После уравнивания хода на каждой точке (рис. 25) производят вычисление ординат, т. е. перпендикуляров от точек хода до вертикальной плоскости, в которой находится ось конвейера. По координатам точки 10 проектного полигона и точки 1 теодолитного хода вычисляют вначале длину и дирекционный угол линии 1—10, затем определяют угол  $\beta_1$ . По углу  $\beta_1$  и длине линии 1—10 вычисляют ординату  $a_1$  на точке 1. По дирекционному углу линии 1—2 и дирекционному углу оси конвейера находят угол  $\alpha_1$ . По углу  $\alpha_1$  и длине стана 1—2 вычисляют величину  $p_2$  из выражения

$$p_2 = l_{1-2} \sin \alpha_1.$$

Аналогично вычисляют величины  $p_3, p_4, p_5$ . Счевидно, что рабочие срединаты на тсчках 2, 3, 4, 5 будут:

$$a_2 = a_1 + p_2; \quad a_3 = a_2 + p_3; \quad a_4 = a_3 - p_4; \quad a_5 = a_4 + p_5.$$

Для контроля ординату  $a_5$  вычисляют по координатам точки 5 теодолитного хода и пункта 11 проектного полигона. Ординаты  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  вместе со схемой выдают монтажникам.

*Способ измеренных ординат* заключается в том, что проектную ось или объект не обозначают в натуре, а привязывают с помощью ординат к условным точкам. Закрепление оси не производят.

Способ применяют как для коротких, так и для протяженных осей при монтажных и строительных работах на почве выработки, где пользование отвесами нежелательно или затруднительно. Применяют способ и тогда, когда требуется обозначить ось через короткие интервалы. По координатам точки 10 проектного полигона (рис. 26) и точки В полигонометрического хода решают обратную задачу, из которой находят дирекционный угол и длину линии 10 — В. Затем по дирекционному углу оси объекта (из проектного полигона) и по дирекционно-

му углу линии  $IO - B$  определяют угол  $\beta$  и вычисляют ординату  $Q_B$  на точке  $B$ . По дирекционному углу линии  $BK$  и дирекционному углу оси вычисляют угол  $\alpha$ . На рабочем плане намечают места будущих ординат.

В шахте, на борту выработки, ближе к почве, в местах, где требуется обозначить ось, специальными значками отмечают условные точки (на рис. 26 эти точки обозначены треугольниками).

Центрируют теодолит под точкой  $B$ . По углу  $\alpha$  устанавливают визирную плоскость трубы параллельно проектной оси. С помощью нивелирной рейки измеряют ординаты  $p_1, p_2, p_3, p_4$  от условных точек до плоскости визирования инструмента. Рейку держат горизонтально по нормали к плоскости визирования.

Рабочие ординаты, которыми будут пользоваться при монтаже или сооружении объекта, определяют из выражений

$$r_1 = a_B + p_1;$$

$$r_2 = a_B + p_2;$$

$$r_3 = a_B + p_3$$

и т.д.

## Глава 2

# МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ПРОМПЛОЩАДКЕ ШАХТЫ

---

### § 16. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПЛАНИРОВКА

*Подготовительные работы.* Вертикальная планировка промплощадки может выполняться как перед началом строительства, так и частями в процессе его. Это зависит от объемов вынимаемого и перемещаемого грунта, характера планировки (большие площади или отдельные террасы), календарного плана развития строительно-монтажных работ и характеристики наносов.

Перед началом работ маркшейдер должен иметь следующие документы: план вертикальной планировки, картограмму земляных работ, план промплощадки с отметками чистого пола первого этажа всех зданий и сооружений, топосъемку масштаба 1 : 500. На всех чертежах должна быть надпись «в производство работ» и подпись главного инженера стройуправления.

Проверке подлежат планировочные отметки у зданий, их соответствие отметкам чистого пола и отстоякам. Проверяют также уклоны площадок и их направления, обеспечивающие сброс ливневых вод от зданий и с промплощадки.

Объемы земляных работ не проверяют и не пересчитывают.

Вертикальная планировка производится по нивелирному плану (в маркшейдерских учебниках его называют системой опорных пунктов) (рис. 27). Сетки могут быть самыми различными: в виде квадратов со сторонами 20—40 м, прямоугольников, радиальных построений и т. п. У каждой вершины сетки подписывают проектную (красную), фактическую (черную) и рабочую отметки. Нумеруют и квадраты сетки. Черную отметку получают из нивелирования поверхности или из съемки М 1 : 500 путем интерполяции между горизонталями. Рабочую отметку, т. е. разность между отметкой проектной плоскости и черной отметкой, подписывают со своим знаком (насыпь — «плюс», выемка — «минус»).

Есть два варианта маркшейдерских работ с документацией при вертикальной планировке промплощадки:

1. Пользуются картограммой земляных работ и планом вертикальной планировки на светокопиях. На них схематично наносят пункты обоснования и привязку планировочной сетки.

2. Составляют рабочую схему планировочных работ в масштабе плана вертикальной планировки на хорошей чертежной бумаге.

Если учесть, что приходится черные и рабочие отметки в процессе работ уточнять несколько раз, исправляя старые записи, делать привязки отдельных сеток, вести учет объемов земляных масс, то предпоч-

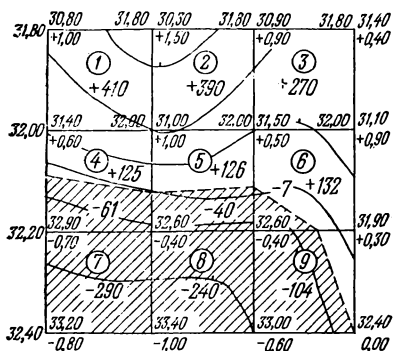


Рис. 27. Планировочная сетка

отметки чистого пола первого этажа и отметки отмостки. Внизу схемы, по краю, красным выписывают таблицу проектных объемов. Ниже подготавливают такую же таблицу, в которой потом будут отмечать фактическое движение объемов земляных масс.

*Разбивка планировочной сетки.* Когда бы ни производились планировочные работы — перед строительством или в процессе строительства, выполняются не все объемы сразу, а по частям. Поэтому разбивку планировочной сетки также выполняют частями.

В натуру вершины сетки выносят теодолитом и рулеткой, стараясь сначала разбить две стороны (две линии) по краям участка работ. Затем два исполнителя (лучший вариант) определяют вершины остальных углов сетки.

На каждой вершине забивают вровень с поверхностью земли колышек и ставят сторожок. Нивелируют колышки, вычисляют черные и рабочие отметки, которые выписывают на планировочную схему. Рабочую отметку, кроме того, подписывают на сторожках.

В местах, где должна быть насыпь, колья в вершинах сетки ставят так, чтобы верх их соответствовал планировочной отметке, конечно, если позволяют рабочие отметки.

*Контроль работ.* Самый лучший контроль — это контроль во время работы скреперов или бульдозеров. Первую ленту срезки делают в 1—1,5 м от кольев. Затем нивелиром определяют отметку новой поверхности на линиях квадратов. Вычисляют новую рабочую отметку, которую сообщают скреперисту. Так, постепенно, корректируя работу по срезке, и маркшейдер, и скреперист начинают работать точно и производительно, не делая лишних замеров и лишних заездов.

На срезку грунта всегда следует обращать особое внимание. Нельзя допускать срезки ниже проектных отметок. Это приводит к увеличению других проектных объемов, влияет на закладку подземных инженерных коммуникаций, особенно на кабельные каналы и теплотрассы.

По мере появления законченных планировкой участков поверхности восстанавливают планировочную сетку и нивелируют каждую вершину. Окончательные высотные отметки наносят на план промплощадки масштаба 1 : 500 и планировочную схему.

тение следует отдать второму варианту. Кроме того, документы на светокопиях накапливают столько вспомогательных записей, что становятся трудночитаемыми и быстро изнашиваются.

На рабочую схему наносят по координатам пункты планового обоснования, контуры зданий и сооружений, переносят проектную планировочную сетку, выписывают проектные высотные отметки вершин сетки. Нумеруют вершины сетки и квадратов. Черные и рабочие отметки наносят карандашом. В контурах зданий выписывают

*Подсчет объемов земляных работ.* Объемы земляных работ определяют по каждому квадрату отдельно.

Если рабочие отметки всех четырех вершин одинаковы по знаку, то объем работ будет равен средней отметке, умноженной на площадь квадрата.

Когда в квадрате две рабочие отметки имеют знак «плюс», а две другие — «минус», объемы насыпи и выемки подсчитывают по формулам объемов трехгранных призм (рис. 28, а):

$$V_{\text{н}} = \frac{P_{\text{н}}(a+b)}{3}; \quad V_{\text{в}} = \frac{P_{\text{в}}(c+d)}{3},$$

где  $P_{\text{н}}$ ,  $P_{\text{в}}$  — площади соответственно насыпи и выемки;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  — рабочие отметки.

Если в квадрате три рабочие отметки имеют один знак, а четвертая — противоположный, то объемы насыпи и выемки определяют по объемам призм и пирамид. На рис. 28, б линия нулевых работ разделяет весь объем на две призмы с основаниями  $P_1$  и  $P_3$  и на две пирамиды с основаниями  $P_2$  и  $P_4$ . Поэтому

$$v_1 = \frac{P_1(a+b)}{3}; \quad v_3 = \frac{P_3(b+c)}{3}; \quad v_2 = \frac{P_2 b}{3};$$

$$v_4 = \frac{P_4 d}{3},$$

где  $a$ ,  $b$ ,  $c$  — рабочие отметки одного знака;  $d$  — рабочая отметка другого знака; сумма  $P_1 + P_2 + P_3 + P_4$  равна площади квадрата.

**Пример 8.** Подсчет объемов работ по планировке в квадратах со сторонами 20 м (см. рис. 27).

В квадрате 7 объем выемки равен:

$$v_{\text{в}} = 400 (0,70 + 0,40 + 1,00 + 0,80) : 4 = 290 \text{ м}^3.$$

В квадрате 5 объемы насыпи и выемки равны соответственно:

$$V_{\text{н}} = 252 (1,00 + 0,50) : 3 = 126 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{в}} = 148 (0,40 + 0,40) : 3 = 40 \text{ м}^3.$$

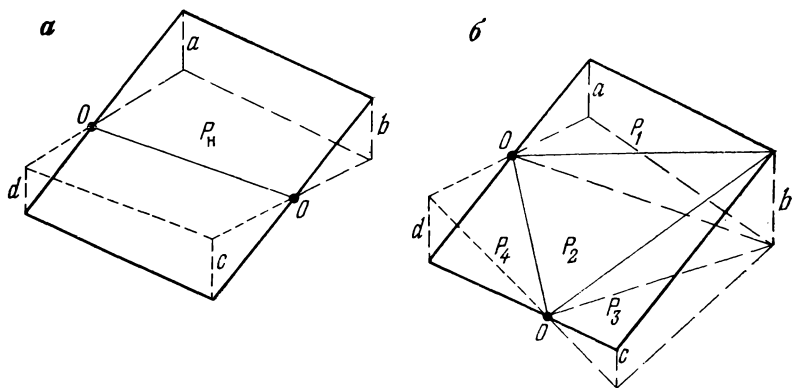


Рис. 28. Схема к подсчету объемов земляных работ

В квадрате б две призмы и две пирамиды. Объемы каждой фигуры:

$$v_1 = 110 (0,50 + 0,40) : 3 = 51 \text{ м}^3; \quad v_2 = 152 \cdot 0,90 : 3 = 46 \text{ м}^3;$$

$$v_3 = 87 (0,90 + 0,30) : 3 = 35 \text{ м}^3; \quad v_4 = 51 \cdot 0,40 : 3 = 7 \text{ м}^3.$$

Объемы насыпи и выемки равны соответственно:

$$V_{\text{Н}} = v_1 + v_2 + v_3 = 132 \text{ м}^3; \quad V_{\text{В}} = 7 \text{ м}^3.$$

## § 17. ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО РАЗБИВКЕ ОСЕЙ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ

Работу начинают с изучения проектных и нормативных документов, затем вычисляют привязки осей здания или сооружения к осям ствола или опорным линиям, подготавливают разбивочную схему и необходимый инструмент. Рабочие чертежи фундаментов изучают одновременно с планом первого этажа и генпланом. Чертежи фундаментов под машины и оборудование изучают совместно с монтажными схемами и чертежами. Затем изучают стройгенплан, ППР (проект производства работ) или ПОР (проект организации работ) и СНиП.

Для производства разбивочных работ необходимо знать, совпадают ли оси фундаментов и оси стен; отметку чистого пола первого этажа; отметку верха фундамента, отметку дна котлована; размеры между осями сооружения; положение технологических осей; привязку осей здания к осям ствола; величину откосов котлована; расположение механизмов и стройматериалов вокруг здания; расположение подъездов; порядок разработки котлована; способ зачистки дна котлована; требования СНиПа для предстоящих строительно-монтажных работ.

В процессе изучения рабочих чертежей проверяют расстояния между осями, суммируя размеры отдельных чертежей и сравнивая их с размерами других чертежей и с генпланом.

Отдельно проверяют технологические оси. Вычисляют привязку каждой технологической оси в плане и по высоте не только в намечаемом к строительству здании, но и во всех соседних зданиях, соединенных технологическими осями. Привязки, т. е. расстояния от осей ствола, одноименных технологических осей в разных зданиях, на разных этажах должны совпадать. Если обнаружены расхождения, то разбивочные работы производить нельзя до уточнения размеров проектной организацией.

*Подготавливают разбивочную схему.* Вначале на планшеты промплощадки М 1 : 500 графически наносят технологические и главные оси здания. Выписывают проектную отметку чистого пола первого этажа здания и размеры между главными и технологическими осями. Вычисляют их привязки от осей ствола или опорных линий.

На листе бумаги форматом, удобным для вклеивания в рабочую теодолитную или нивелирную книжку, составляют разбивочную схему со всеми размерами, отметками и привязками (рис. 29).

Перед разбивкой в натуре осматривают местоположение будущего сооружения и, если необходимо, выравнивают бульдозером площадку, чтобы уменьшить или совсем исключить измерения с введением поправок за наклон линий.

Пользуясь разбивочной схемой, строят опорную линию на пункте полигонометрии *B*. С расчетной погрешностью центрируют теодолит и строят точным способом угол  $\beta_1$ . Прочно закрепляют створную точку *M* в 60—70 м от пункта полигонометрии. Для контроля измеряют угол  $\beta_2$ . Измеряют длину *BM*.

Пользуясь створом *BM*, определяют положение точек 1, 2, 3, 4 на опорной линии. Точки закрепляют короткими кольями и гвоздями диаметром 1,5—2,0 мм.

С точек 1 и 4 намечают места установки обноски на осях 1', 2', 3', 4', 5'. Углы в 90° откладывают при одном положении вертикального круга теодолита. Длины измеряют с точностью до 1 см. Места установки обносок временно закрепляют небольшими кольшками. Положение обноски на осях *B* и *A* определяют от точек 2 и 3. Нивелируют почву у кольшечков и вычисляют высоту столбиков обноски. После полной установки обноски приступают к разбивке и закреплению осей фундамента.

Устанавливают теодолит в точке 2. При двух положениях трубы откладывают прямой угол от стороны 2—*B* и закрепляют ось *B—B* на обноске. Пользуясь створом *B—B*, закрепляют точки пересечения оси *B—B* с другими осями здания. Линии измеряют на плоскости (желательно) с введением всех необходимых поправок. Точки пересечения осей закрепляют кольшками с гвоздями. Такую же работу производят на точке 3.

Измеряют углы на точках, *I*, *II*, *III*, *IV*. Они не должны отличаться от прямых более чем на 30". Измеряют длину между точками *II* и *IV*. Она должна быть равна проектной.

Поочередно устанавливая теодолит на точках пересечения оси *B—B* с другими осями, отмечают на обноске черточками оси 1', 2', 3', 4', 5'.

Промеряют расстояния между осями на обноске, начиная с оси 5'—5'. Если расстояния между осями отличаются от проектных на величину не более 30 % строительного допуска, то разбивка выполнена верно (для нашего примера это 3 мм). Если это условие не соблюдается, то откладывают на обноске от оси 5'—5' проектные расстояния между осями 1', 2', 3', 4', 5'. Закрепляют оси на обноске гвоздями. Для обеспечения сохранности разбивки оси дополнительно закрепляют штырями длиной 50—70 см, которые забивают рядом с обноской. Каждую ось надписывают на обноске краской.

При закреплении осей здания с точек пересечения главных осей поправки и передвижки на обноске неизбежны из-за погрешностей центрирования инструмента.

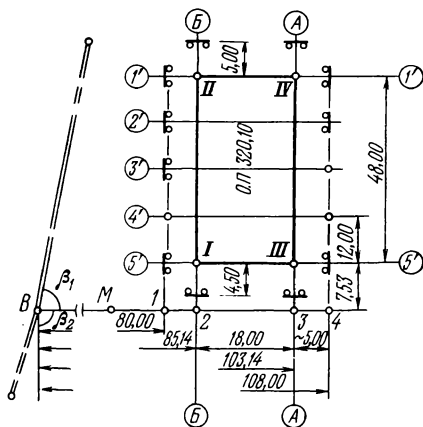


Рис. 29. Разбивочная схема

На обноске, на каждой оси, отмечают условный горизонт. Условный горизонт считают от уровня чистого пола первого этажа. Отметку условного горизонта обычно принимают кратной 0,5 м. Закрепляют условный горизонт зарубками и гвоздями на столбах обноски и краской обозначают его отметку.

При значительной глубине котлована на поверхности закрепляют только контурные оси  $B-B$ ,  $A-A$ ,  $1'-1'$ ,  $5'-5'$ .

В котловане, перед зачисткой дна, разбивают все оси сооружения и выносят соответствующий условный горизонт. Обноску ставят на 1,0—1,5 м выше дна котлована.

Работы по закреплению осей заканчивают заполнением журнала разбивки. В нем помещают схему, подобную разбивочной. Указывают номера рабочих чертежей, с которых взяты размеры и отметки. Указывают условный горизонт и элементы закрепления осей. Подписывают журнал маркшейдер и прораб, принявший разбивку.

Глубину разработки котлована контролируют с помощью визирок, не допуская перебора грунта ниже отметок, предусмотренных ППР. Зачистку дна котлована контролируют либо визирками, либо нивелированием от условного горизонта.

Для различных осей сооружения заглубление фундамента может быть разным, поэтому расчет ходовых визирок делают отдельно для каждого уступа. Высоту ходовой визирки  $h_b$  определяют по разности  $h_b = h_{\phi} - h_y$ , где  $h_{\phi}$  — условная отметка подошвы фундамента из рабочих чертежей,  $h_y$  — отметка условного горизонта.

Постоянные визирки делают из коротких досок (30—35 см), которые прибивают горизонтально к столбам обноски на уровне условного горизонта.

Для точной зачистки дна котлована устанавливают с помощью нивелира колья-маяки, верх которых соответствует проектной отметке дна котлована.

Здания и сооружения, связанные между собой технологическими осями, разбивают с двух пунктов планового обоснования. Разбивку начинают с технологической оси. Определяют положение двух точек на технологической оси. Затем на каждой из этих точек откладывают точным способом расчетные углы, обозначают направление оси и измеряют расхождение направлений. Оно не должно превышать 30 мм. Исправляют положение точек на половину величины расхождения направлений и надежно закрепляют их. После этого делают обычную разбивку осей зданий.

## § 18. ОСОБЕННОСТИ РАБОТ ПРИ РАЗБИВКЕ ОСЕЙ БЛОКА ЗДАНИЙ

Крупные блоки зданий расположены обычно на осях стволов и объединяют под одной крышей производственные помещения самых различных назначений: здания подъемных машин, надшахтное здание, механические мастерские, станцию перекачки шахтных вод и другие помещения. Это сокращает протяженность коммуникаций и количество строительных конструкций, увеличивает полезную площадь помещений и сборность сооружения.

Особенности работ по разбивке таких блоковых зданий возникают в результате того, что производственные помещения блока возводят не сразу все, а по одному-два при работающем стволе. После возведения здания подъемных машин и установки копра теряется часть осевых реперов. Оси ствола, закрепленные внутри зданий, непригодны для разбивочных работ по возведению фундаментов и каркаса других зданий блока. Выноска осей ствола из зданий очень трудоемка и выполняется с потерей точности.

Одним из лучших вариантов является закрепление вспомогательной оси параллельной оси ствола. Вспомогательную ось располагают на таком расстоянии от оси ствола, чтобы на ней впоследствии ставить обноску. Закрепляют вспомогательную ось грунтовыми знаками из кусков рельсов в монолитном бетоне. Глубина заложения знаков 0,8—1,0 м, количество их на оси должно быть не менее четырех.

Разбивку блоковых зданий от вспомогательной оси ведут по обноске. По ней измеряют расстояния между осями, над обноской устанавливают теодолит при разбивке и закреплении других осей здания.

## **§ 19. КОНТРОЛЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ**

Разбивку вспомогательных осей, детальную разбивку фундамента, контроль набора опалубки в процессе возведения ленточных монолитных, блочных и других фундаментов, не связанных с монтажными работами, осуществляет строительный мастер. Маркшейдер или геодезист контролирует процесс возведения фундаментов, предназначенных для монтажа каркаса здания или оборудования.

Особое внимание при возведении фундаментов и стен зданий уделяют технологическим осям. Маркшейдер не только указывает места закладки скоб или пластин для закрепления технологических осей, но и следит за своевременностью и качеством исполнения этих работ. Перенос технологических осей с обноска на фундамент или стены здания должен быть выполнен без потери точности и без опоздания. Следует иметь в виду, что восстановление осей — задача более трудоемкая, чем разбивка или перенос осей.

*Фундаменты под металлические колонны.* При возведении этих фундаментов контролируют установку анкерных болтов. Опорой для анкерных болтов являются деревянные или металлические шаблоны, которые крепят на опалубке или на специальных рамах. Для однотипных групп анкерных болтов изготавливают специальный шаблон, называемый монтажным кондуктором. Это рамное приспособление, на котором в строгом соответствии с проектом просверлены отверстия в местах установки болтов. На кондукторе заранее прочерчивают проектные оси. При установке кондуктора его оси устанавливают в проектное положение с помощью отвесов, опущенных с осевых проволок. После закрепления шаблона или кондуктора смещение его осей не должно превышать 2—3 мм. Верх болтов ставят несколько выше проектной отметки, с учетом усадки бетона.

Одновременно с анкерными устройствами устанавливают и другие закладные части: трубопроводы внутри фундамента, трубки для

электрокабелей и др. Опалубка и закладные детали должны быть надежно раскреплены. Смещение опалубки относительно проекта не должно превышать 10 мм. Вертикальность анкерных болтов проверяют отвесом. На каждой группе анкеров отмечают уровень заливки бетона на 40—50 мм ниже проектных отметок, с учетом подливки под опорные плиты колонн после их установки.

Съемку фундаментов под металлические колонны производят от проволоки, натянутой между осевыми точками. Отклонение центра каждого анкерного болта в плане по отношению к проектной оси не должно превышать  $\pm 5$  мм.

Высотную съемку делают нивелировкой по торцам болтов и бетону. В группах болтов (обычно их четыре) нивелируют один болт и бетон под ним. Для того чтобы исключить путаницу при монтаже, торец этого болта в группе закрашивают несмываемой яркой краской и прогоняют гайку до бетона. Эти болты служат маяками при установке колонн (рис. 30).

Вычисляют условные отметки болтов и бетона. За нулевую отметку принимают проектную отметку верха бетона фундамента. Для каждого болта-маяка вычисляют размер  $a$ , по которому монтажники устанавливают низ опорной плиты колонны

$$a_i = h_i - h_f,$$

где  $h_i$  — отметка болта-маяка;  $h_f$  — проектная отметка верха фундамента. Устанавливают колонны в вертикальное положение, регулируя уровень опорной плиты гайками. После дополнительной расклинки делают подливку бетоном.

*Фундаменты из бетонных и железобетонных блоков.* При съемке этих фундаментов определяют отклонения каждого блока в плане от проволоки, натянутой между осевыми точками обноски. Фиксируют только отклонения, превышающие  $\pm 10$  мм. Нивелированием проверяют верх фундамента и тоже фиксируют места с отклонениями от проекта, превышающими  $\pm 10$  мм. Проверяют в плане и по высоте отверстия для ввода коммуникаций с точностью до 1 см. По результатам съемки составляют схему (рис. 31). Отметки на схеме ставят условные, от проектного уровня верха фундамента.

*Свайные фундаменты.* Перед съемкой с помощью нивелира отмечают на всех сваях проектный уровень низа опорной плиты (ростверка). От проволоки, натянутой между осевыми точками, с помощью отвеса на уровне низа ростверка замеряют отклонения свай от проектного положения. Отклонения свай в плане не должны превышать  $0,2D$  для однорядного,  $0,3D$  для двухрядного и  $0,4D$  для трехрядного поля, где  $D$  — диаметр сваи или сторона сечения. Крайние ряды свай должны отступать от края ростверка не менее чем на 5 см. Фрагмент исполнительной съемки свайного поля дан на рис. 32. В плане показывают только отклонения, превышающие установленные допуски.

*Фундаменты для установки железобетонных колонн.* Съемку этих фундаментов лучше производить с помощью теодолита. Перед съемкой проверяют положение осей на обноске.

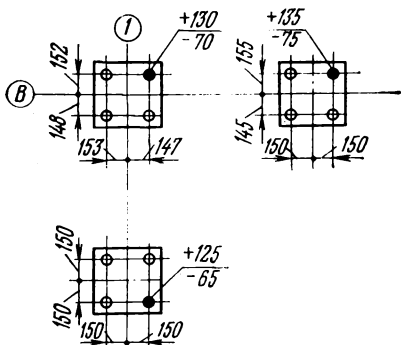


Рис. 30. Схема исполнительной съемки фундаментов с анкерными болтами

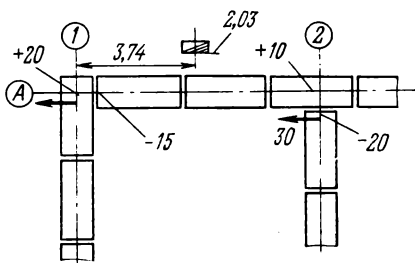


Рис. 31. Схема исполнительной съемки фундаментов из блоков

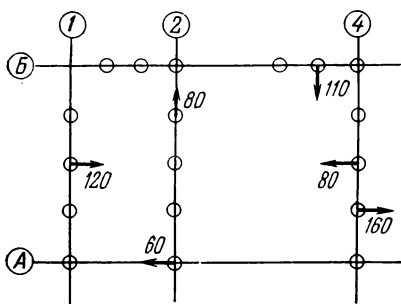


Рис. 32. Фрагмент исполнительной съемки свайного поля

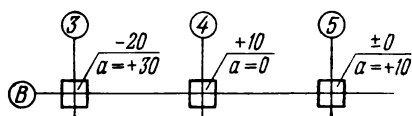


Рис. 33. Схема исполнительной съемки фундаментов под железобетонные колонны

Устанавливают теодолит над обноской и в створе осевых точек отмечают карандашом проектное положение оси фундамента на верхних гранях подколонников («стаканов»). После того как будут отмечены все оси и проверены расстояния между ними, их закрепляют краской, двумя черточками, сдвинутыми вдоль оси.

Каждый «стакан» в плане проверяют от нитей, натянутых между осевыми рисками. Проверяют положение дна «стакана» по отношению к осям. Фиксируют только те отклонения, которые превышают допуски СНиПа.

Передают нивелиром отметки на дно каждого подколонника. Вычисляют условные отметки дна подколонников от проектного уровня. Абсолютные отметки в процессе строительства не интересуют ни строителей, ни монтажников, так как все рабочие чертежи даны в условной системе высот.

Схемы исполнительной съемки с отметками передают руководству (рис. 33).

Подливку бетоном или раствором дна «стаканов» можно делать тремя вариантами.

**Первый вариант.** Выравнивают все основания «стаканов» до одного уровня: до проектной отметки либо до отметки самого высокого стакана.

Второй вариант. Подливку делают с расчетом установки на один уровень верхних оголовков колонн. В этом случае величину подливки дна каждого «стакана» определяют несложным расчетом. Измеряют элементы колонн: высоту  $l$  и размеры сечения. Размеры всех элементов выписывают в специальную ведомость контроля геометрических параметров сборных конструкций. Нумеруют краской подколонники и соответствующие им по маркам колонны. Составляют расчетную таблицу. В нее выписывают: присвоенные номера колонн, марки колонн, высоту  $l$ , условные отметки дна подколонников  $h$ . Находят алгебраическую сумму величин  $l$  и  $h$ ;  $H_i = l_i + h_i$ . Величины  $H$  не что иное, как условные отметки верхних оголовков колонн. Выбирают максимальную отметку  $H_{\max}$  и определяют величину подливки для каждого стакана из выражения

$$a_i = H_{\max} - H_i.$$

При малом количестве колонн расчетную таблицу не составляют, а все вычисления делают прямо на проектной схеме расположения колонн.

Третий вариант. Подливку дна «стаканов» делают с расчетом установки на один уровень консолей колонн. Величину подливки определяют так же, как во втором варианте, только вместо всей высоты колонны в расчетах участвует высота до верхней плоскости консоли.

Величину подливки фиксируют с подколонниках набором металлических пластин.

## § 20. РАБОТЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Разбивку осей фундаментов подъемной машины и здания подъема, как правило, производят с осевых реперов. При подготовке разбивочной схемы учитывают порядок возведения фундаментов машины и здания, чтобы наметить места закладки скоб для закрепления осей подъема и вала машины.

Устанавливают теодолит на одном из осевых реперов, например на  $1ю$  и, пользуясь схемой разбивки (рис. 34), в створе с репером  $2ю$  по проектным размерам  $d$ ,  $e$  закрепляют точки  $1$  и  $3$  на осях здания; по размеру  $k$  закрепляют точку  $2$  на пересечении оси вала и оси ствола. Перпендикулярно к створу реперов  $1ю$ — $2ю$  намечают по размерам  $a$ ,  $b$ ,  $c$  точки  $4$ ,  $5$ ,  $6$ . Поскольку расстояние  $a$  между осью ствола и осью подъема мало, его откладывают рулеткой примерно в створе линии  $1ю$ — $5$ .

Точку  $7$  на оси подъема намечают от репера  $2ю$  по перпендикуляру к створу осевых реперов. С точки  $4$  в створе с точкой  $7$  на линии будущей обноски закрепляют штырями ось подъема (точки  $12$  и  $13$ ). С точек  $5$  и  $6$  закрепляют оси здания  $A$ — $A$  и  $B$ — $B$  штырями ( $8$ ,  $9$ ,  $10$ ,  $11$ ) и колышками ( $I$ ,  $II$ ,  $III$ ,  $IV$ ).

После установки обноски проверяют углы и расстояния между осями здания. Закрепляют и подписывают на обноске все оси. Ось

вала закрепляют с точки 2, откладывая угол в  $90^\circ$  точным способом с погрешностью не более  $\pm 30''$ . После проверки правильности закрепления осей точки 1, 2, 3 убирают.

Процесс возведения фундаментов подъемной машины находится под контролем маркшейдера.

После набора опалубки проверяют ее установку. В этой трудоемкой работе, кроме маркшейдера, участвуют строймастер, бригадир и часть бригады, набравшей опалубку с тем, чтобы

в процессе контроля сразу устранять обнаруженные неточности. Работу начинают с контроля оси подъема и оси вала машины. Затем проверяют выноску всех вспомогательных осей. Натягивают проволоки на всех осях. Проверяют все без исключения размеры, указанные на рабочих планах и разрезах фундамента машины. Разнос анкерных болтов проверяют независимо от того, установлены они в кондукторе или отдельно. Проверяют крепление рабочей и защитной арматуры, крепление всех закладных деталей, крепление анкерных болтов и колодцев под анкерные болты, крепление опалубки и др.

Выносят нивелиром уровень заливки бетона на всех частях фундамента с учетом подливки после монтажа и отмечают его на опалубке гвоздями и краской. Опалубку, которая выступает выше заданного уровня и может неправильно ориентировать рабочих в процессе бетонирования фундамента, срезают. Устанавливают в проектное положение поддерживающие элементы для окаймления и облицовки фундамента.

Для контроля опалубки и съемки фундамента нужны два экземпляра всех рабочих чертежей. В процессе проверки опалубки отклонения от проекта фиксируют на одном экземпляре чертежей карандашом. После устранения недопустимых отклонений карандашные заметки убирают. Когда все неточности и замечания по опалубке будут устранены, маркшейдер выдает письменное разрешение на бетонирование фундамента. Выдача и получение такого разрешения фиксируются в журнале разбивок.

После возведения фундамента производят исполнительную съемку. Во время съемки проверяют все размеры и высотные отметки, имеющиеся на рабочих чертежах. На двух экземплярах рабочих чертежей ниже проектных размеров выписывают красным фактические. Один экземпляр чертежей официально передают монтажной организации.

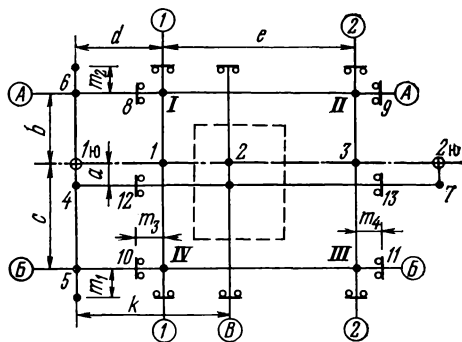


Рис. 34. Схема разбивки фундаментов подъемной машины и здания подъема

## § 21. РАБОТЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ФУНДАМЕНТОВ КОПРОВ

**Фундаменты укосных ног копра.** Различают фундаменты укосных ног с наклоном опорной пяты в одном направлении — в сторону ствола и с наклоном в двух направлениях — в сторону ствола и в сторону оси подъема.

Рассмотрим вначале работы при сооружении фундаментов с наклоном плоскости опорной пяты в одну сторону, как наиболее типичные (рис. 35).

Перед составлением схемы разбивки осей проверяют по монтажным чертежам или по заводскому паспорту копра правильность отметки центра опорной пяты  $H_p$  и размеры в плане от осей ствола.

Схема разбивки осей фундаментов дана на рис. 36. Разбивку делают с осевых реперов, учитывая смещение оси подъема  $a$  относительно оси ствола. В натуре закрепляют оси опорной пяты  $1'-1'$ ,  $3'-3'$ . Обноску делают такой высоты, чтобы осевые проволоки проходили выше опалубки примерно на 0,5 м. На обноске отмечают условный горизонт от уровня нулевой отметки ствола. Весь процесс устройства фундаментов проходит под контролем маркшейдера.

При разработке котлована визирками не пользуются, а передают высотные отметки на дно котлована от проволок, натянутых между рисками условного горизонта. После зачистки дна котлована маркшейдер закрепляет кольца-маяки на уровне верха бетонной подушки и дает разрешение на укладку бетона.

Опалубку делают из щитов, размеры которых берут с проекта. Недостающие размеры вычисляют. Высоту щитов сразу уменьшают на 80—100 мм. Опыт показывает, что, как бы точно не пытались изгото-

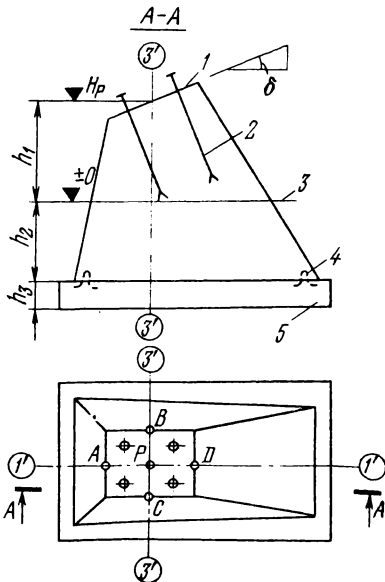
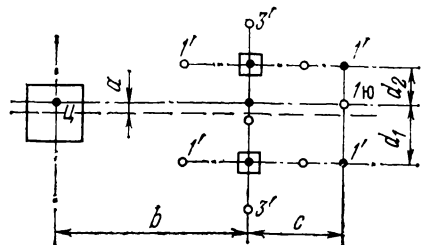


Рис. 35. Фундамент укосной ноги копра:

1 — плоскость опорной пяты; 2 — анкерные болты; 3 — нулевой горизонт; 4 — петли крепления опалубки; 5 — бетонная подушка

Рис. 36. Схема разбивки осей фундаментов укосных ног копра



вить и установить опалубку, ее верхний срез чаще всего не соответствует проектному положению плоскости опорной пяты и по линейным размерам, и по высоте. Незначительные смещения опалубки в плане не играют роли, гораздо важнее, чтобы плоскость опорной плиты занимала проектное положение. От этого зависит правильная установка анкерных болтов. Поэтому высоту опалубки уменьшают специально для того, чтобы можно было без помех установить раму-кондуктор.

Раму-кондуктор для закрепления анкерных болтов или колодцев для них изготавливают по размерам опорной пяты. Раму делают как из дерева, так и из металла. Размечают на раме оси  $I'-I'$ ,  $3'-3'$ .

Устанавливают и закрепляют опалубку. Одну или две стороны опалубки оставляют частично раскрытыми. С обноски проволоками и отвесами переносят оси опорной пяты на верхний срез опалубки и отмечают их на щитах черточками сверху вниз на 0,3—0,5 м.

*Примечание.* Оси опорной пяты являются и осями фундамента. Не всегда они совпадают с осями симметрии. В современных проектах все привязки выполнены от осей опорной пяты. Никаких других осей на проектах не показывают.

Устанавливают в проектное положение и закрепляют вначале раму-кондуктор. Затем устанавливают анкерные болты или, если это предусмотрено проектом, колодцы для анкерных болтов. Это наиболее ответственная работа при сооружении фундаментов.

**Установка рамы-кондуктора.** Проектом задана высотная отметка центра опорной пяты  $H_P$  и наклон опорной пяты  $\delta$ , на рис. 35 наклон показан на вертикальной проекции фундамента. Вычислением находят высотные отметки точек  $A$  и  $D$ .

По оси  $3'-3'$  в точках  $B$  и  $C$  раму-кондуктор закрепляют шарнирно на двух брусках обыкновенными гвоздями длиной 150 мм (рис. 37). Натягивают на обноске осевые проволоки и устанавливают раму-кондуктор по осям  $I'-I'$  и  $3'-3'$ . Сохраняя положение рамы по осям, нивелированием устанавливают точки  $B$  и  $C$  на проектную отметку  $H_P$ . Закрепляют бруски шарнира. Наклоняя раму, устанавливают точки  $A$  и  $D$  по высотным отметкам  $H_A$  и  $H_D$ . Проверяют положение рамы-кондуктора по осям и высотным отметкам, после чего закрепляют ее жестко на опалубке.

Анкерные болты или колодцы для них устанавливают на кондукторе с помощью прямоугольного треугольника. Расстояния между центрами болтов увеличивают на 2 см против проектного, если опорные плиты укосных ног копра имеют пазы для болтов. После установки анкерных болтов проверяют их крепление и отмечают уровень заливки бетона. На подливку оставляют 50—100 мм.

Когда опорная пята фундамента имеет наклон в двух направлениях — в сторону ствола и в сторону оси подъема, имеет место несовпадение ее осей симметрии с осью  $3'-3'$ . Это несовпадение получается за счет вращения пяты вначале вокруг оси  $3'-3'$ , а затем вокруг оси  $I'-I'$ . Поэтому ось  $I'-I'$  не выходит из первоначальной вертикальной плоскости и совпадает с осью симметрии пяты, а ось  $3'-3'$  образует неко-

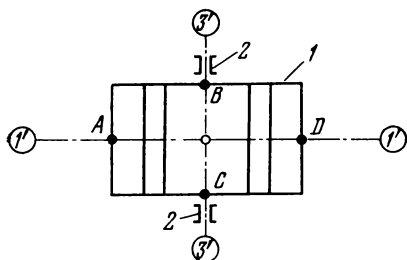


Рис. 37. Схема установки рамы-кондуктора:

1 — рама-кондуктор; 2 — шарниры

Рис. 38. Опорная пята, имеющая наклон в двух плоскостях:

а — проекция на вертикальную плоскость; б — план

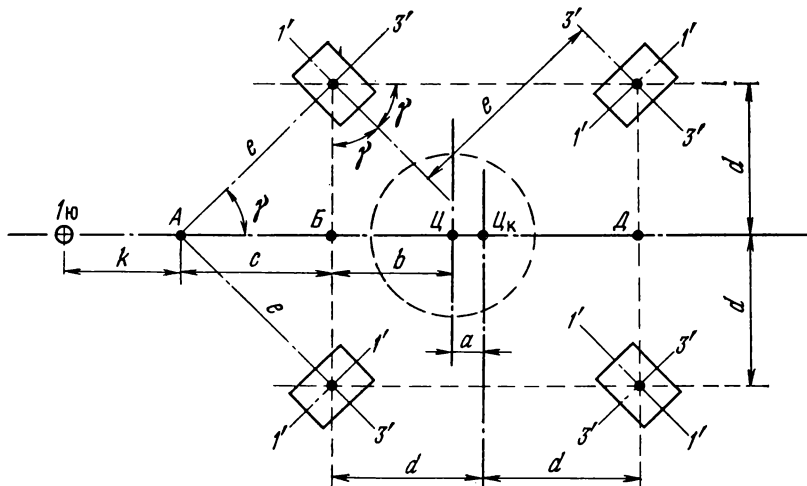
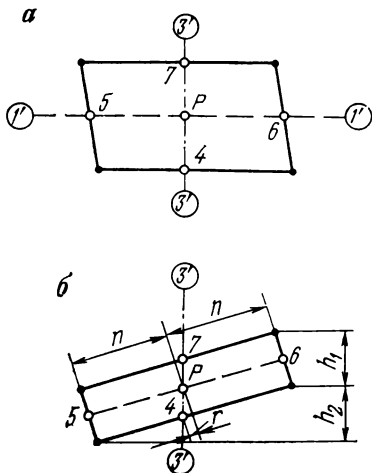


Рис. 39. Схема разбивки фундаментов проходческого шатрового копра

торый угол с осью симметрии. В горизонтальной плоскости разбивку осей делают без учета наклона пяты, т. е. так, как показано на рис. 36.

Для того чтобы расположить правильно в пространстве опорную пяту, определяют линейное смещение  $r$  оси симметрии от оси  $3'—3'$  в плоскости пяты на ее краях (рис. 38). Кроме того, определяют высотные отметки характерных точек пяты. Размеры для этих несложных расчетов имеются на рабочих чертежах.

На рабочих чертежах фундамента даны:  $h_1, h_2$  — превышения углов опорной пяты,  $H_p$  — высотная отметка центра опорной пяты,  $2m, 2n$  — соответственно ширина и длина опорной пяты. На верти-

кальной проекции (рис. 39) размер  $2n$  не искажен. Остальные размеры на вертикальной и горизонтальной проекциях искажены.

Размер  $r$  определяют из выражения

$$r = nh_1 h_2 / (4n^2 - h_2^2).$$

Отметки характерных точек вычисляют по следующим рабочим формулам:

$$H_5 = H_P - 1/2h_2; \quad H_8 = H_P + 1/2h_2;$$

$$H_4 = H_P - \frac{1}{2} h_1 - \frac{h_2 r}{2n}; \quad H_7 = H_P + \frac{1}{2} h_1 + \frac{h_2 r}{2n}.$$

Раму-кондуктор изготавливают так, чтобы внешние размеры ее соответствовали проектным размерам опорной пяты ( $2m$ ,  $2n$ ). На раме-кондукторе наносят оси  $I'-I'$  и  $3'-3'$ . От осей по размеру  $r$  отмечают точки 4, 7 и обязательно отмечают точку  $P$ , т. е. центр опорной пяты.

Установку рамы-кондуктора производят вначале по оси  $I'-I'$ . В точках 5 и 6 делают шарниры, так же как для рамы, с наклоном в одну сторону. По точкам  $P$ , 5, 6 и отметкам  $H_P$ ,  $H_5$ ,  $H_8$  устанавливают ось  $I'-I'$  рамы в проектное положение. Закрепляют бруски шарнира. Вращая раму вокруг оси  $I'-I'$ , ставят точки 4 и 7 в проектное положение, т. е. в такое, при котором они будут на оси  $3'-3'$ , а их высотные отметки будут соответствовать расчетным  $H_4$ ,  $H_7$ . Проверяют положение рамы-кондуктора по осям и высотным отметкам, после чего закрепляют ее жестко на опалубке.

После бетонирования фундаментов делают их исполнительную съемку. Размеры в плане показывают от оси ствола (вверху — проектные, внизу — фактические). У центра пяты каждого фундамента указывают фактическую и проектную отметки бетона.

*Фундаменты проходческих шатровых копров.* Проходческие шатровые копры ВНИИОМШСа имеют разнос ног, одинаковый по обеим осям. Поэтому оси фундаментов копров пересекаются в одной точке (см. рис. 39). Исключение составляет тип 4 (см. табл. 16).

Разбивку в натуре осей фундаментов можно выполнять различными способами.

Если можно определить и закрепить точку пересечения осей копра  $C_K$ , то разбивку начинают с определения положения центров всех четырех опорных пят по размеру  $e$  и углу  $\gamma$ . Затем на обноске закрепляют оси  $I'-I'$ . Поочередно с каждого центра пяты закрепляют оси  $3'-3'$ . Контролем служит промер расстояний между осями копра  $2d$ .

Если невозможно стать с инструментом на перекрытии ствола, то разбивку ведут с точек  $A$ ,  $B$ ,  $D$  осей ствола. На оси копра, совпадающей с осью ствола, вычисляют размеры  $k$ ,  $c$ ,  $b$ , учитывая смещение оси копра относительно оси ствола  $a$ . С точки  $A$  по размеру  $e$  и углу  $\gamma = 45^\circ$  находят центры двух фундаментов, а с них определяют центры двух других. Аналогичную разбивку можно выполнить с точек  $B$  и  $D$ .

Проверку опалубки и установку анкерных болтов выполняют так же, как при заложении фундаментов укосных ног металлических копров. При установке болтов в монтажном кондукторе учитывают

характер отверстий на плитах копра. Если для болтов имеются прорези, то расстояния от оси опорной пяты до оси болта увеличивают на 1 см в направлении прорези. Если для болтов в опорных плитах копра предусмотрены круглые отверстия, то между осями болтов сохраняют проектные расстояния, но толщину бетонного слоя делают больше 100 мм.

*Фундаменты башенных копров.* Маркшейдерские работы при заложении фундаментов башенных железобетонных копров выполняют в такой же последовательности, как при заложении фундаментов зданий.

От осей ствола разбивают контур котлована. Все точки контура закрепляют кольями. На обноске закрепляют от нулевой отметки устья ствола оси и условный горизонт.

Делают детальную разбивку осей фундамента. При монолитном фундаменте устанавливают кольца-маяки для заливки бетонной подушки, при свайном — закрепляют оси наружного ряда свай на обноске и кольями по дну котлована. Положение опалубки в плане и по высоте проверяют от осей ствола после каждой передвижки. На нулевой отметке маркшейдер непосредственно участвует в установке балок перекрытия. С наружной и внутренней сторон цокольной части фундамента закладывают скобы или пластины, на которых рисками или кернами закрепляют оси ствола. В фундаментной плите бетонируют пластины и на них также наносят оси ствола. Разбивка осей, контроль набора опалубки и установки анкерных болтов при заложении верхней части фундаментов металлических башенных копров аналогичны маркшейдерским работам при возведении фундаментов укусных ног.

При сооружении фундаментов глубокого заложения маркшейдерские работы имеют особенности, связанные с применением опускных колодцев или проходкой шурфов. Разбивку осей и контуров шурфов или опускных колодцев производят после зачистки дна котлована до проектной отметки. Оси закрепляют за пределами котлована. Проверяют установку опускного колодца и опалубки от центрального отвеса и нивелированием. В процессе погружения колодца контролируют его положение с помощью отвеса с дисковыми кронштейнами или нивелированием контрольных реперов.

## § 22. УСТАНОВКА КОЛОНН КАРКАСА ЗДАНИЯ

В современном шахтном строительстве широко применяют металлические и железобетонные конструкции. Основными несущими элементами этих конструкций являются колонны.

В плане установку железобетонных колонн производят по монтажным рискам, которые прочерчивают на верхнем стрезе «стакана» (подколонника) по обе стороны от осевых рисок. В процессе монтажа пользуются шаблонами (рис. 40).

В вертикальной плоскости установку железобетонных колонн контролируют отвесом или двумя теодолитами (рис. 41). С помощью отвеса устанавливают невысокие, до 6 м, колонны в одноэтажных зданиях. Отвес закрепляют с помощью струбцины на оголовке колонны у

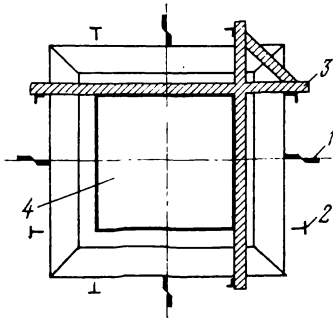


Рис. 40. Шаблон для установки колонн:  
1 — осевые риски; 2 — монтажные риски; 3 — шаблон; 4 — колонна

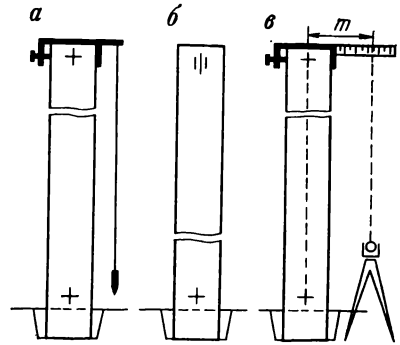


Рис. 41. Схема контроля установки колонн по вертикали

одного из ребер (рис. 41, а). Расстояние от отвеса до ребра колонны делают 40—50 мм.

Установку колонн в вертикальное положение с помощью теодолитов выполняют в следующем порядке. На колонне перед подъемом размечают оси. Внизу, выше стакана, ось обозначают одной черточкой (риской), рядом перпендикулярно к ней прочерчивают две горизонтальные. Вверху, у оголовка, ось отмечают одной длинной чертой и в обе стороны от нее на расстоянии 5 мм параллельно прочерчивают две короткие. По этой небольшой шкале оценивают величину отклонения колонны от вертикали (рис. 41, б).

Хорошо юстированные теодолиты устанавливают примерно на осях фундамента в 10—12 м от колонны. При одном положении вертикального круга теодолита, постепенно исправляя наклон колонны, добиваются совмещения верхних и нижних осевых рисок с коллимационной плоскостью трубы. После этого при втором положении вертикального круга проверяют установку колонны.

Теодолиты устанавливают приблизительно на оси фундаментов, а зачастую и в 1—2 м от нее. Для того чтобы не снижать точность монтажа соблюдают правило: отношение смещения теодолита от оси  $d$  к расстоянию до монтируемой колонны  $s$  не должно превышать  $1/5$ .

При большом количестве колонн в ряду и работе с двумя кранами, для того чтобы часто не переставлять оба теодолита, применяют боковое нивелирование. Устанавливают точно крайнюю колонну. Закрепляют на ней струбиной линейку, нуль которой совмещают с осевой риской. Устанавливают один теодолит на расстоянии  $m$  от оси колонны. Визируют на отсчет  $m$  линейки и закрепляют горизонтальную ось вращения инструмента. Пользуясь другой, подвижной линейкой, контролируют вертикальность установки остальных колонн. Второй теодолит переставляют при установке каждой новой колонны (рис. 41, в).

Установку металлических колонн в вертикальной плоскости производят так же, как и железобетонных. Если сечение колонны постоянно,

то вертикальность ее контролируют по одному из ребер. Разметку оси или ребра делают белой краской.

Особенности маркшейдерских работ при сооружении башенных копов подробно изложены в специальной литературе.

### **§ 23. РАБОТЫ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ПОДЗЕМНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ**

Современная промышленная площадка шахты насыщена инженерными коммуникациями. Расположены они настолько тесно, что их строительство требует жесткого геодезического контроля во всех фазах строительства.

На промплощадке расположены: водопроводы (питьевой, технический, противопожарный), канализация (хозфекальная, шахтных вод), газопроводы, теплотрассы; пульповоды, кабельные сети (силовые, слаботочные — сигнализация, автоматика, связь и т. п.); водостоки; кабели антикоррозийные и другие коммуникации. Часть коммуникаций расположена на поверхности и над поверхностью земли на опорах.

Все трубопроводные коммуникации разделяют на напорные и самотечные. К последним предъявляют особые требования при строительстве.

Работа маркшейдера при прокладке инженерных коммуникаций строится в таком порядке: подготовительные работы, вынос в натуру осей трубопроводов и каналов, контроль работ по прокладке трубопроводов, исполнительная съемка коммуникаций.

*Подготовительные работы.* Всю работу начинают с изучения рабочих чертежей и СНиПа. Документы эти изучают параллельно.

Каждый трубопровод изучают отдельно. По плану и профилям прослеживают весь трубопровод в пределах промплощадки и за ее границами до врезки в существующий коллектор. В самотечных коммуникациях на плане и продольном профиле отмечают места с минимальными уклонами. Дополнительно отмечают места с уклонами 0,004 и менее, даже если они и не являются минимальными для проектируемых труб. В этих случаях требуется применение нивелира, так как визирки не обеспечивают нужной точности (см. в СНиПе таблицу минимальных уклонов трубопроводов).

В местах пересечения с другими коммуникациями или искусственными сооружениями проверяют высотные отметки и уклоны.

Выделяют места защитных кожухов (труб). Вместе со строительным мастером по материалам исполнительной съемки проверяют, правильно ли оставлены отверстия в фундаментах зданий в плане и по высоте. Проверяют положение смотровых колодцев. Они не должны располагаться на внутримплощадочных проездах. В случае необходимости вместе с проектировщиками корректируют проектное положение колодцев.

Дальнейшая подготовка ведется на плане промплощадки шахты. По проектным размерам всю трассу наносят в карандаше на планшеты в масштабе 1 : 500. Следует учитывать, что проектные размеры даются от осей зданий, а не от плоскостей стен. На плане промплощадки

выписывают проектные размеры, уклоны, отметки труб или лотков в колодцах. Рядом с проектными размерами ставят размеры от осей ствола или от пунктов полигонометрии. При необходимости делают вычисления углов и длин линий. Карандашом подписывают наименование трубопровода, номера рабочих чертежей и профилей.

Привязки стараются делать короткими перпендикулярами к оси коммуникации. Колодцы привязывают от ближайших пунктов планового обоснования полярным способом. Если такой возможности нет, то используют всевозможные засечки. Размеры вычисляют с точностью до 1 см. Графическое определение координат колодцев на промплощадке не допускается. Все необходимые размеры для аналитического определения координат имеются на современных проектах. На рис. 42 для привязки канализационного колодца  $K_{12}$  достаточно размеров 1, 2, 5, с, а для привязки водопроводного колодца  $K_{10}$  размеров 1, 2, 3, с. Если же по каким-либо причинам нельзя в натуре воспользоваться этими размерами, то по ним вычисляют координаты центров колодцев, положение колодцев определяют с репера 2ю полярным способом.

Такую подготовительную работу проводят по каждой коммуникации.

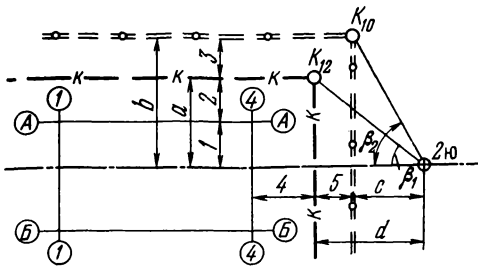
Использование плана промплощадки в качестве рабочего зарекомендовало себя на практике с самой лучшей стороны. Все накладки на план, расчеты привязок делают с контролем во вторую руку. Постепенно исполнительная съемка вытесняет рабочие карандашные записи.

Перед разбивкой в натуре какой-то одной конкретной коммуникации изучают проект производства работ (ППР). В ППР указан землеройный механизм, направление движения этого механизма, зона складирования грунта, подъезды, места складирования труб, габариты траншеи, недобор грунта до проектных отметок, объем земляных работ. Все эти данные нужны маркшейдеру для правильной, экономичной разбивки и контроля. Перед разбивкой коммуникаций в натуре маркшейдер заполняет журнал разбивок, в котором наносит схему коммуникации, привязки к пунктам обоснования, один или два высотных репера, которыми будет пользоваться мастер, номера чертежей и профилей. После разбивки коммуникаций журнал подписывают маркшейдер и мастер, принявший разбивку в натуре.

*Вынос в натуру и закрепление осей коммуникаций.* В натуре от пунктов планового обоснования разбивают только углы поворота трассы или узловые колодцы. Ось трассы между узловыми колодцами закрепляют кольями примерно через 20 м. Промежуточные колодцы и пикеты определяют промерами рулеткой. Для канавокопателя целесообразно закреплять параллельную ось с внешней стороны гусениц, со стороны кабины машиниста.

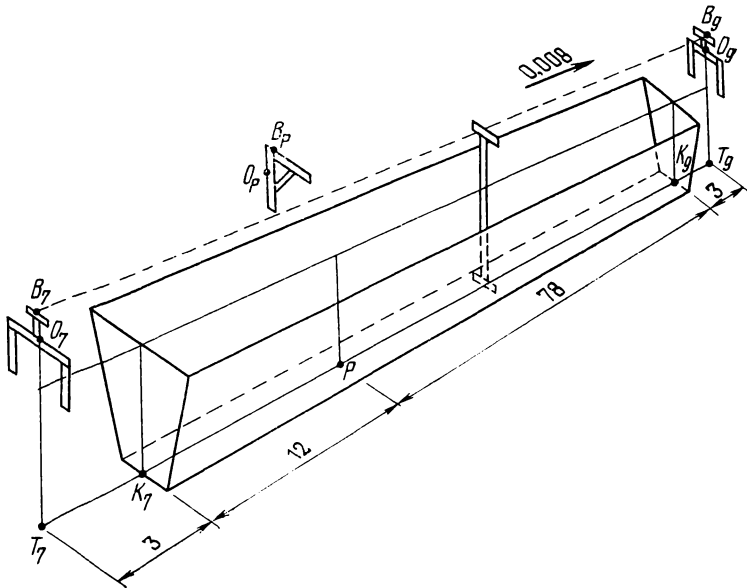
В плане коммуникации разбивают с относительной погрешностью 1 : 2000.

При разбивке и укладке коммуникаций неизбежны продольные и поперечные сдвиги отдельных колодцев. Продольные сдвиги, превышающие 0,3—0,5 м, изменяют расстояние между колодцами и несколько искажают проектные уклоны. Поперечные сдвиги ломают прямолинейную ось коммуникации и, как следствие, значительно затрудняют



**Рис. 42.** Схема привязки подземных коммуникаций:  
 1, 2, 3, 4, 5 — размеры с рабочего чертежа;  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  — вычисленные размеры

**Рис. 43.** К расчету визирок



укладку труб и уменьшают расчетный расход потока. К соблюдению прямолинейности предъявляют повышенные требования.

При укладке самотечных трубопроводов продольный сдвиг может изменить предельно минимальный уклон, поэтому на этих участках все работы производят с нивелиром (разбивку, зачистку дна траншеи, укладку труб, заливку лотков в колодцах). Центры колодцев закрепляют кольями и штырями. Закрепление осей и высотную привязку делают с помощью обносок и визирок, которые ставят в торце траншеи, у колодца, и сбоку траншеи по мере подвигания землеройного механизма. Бровки траншеи обозначают кольями. На обносках по оси траншеи делают зарубку и укрепляют постоянные визирки. Для контроля глубины траншеи и укладки труб используют ходовую визирку. Перекладки визирок окрашивают в разные цвета (оранжевый, желтый, красный). Расчет визирок дан в примере 9.

Разбивку надземных трубопроводов производят так же, как и подземных. В натуру выносят центры опор, отметки верха фундаментов и

закрепляют две оси — продольную и поперечную, — по которым закладывают анкерные болты.

Кабельные каналы разбивают от существующих зданий и сооружений. Высотную привязку их задают проектной глубиной от существующей поверхности почвы.

**Пример 9.** Вычислить размеры визирок для условий рис. 43. Траншея будет разрабатываться экскаватором. Поставить обноску из двух столбиков на колодце невозможно. Первые обноски и визирки установлены в торцах траншеи в 3 м от центров колодцев. Дан уклон  $i = 0,008$  и проектные отметки дна колодцев  $K_7, K_9$ .

Вычисляем проектную отметку на оси траншеи под обноской:

$$H_{T_7} = H_{K_7} + 3i; \quad H_{T_9} = H_{K_9} - 3i.$$

Нивелировкой получаем отметки точек  $O_7$  и  $O_9$  на обносках. Выбираем размер ходовой визирки (3,5 м). Вычисляем проектные отметки постоянных визирок (точек  $B_7$  и  $B_9$ ).

Вычисляем высоту постоянных визирок, т. е. размеры  $O_7B_7$  и  $O_9B_9$ .

Аналогично вычисляем высоту промежуточной визирки. Все вычисления видны из табл. 8.

Таблица 8

Номера колодцев и точек	Проектные отметки дна траншей, м	Проектные отметки визирок, м	Отметка на обносках, м	Размер ходовой визирки, м	Размер постоянных визирок, м
$T_7$	93,824	97,324	96,920	3,500	0,404
$K_7$	93,800				
$P$	93,704	97,204	96,856	3,500	0,348
$K_9$	93,080				
$T_9$	93,056	96,556	96,032	3,500	0,524

**Контроль работ по прокладке трубопроводов.** Контроль за глубиной разработки экскаватором или канавокопателем заключается в том, чтобы не допустить перебора грунта в основании траншеи. Недобор грунта относительно проектной отметки не должен превышать предусмотренного ППР.

Первые метры траншеи, взятые экскаватором или канавокопателем, контролируют промерами от бровок откосов, т. е. измеряют рейкой глубину траншеи от доски, уложенной поперек траншеи. После отхода экскаватора на 12—15 м ставят постоянную визирку сбоку траншеи и начинают пользоваться ходовой визиркой. Если работает канавокопатель, то ставят обноску с визиркой на двух столбах. Высоту ходовой визирки уменьшают на величину недобора грунта.

Контроль за зачисткой дна траншеи осуществляют с помощью ходовых визирок и нивелированием. Перед зачисткой дна траншеи нивелированием проверяют отметки постоянных визирок и уточняют величину ходовой визирки. Контроль зачистки траншеи для самотечных трубопроводов производят от визирок, установленных в траншее. Для этого переносят отметку на два-три столбика, вкопанных в дно траншеи. Делают расчет постоянных и ходовой визирок. На участках самотечных трубопроводов с минимальными уклонами и уклонами 0,004 и меньше

выставляют через каждые 5—10 м колья-маяки, верх которых служит ориентиром для зачистки дна траншей или для бетонирования опор.

При устройстве колодцев обращают внимание на то, чтобы верх люка был выше проектной планировочной отметки земли на 4—5 см, а на площадках, тротуарах и подъездах к зданиям — на уровне дорожного покрытия.

Контроль за укладкой трубопроводов ведут только в самотечных коммуникациях. Контролируют уклон, отметки лотков колодцев, а при минимальных уклонах — укладку каждой (или через одну) трубы.

## **§ 24. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СЪЕМКИ ОБЪЕКТОВ ПРОМПОЩАДКИ**

План промплощадки составляют в масштабе 1 : 500. Съемку зданий и сооружений делают с точностью, удовлетворяющей масштабу этого плана. Съемке в плане подлежат все объекты, расположенные на промплощадке.

Для каждого здания определяют координаты не менее трех углов стен. Все наружные детали зданий, в том числе выступы фундаментов и отмостку, имеющие размер 10 см и более, наносят на план.

Объекты расположенные ниже уровня промплощадки и имеющиеся на поверхности лишь незначительные по размерам детали, показывают пунктирными линиями в масштабе плана, а выступающие над поверхностью детали — в масштабе плана или условными знаками, если это предусмотрено инструкциями.

Практически исполнительную съемку делают сразу после окончания строительства какого-либо объекта, реже — в процессе строительства. Постепенно рабочий план промплощадки заполняется фактическими данными, а проектные привязки и контуры, использовавшиеся для разбивок, удаляют с плана.

Высотные отметки определяют на отмостках, крыльцах, внутри здания на уровне пола первого этажа.

Отметки подземных сооружений (галерей, резервуаров, специальных каналов и переходов) определяют в процессе строительства и выписывают на план по условным знакам подземных коммуникаций.

Особое внимание уделяют съемкам подземных трубопроводов и сооружений на них. Разрытые траншеи и котлованы, землеройные и строительные машины, строительные конструкции и другие предметы, расположенные на площадке, чрезвычайно затрудняют производство угловых и линейных измерений. Работа усложняется тем, что исполнительную съемку производят уже в процессе строительства трубопровода, начиная с момента зачистки дна траншеи. Откладывать съемку до окончания строительства коммуникации нельзя. Без исполнительной съемки нельзя подписывать акт на скрытые работы.

По каждому виду подземных трубопроводов должны быть засняты следующие элементы:

п о в о д о п р о в о д н о й с е т и — магистральные трассы, распределительные сети, соединения, вводы в здания и сооружения,

смотровые колодцы, гидранты, выпуски, места пересечений с другими коммуникациями;

по канализационной сети — все внутривозвездочные сети, магистральная трасса до коллектора, выпуски, смотровые колодцы, углы поворотов напорной канализации, врезки, места присоединений, приточно-вентиляционные трубы, места пересечений с другими коммуникациями, очистные сооружения;

по теплотрассам — все распределительные сети и каналы, компенсаторы, вводы в здания и выводы, места сброса вод из лотков в канализацию, смотровые колодцы, места пересечения с другими коммуникациями;

по газовым сетям — магистральные трассы и распределительные сети, углы поворотов, смотровые колодцы, защитные трубы, вводы в здания, контрольные трубки, места пересечения с другими коммуникациями;

по водостокам — люки, трассы, углы поворотов, места пересечений с другими коммуникациями, места сброса вод;

по кабельным сетям (силовым и слаботочным) — магистральные трассы, разводка по площадке, места вводов в здания и сооружения, повороты, пересечения с коммуникациями и проездами, выходы на поверхность кабелеуказатели, распределительные щиты.

Все перечисленные элементы коммуникаций должны быть определены с пунктов планового обоснования или от зданий, углы которых имеют координаты. В процессе съемок ведут подробный абрис с привязками к постоянным зданиям и сооружениям. В специальном журнале вычисляют координаты поворотных точек и узловых колодцев.

В напорных трубопроводах определяют высотные отметки низа труб, в самотечных — высотные отметки дна лотков, в кабельных сетях — высотные отметки верха защитного перекрытия. Отметки теплотрассы определяют по дну короба и верху перекрытия.

В водопроводных сетях высотные отметки определяют не реже чем через 100 м и в местах перегиба рельефа, в колодцах — отметки дна, труб и края люка.

В канализационных колодцах определяют отметки лотков всех труб, дна самого колодца, верха люка. По колодцам с несколькими выводами и вводами составляют вертикальные разрезы, которые потом переносят на исполнительные профили.

По теплотрассе делают зарисовки короба с указанием размеров и диаметра труб, расположенных в нем.

Особое внимание уделяют съемке кабельных сетей. Прокладка кабеля проходит очень быстро, поэтому исполнительную съемку нужно вести незамедлительно. Восстанавливать места заложения электрокабелей довольно сложно. Повороты кабеля заснимают через 1 м. Высотные отметки ставят во всех местах перегиба рельефа, на пересечении проездов, но не реже чем через 20 м.

Исполнительные профили подземных коммуникаций имеют такой же вид, как и проектные. Из проектных показателей оставляют только уклоны, ниже которых подписывают фактические. Остальные проектные показатели заменяют фактическими.

# МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ ОБЫЧНЫМ СПОСОБОМ

---

### § 25. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Вертикальные стволы имеют круглую и в редких случаях прямоугольную форму. Размеры сечения ствола зависят от типа применяемых сосудов, их габаритов в плане, величины зазоров между выступающими частями подъемных сосудов и крепью, а также от скорости движения воздуха по стволу.

В угольной промышленности для вертикальных стволов шахт круглого поперечного сечения приняты следующие типовые диаметры: 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5 м в свету.

Основным видом крепи при проходке стволов в обычных условиях является монолитная бетонная крепь, возводимая с помощью передвижной металлической опалубки с подачей бетонной смеси по трубам. В угольной промышленности этот вид крепи на проходке стволов занимает 95 % от общего объема.

Применение железобетонных тубингов для крепления стволов резко сократилось из-за высокой стоимости, необходимости выполнения последующего тампонажа закрепного пространства, сложности установки армировки, ухудшения аэродинамической характеристики ствола, трудности приведения его в безопасное состояние после взрывных работ и необходимости использования проходческого подъема для спуска тубингов или монтажа отдельного обособленного подъема.

В практике шахтного строительства применяют несколько схем сооружения вертикальных стволов. В основу классификации схем проходки вертикальных стволов положен принцип технологической взаимосвязи и последовательности работ по подвиганию забоя и возведению постоянной крепи, а также по проходке ствола в целом и его армированию. Проходка стволов обычным способом определяется следующими технологическими схемами: последовательной, параллельной, параллельно-шитовой, совмещенной. Проходку осуществляют с одновременным полным или частичным армированием.

В настоящее время наиболее широкое применение получила совмещенная схема проходки с возведением постоянной бетонной крепи у забоя ствола. При необходимости достижения высокой скорости проходки в соответствующих горно-геологических условиях применяют параллельно-шитовую схему.

При специальных способах проходки стволов, которые в практике встречаются довольно редко, маркшейдерские работы имеют некоторую специфику, связанную с применением отдельных приборов и оборудования. Здесь эти работы не рассматриваются.

В зависимости от типа копрового и подъемного оборудования, применяемого для проходки ствола, выделяют три схемы оснащения — временную, постоянную и комбинированную. В отдельных случаях применяется схема бескопровой оснащения стволов.

## § 26. ПРОХОДКА УСТЬЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СТВОЛА

Глубина и конструкция устья ствола определяются проектом в зависимости от отметок заложения вентиляционных и других каналов, а также залегания коренных пород. Величина технологического отхода устанавливается исходя из условий размещения и монтажа стволового проходческого оборудования и обычно равна 30—60 м.

*Подготовка исходных данных.* Перед началом работ изучают продольный разрез по стволу, рабочие чертежи устья ствола, проемов, ниш, каналов, опорного венца. Изучают геологический разрез по стволу, пользуясь материалами разведочной скважины. Детально просматривают рабочие чертежи, содержащие арматурные каркасы и закладные детали. Изучают проект производства работ (ППР) по сооружению устья ствола.

Для оперативной работы составляют план сечения устья в масштабе 1 : 10 или 1 : 20 и вертикальные разрезы по осям ствола в масштабе 1 : 100, на которые наносят проектные ниши для балок посадочных кулаков и другого оборудования, проемы для подкопровой рамы, окна для трубопроводов, кабелей и вентиляционного канала, другие детали устья ствола. На вертикальные разрезы ствола наносят все данные по разведочной скважине: пересекаемые породы и пласты, крепость пород, водообильность, газоносность, геологические нарушения и др. План и сечения выполняют красной тушью с подробными надписями и высотными отметками в свету. Отметку опорного венца уточняют в процессе проходки. Заготавливают журнал проходки ствола.

**Р а м а-ш а б л о н** служит для перекрытия ствола, обозначения контура ствола в проходке, подвески временной крепи и контроля возведения устья. Перед укладкой рамы-шаблона снимают верхний слой грунта выравнивают площадку, укладывают опорные плиты. Разбивочные работы здесь сводятся к оконтуриванию площадки от осей ствола и выверке ее горизонтального положения.

Раму-шаблон для современных стволов круглого сечения изготавливают из металлических балок с настилом из деревянных брусьев (рис. 44). При укладке рамы-шаблона обноску обычно не ставят. Маркшейдер непосредственно участвует в процессе сборки и установки рамы. Он ориентирует по осям ствола центральные балки, помогает установить верх рамы в горизонтальной плоскости, намечает места спуска отвесов. Отклонения верха рамы от горизонтального положения не должны превышать  $\pm 20$  мм.

Отвесы пропускают в специально просверленные отверстия в пластинах между центральными балками по оси ствола. Боковые, вспомогательные отвесы располагают в 0,6—1,2 м от стенки ствола в свету. Расстояния от вспомогательных отвесов до центрального должны быть

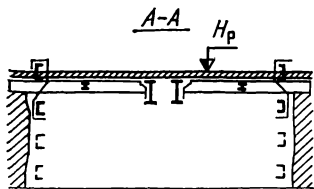


Рис. 44. Рама-шаблон:

1 — центральные балки; 2 — балки перекрытия; 3 — кольцо-шаблон; 4 — центральный отвес; 5, 6 — осевые отвесы

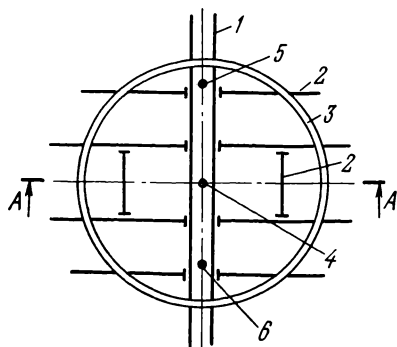


Рис. 45. Установка первого кольца тубингов при сооружении оголовка

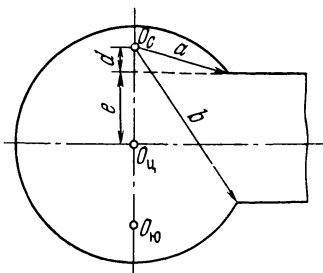
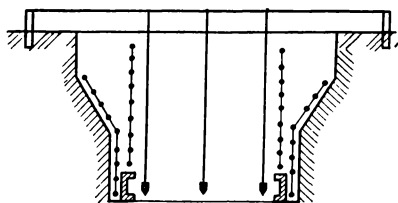


Рис. 46. Привязка элементов устья ствола

Рис. 47. Опорный венец

разными и отличаться друг от друга на значительную величину (0,5—0,7 м).

В качестве отвесов применяют тросики диаметром 3—5 мм. Грузы для отвесов берут небольшие, 10—15 кг. Лебедки отвесов устанавливают рядом с отверстиями в раме и крепят к деревянному настилу.

После закрепления кольца-шаблона и укладки деревянного настила определяют высотную отметку верха настила  $H_p$ .

Иногда вместо рамы-шаблона устраивают бетонный или железобетонный оголовок глубиной 3—4 м, в котором закладывают болты для подвески постоянной тубинговой крепи и оставляют все проемы и окна, предусмотренные проектом. До бетонирования оголовка укладывают первое кольцо тубингов, которое связывают с арматурой оголовка (рис. 45). В горизонтальной плоскости тубинговое кольцо устанавли-

вают по центральному отвесу, опущенному с осевых проволок, натянутых на обноске. В вертикальной плоскости кольцо тубингов устанавливают с помощью нивелира.

Если при проходке устья ствола применяют специальные способы — опускную крепь (колодцы) или замораживание, то работы по разбивке и закреплению осей ствола и осей колодцев делают с помощью обноски. В зависимости от глубины котлована оси закрепляют столько раз, сколько это требуется технологией работ, причем каждый перенос осей на обноску выполняют с контролем от осевых реперов.

*Привязка элементов устья ствола.* Высотную привязку ниш, окон, проемов и других элементов устья делают от верха настила рамы-шаблона. Размеры вычисляют по абсолютным отметкам в свету. За соблюдением размеров в проходке по рабочим чертежам следит сменный надзор. Высотные привязки вычисляют в две руки и выписывают на вертикальные разрезы устья ствола.

Привязку деталей устья в плане делают от вспомогательных отвесов. На рис. 46 дана привязка вентиляционного канала от северного отвеса  $O_c$ . Для того чтобы правильно ориентировать канал, выдают дополнительные размеры  $d$  и  $e$  по оси ствола. Размеры  $a, b, c, e$  определяют графически на плане сечения ствола в масштабе 1 : 10 или 1 : 20. Это обеспечивает точность переноса в натуру точек ствола с погрешностью 2—3 см.

При выдаче предписаний с эскизами привязок элементов устья, не параллельных створу осевых отвесов, рекомендуется давать размеры от одного вспомогательного отвеса. Привязка таких элементов устья от двух отвесов может привести к путанице в стволе и, как следствие, к грубым ошибкам. Привязку же элементов устья, параллельных створу отвесов, например проемов для подкопровой рамы, выполняют по двум вспомогательным отвесам.

**О п о р н ы й в е н е ц.** Опорные венцы делают для удержания постоянной крепи устья ствола. Располагают опорный венец в крепких коренных породах, поэтому положение опорного венца в проекте дается ориентировочно. Перед установкой опалубки проверяют размеры кольцевого вруба для венца: измеряют величины  $k, h_1, h_2, h_3$  в восьми точках по периметру ствола (рис. 47). Размеры  $h_1, h_2, h_3, k$  обычно даны в проекте. Если их нет, то при контроле кольцевого вруба следует иметь в виду, что угол  $\gamma$  не должен быть меньше  $40^\circ$ , т. е.  $h_1/k \geq 0,84$ , а  $h_2 > 20$  см.

Объем опорного венца вычисляют по формуле

$$V = \pi (k^2 + 2Rk) \left( \frac{h_1 + h_3}{3} + h_2 \right),$$

где  $R$  — радиус ствола в черне.

*Контроль возведения постоянной крепи.* При проходке устья ствола с рамой-шаблоном маркшейдерские работы заключаются в контроле сечения ствола и замеры выполненных объемов. Горизонтальность колец временной крепи не контролируют, так как в этом нет необходимости. Перед возведением постоянной бетонной крепи проверяют горизонтальное положение первого кружала опалубки промерами от верха

рамы-шаблона. Плановое положение кружала проверяют от центрального отвеса. Отклонения не должны превышать  $\pm 2$  см. Дальнейший маркшейдерский контроль осуществляют через 5—6 м подвигания постоянной крепи. Параллельно с контролем крепи ведут съемку деталей устья ствола: ниш, проемов, окон. С момента возведения постоянной крепи заполняют журнал проходки ствола.

Если проходка устья и технологической части ствола ведется сразу с постоянной крепью, то маркшейдерские работы выполняют в полном объеме, т. е. с работами, предусмотренными для проходки основной части ствола.

*Закрепление осей ствола.* В устье ствола оси закрепляют для правильной ориентации сопряжений ствола с горизонтами, установки элементов армировки, установки подкопровой рамы, монтажа перекрытия ствола и опорных балок посадочных кулаков. Кроме того, оси ствола, закрепленные в устье, служат главной опорой при реконструкции ствола и подъемного комплекса. Перенесение и закрепление осей ствола в устье — одна из ответственных обязанностей маркшейдера.

При закладке осевых знаков следует иметь в виду, что любая металлическая деталь, выступающая из крепи ствола, используется проходчиками и монтажниками в качестве подвески или якоря для различных вспомогательных работ. Поэтому осевые знаки должны быть массивными, прочными и забетонированы в крепь ствола так, чтобы исключалась любая возможность их повреждения или уничтожения.

Конструкции осевых знаков могут быть самыми различными. Наибольшее распространение получили знаки в виде П-образной формы из круглого стального прута диаметром 30 мм (рис. 48, а) и уголка  $90 \times 60$  мм (рис. 48, б). Выступающая внутрь ствола часть скобы по ширине не должна быть больше 160—180 мм. Зазор между стенкой ствола и скобой делают как можно меньше (30—50 мм). Скобы бетонируют на глубину 200—250 мм, по высоте их стараются располагать на одном уровне и примерно на 150—200 мм выше подкопровой рамы.

Осевые скобы должны быть заложены своевременно, бетонирование их должно производиться вместе с бетонированием устья ствола. Установку и закрепление скоб в опалубке делают под контролем маркшейдера.

Привязка осевых скоб в горизонтальной плоскости от створа вспомогательных отвесов очень проста, так как осевые знаки располагаются симметрично.

Определяют точки оси ствола на скобах с помощью обноски после бетонирования устья ствола. Обноску ставят рядом со стволом как можно ниже. Оси ствола переносят на обноску при двух положениях трубы теодолита. Гвоздями стараются не пользоваться. На досках обноски делают аккуратные вырезы по диаметру проволоки и натягивают проволоку по осям ствола с помощью грузов (рис. 49). Затем тонкими отвесами определяют положение осевых точек на скобах. На каждой скобе делают две метки: одну — сверху, другую — сбоку. Закрепляют оси V-образными вырезами, пропиливаемыми трехгранным напильни-

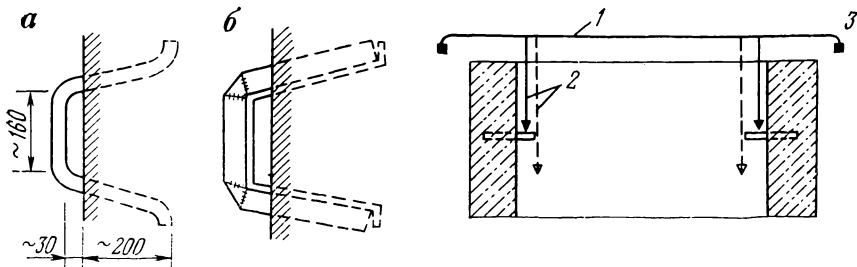


Рис. 48. Осевые скобы

Рис. 49. Схема переноса осевых точек на скобы:

1 — проволока на оси ствола; 2 — отвесы; 3 — грузы

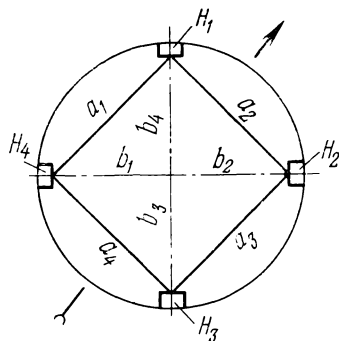


Рис. 50. Эскиз осевых скоб ствола

ком. На каждую осевую скобу с ближайшего репера передают высотную отметку. Заканчивают работу составлением эскиза местоположения осевых точек, на котором наносят размеры  $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4$  и высотные отметки  $H_1, H_2, H_3, H_4$  (рис. 50). Эскиз хранят вместе с журналом проходки ствола.

## § 27. ОСНАЩЕНИЕ СТВОЛОВ ПРОХОДЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ

*Подготовка исходных данных.* Перед разбивкой в натуре центров проходческих лебедок, вентиляторов, калориферов и других установок изучают план расположения проходческого оборудования на поверхности, план основной проходческой рамы, рабочий чертеж расположения оборудования в сечении ствола, чертеж расположения шкивов на подшивной площадке копра. Если приемный бункер для бетона расположен ниже основной проходческой рамы, то изучают и чертеж вспомогательной проходческой рамы в стволе.

В проектах должны быть предусмотрены места, удобные для спуска центрального и двух вспомогательных отвесов по главной оси ствола.

Размеры на чертеже основной проходческой рамы должны быть согласованы с размерами чертежа расположения проходческого оборудования на поверхности. Проверка этого условия несложна. По размерам рабочих чертежей проверяют угол поворота оси барабана лебедки по отношению к оси ствола, т. е.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{b-a}{b_1-a_1},$$

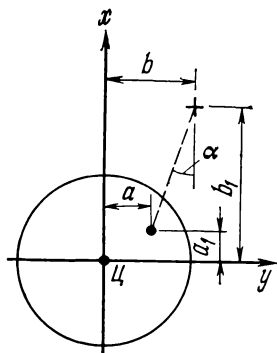


Рис. 51. Схема разворота лебедки

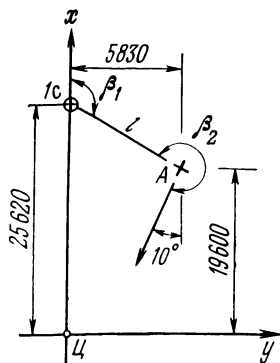


Рис. 52. Подготовка разбивочной схемы

где  $b, b_1$  — размеры по осям ствола до центра лебедки,  $a, a_1$  — размеры по соответствующим осям ствола до точки схода каната со шкива (рис. 51). Если в рабочих чертежах допущен просчет, то исправляют положение лебедки, а не шкива, т. е. исправляют размеры  $b, b_1$ , оставляя проектным угол  $\alpha$ .

Проверяют проектные углы девиации канатов на барабанах лебедок. Максимальные значения углов девиации для лебедок не должны превышать  $2^{\circ}30'$ .

Разбивочную схему для установки лебедок готовят в условной системе координат. За координатные оси принимают оси ствола. Вычисляют координаты центров лебедок и ближайших осевых реперов. Решением обратных задач находят расстояния и дирекционные углы линий, соединяющих центры лебедок и ближайшего осевого репера. Вычисляют необходимые для разбивочных работ горизонтальные углы на осевых реперах и центрах лебедок. Результаты вычислений наносят на разбивочную схему. Все вычисления делают в две руки.

Разбивочную схему готовят для работы полярным способом. На схеме намечают очередность разбивки центров лебедок.

Шкивы проходческих лебедок расположены на основной проходческой раме и копре. Если шкивы на подшкивной площадке копра расположены параллельно осям ствола, то никакой специальной подготовки для разбивок не требуется — все размеры для монтажа имеются на рабочих чертежах. Для шкива, развернутого по отношению к осям ствола, вычисляют ординаты от осей ствола до точек, лежащих на краях подшкивной площадки в плоскости симметрии шкива. При вычислении пользуются проектными размерами от осей ствола до точки схода каната, углом разворота шкива и фактическими размерами подшкивной площадки.

Если оснащение ствола выполняют по постоянной технологической схеме, то делают план крупного масштаба (1 : 100), на который наносят стены надшахтного здания, колонны, окна и другие элементы здания. На этот же план наносят по координатам центры лебедок и точки схода

канатов со шкивов. По ширине барабанов лебедок и зоне движения канатов определяют графически местоположение и величину отверстий в стенах надшахтного здания для пропуска канатов с лебедок на основную проходческую раму. При этом учитывают толщину стен. Привязку отверстий делают от элементов здания. Разметку выполняют после передачи высотных отметок на барабаны лебедок. Предварительно строят профиль по линии каната, пользуясь планом М1 : 100.

**Пример 10.** Вычислить необходимые параметры для разбивки в натуре лебедки А секционной опалубки ЛПМ 10/800, привязка которой дана на рис. 52. Стрелкой показано направление каната.

Принимаем условно координаты центра ствола  $y_{Ц} = 200,000$ ;  $x_{Ц} = 100,000$ . Тогда координаты репера 1с будут  $y_{1с} = 200,000$ ;  $x_{1с} = 125,620$ , а координаты центра лебедки  $y_A = 205,830$ ;  $x_A = 119,600$ .

По координатам репера 1с и центра лебедки А определяем дирекционный угол и длину линии 1с — А:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{5,830}{-6,020} = -0,968438; \quad \alpha = 44^{\circ}05'$$

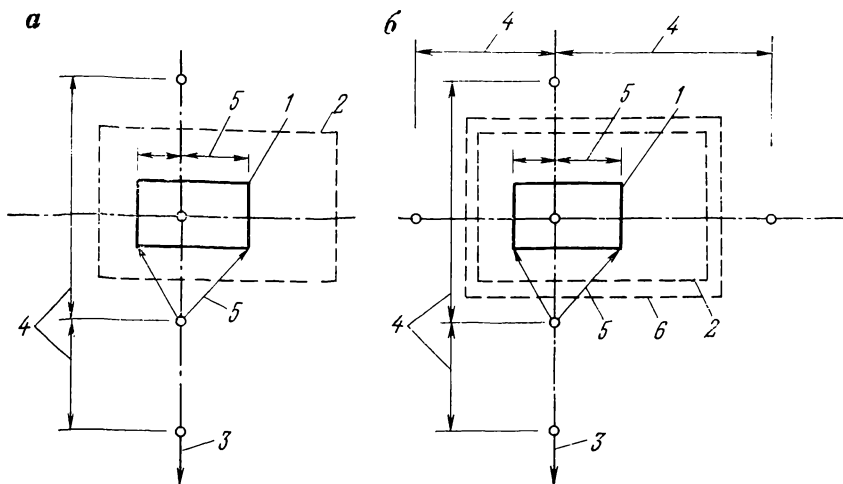
$$(1с - А) = 135^{\circ}55'; \quad l = \frac{5,830}{0,695679} = \frac{6,020}{0,718372} = 8,38.$$

Из условий задачи имеем  $\beta_1 = \alpha = 135^{\circ}55'$ ;  $\beta_2 = 190^{\circ} - \beta_1 + 180^{\circ} = 234^{\circ}05'$ . Углы  $\beta_1, \beta_2$  и длину  $l$  наносим на разбивочную схему.

*Разбивка в натуре центров лебедок.* Выноску в натуру центров лебедок делают в определенной последовательности, пользуясь разбивочной схемой. Вначале закрепляют центры дальних от осевого репера лебедок. После монтажа дальних лебедок выносят в натуру центры следующих с таким расчетом, чтобы после их монтажа можно было обеспечить беспрепятственную разбивку оставшихся лебедок.

Закрепление центров лебедок и направлений канатов производят с учетом размеров фундаментов лебедок. Современные проходческие лебедки имеют железобетонные фундаменты, состоящие из отдельных блоков. Монтаж таких фундаментов производится быстро. Если проектом не предусмотрено заглубление фундамента лебедки, то разбивку закрепляют четырьмя штырями, расположенными по направлению каната (рис. 53, а). Если же проектом предусмотрено заглубление фундамента, то дополнительно закрепляют ось барабана лебедки (рис. 53, б). Одновременно дают высотную привязку дна котлована. После разработки и проверки котлована разбивку центра лебедки и точек, указывающих направление каната, восстанавливают. На эскизе обязательно показывают расстояния между штырями и размеры от штырей до углов рамы лебедки. Разбивку в натуре осей другого передвижного оборудования производят так же, как и проходческих лебедок. Перед монтажом фундаментов проверяют горизонтальность поверхности площадки.

*Установка основной проходческой рамы.* Маркшейдер непосредственно участвует в процессе сборки и установки рамы. Между осевыми скобами в устье ствола натягивают проволоки и, пользуясь отвесами, по размерам рабочего чертежа устанавливают центральные балки рамы в проектное положение.



**Рис. 53.** Эскиз закрепления центров лебедок и направлений канатов:  
 1 — контур рамы лебедки; 2 — контур фундамента; 3 — направление каната; 4 — размеры между штырями; 5 — установочные размеры; 6 — контур котлована

Места спуска центрального и двух вспомогательных отвесов намечают на главной оси ствола. Отверстия для отвесов в перекрытии рамы делают на 2—3 мм больше диаметра тросиков. Для центрального отвеса стальной тросик берут диаметром 5—10 мм в зависимости от глубины ствола. Для вспомогательных отвесов диаметр тросика или проволоки обычно не более 3 мм. Вспомогательные отвесы располагают симметрично по отношению к центральному примерно в 0,3—0,4 м от стенок ствола. Довольно часто все три отвеса крепят на специальной балке, расположенной чуть выше осевых скоб.

## § 28. КОНТРОЛЬ ПРОХОДКИ И КРЕПЛЕНИЯ СТВОЛА

Маркшейдерские работы при проходке ствола включают: контроль положения центрального отвеса в раструбах подвесного полка, закрепление центрального и вспомогательных отвесов на промежуточных горизонтах при проходке глубоких стволов, регулярную передачу высотной отметки по стволу, периодический контроль центрирования металлической опалубки, периодические замеры толщиной крепи, плановую и высотную съемку пересекаемых пластов полезного ископаемого, съемку вывалов, в особых случаях замеры притоков воды в ствол, периодический контроль состояния крепи ствола, привязку в плане и по высоте сопряжений и приствольных камер, задание направлений на проходку и крепление приствольных камер, замер выполненных объемов работ, ведение журнала проходки ствола, профильную съемку стенок ствола.

Чтобы своевременно выполнять перечисленные операции и замеры, необходимо постоянное знание состояния горнопроходческих работ

в стволе и положение проходческого оборудования. Одни маркшейдерские работы можно выполнять во время бурения шпуров или бетонирования стен, другие — только в короткие паузы между уборкой породы и спуском опалубки, третьи — лишь после перепуска проходческого полка и т. д.

Отвес представляет собой физическую систему, законы движения которой довольно сложны и до конца не изучены. Чтобы принимать какие-либо практические решения при работе с отвесом, необходимо знать основные физические законы маятника и механизм действия внешних сил на отвес.

Маятник, представляющий собой точную массу на невесомой нити, называют математическим. Такой маятник нельзя реализовать в действительности. Однако если масса нити пренебрежительно мала по сравнению с массой  $m$  тела и длина нити  $l$  велика по сравнению с размерами тела, то с достаточной точностью определяется период полного колебания математического маятника:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}},$$

где  $l$  — длина маятника, расстояние от точки подвеса до центра масс;  $g$  — ускорение свободного падения.

Математический маятник совершает гармонические колебания, если угол отклонения  $\varphi$  не превышает примерно  $8^\circ$ . Следует обратить внимание на то, что период  $T$  не зависит от массы тела, а в пределах  $\varphi < 8^\circ$  период не зависит от амплитуды.

Маятник, для которого не выполняются условия, определяющие математический маятник, называется физическим маятником, т. е. маятником с распределенной массой. Период колебаний такого маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_A}{mgs}},$$

где  $I_A$  — момент инерции тела относительно оси, проходящей через точку подвеса  $A$ ;  $m$  — масса тела;  $s$  — расстояние от точки подвеса  $A$  тела до его центра масс  $O$ . Если  $I_A = ms^2$  и  $l = s$ , то получается формула периода математического маятника.

О механизме воздействия внешних усилий на колебания физического маятника дает представление приведенная длина маятника. Приведенной длиной физического маятника называется длина математического маятника с тем же периодом колебаний:

$$l' = I_A' / ms.$$

Смысл этой формулы в том, что на расстоянии  $l'$  по вертикали под точкой подвеса вращающегося тела находится центр качаний  $K$  (рис. 54, а). Усилие  $F$ , возбуждающее или прекращающее колебания физического маятника, следует прилагать к этой точке, чтобы избежать реакции в точке подвеса.

Если действие внешних сил на маятник прекращается, то его колебания затухают и наступает состояние относительного покоя.

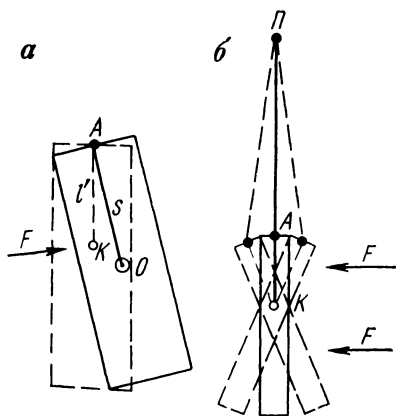


Рис. 54. Физический маятник

ским маятником (рис. 54, б). В системе две точки подвеса: нижняя  $A$ , где груз отвеса прикрепляется к нити (проволоке, тросу), и верхняя  $\Pi$ , где нить прикрепляется к неподвижной опоре.

Чтобы отвес совершал колебания только вокруг верхней точки подвеса, необходимо условие, при котором прямая, служащая продолжением нити, проходила бы через центр масс груза. Такое состояние возможно тогда, когда на нить отвеса и груз не будут действовать внешние силы (воздушный поток, капез и др.). Поскольку полностью исключить действие внешних сил на отвес в стволе невозможно, отвес совершает колебания вокруг верхней и нижней точек подвеса. На основные колебания, присущие математическому маятнику, накладываются колебания физического маятника (груза), что резко изменяет наблюдаемую картину движения нити отвеса. Вместо гармонических колебаний мы имеем дело со сложным движением, не позволяющим точно определить положение покоя отвеса. Побочные, или так называемые релаксационные, колебания отвеса очень сложны и практически не поддаются учету.

Усилия, возникающие от падения капель воды, направлены вертикально вниз. Усилия воздушных потоков направлены как вертикально, так и горизонтально. Горизонтальные воздушные потоки и создают в основном те внешние усилия, которые выводят отвес из состояния относительного покоя и создают побочные колебания. Увеличение массы груза уменьшает раскачку отвеса.

В практической работе стараются делать груз отвеса вытянутым по вертикали. Это уменьшает действие капеза и позволяет защитить груз от боковых усилий воздушных потоков. Поскольку величина амплитуды собственных колебаний неизвестна, стараются не применять чрезмерно длинных отвесов и больших грузов. Груз центрального отвеса представляет собой пакет из рудничных рельсов или рельсов нормальной колеи. Высота груза 0,5—0,8 м. Массу груза увеличивают с глубиной ствола. Простота конструкции груза и точное знание его массы позволя-

Относительного потому, что на точку подвеса маятника действуют силы вращения Земли. И как любая система, он имеет собственные колебания. Пока мы не знаем законов, пользуясь которыми могли бы определить амплитуду собственных колебаний. Из практики, однако, известно, что отвес, груз которого погружен в так называемую демпферную жидкость, совершает колебательные движения. Период колебаний такого отвеса настолько велик, что создается иллюзия его неподвижности.

Отвес, применяемый в стволе, представляет собой колебательную систему с физическим маятником (рис. 54, б).

ют легко контролировать натяжение тросика отвеса, а вытянутая форма удобна для защиты его от биения воздушных потоков в забое.

Груз отвеса должен быть таким, чтобы запас прочности тросика был не менее пятикратного. Для тросов иностранного производства запас прочности подсчитывают по паспортным данным, а для тросов отечественного производства — по соответствующим ГОСТам. При отсутствии паспортов необходимые технические характеристики можно получить в лабораториях, которые производят испытания подъемных канатов.

В стволах угольных шахт вентиляторы местного проветривания включать нельзя, тем более в режимном забое, когда в работе могут находиться два вентилятора. Чтобы уберечь груз отвеса от ударов воздушных потоков, его помещают в отрезок металлической вентиляционной трубы диаметром 600—800 мм. Низ трубы присыпают породной мелочью. В обводненных стволах необходимо следить за тем чтобы груз отвеса не заливало водой.

При проходке стволов глубиной 400 м и больше верхнюю точку подвеса центрального отвеса переносят ближе к забою на специальный расстрел, устанавливаемый с подвеса полка. Если расстрел располагают на главной оси ствола, то переносят и точки подвеса вспомогательных отвесов. Положение покоя отвесов определяют, пользуясь различного рода приспособлениями со шкалами.

При каждом перепуске проходческого полка вниз проверяют положение центрального отвеса в раструбах на каждом этаже полка и положение распорных домкратов. Трос при неотклоненном положении отвеса должен находиться в центре раструбов.

*Контроль центрирования опалубки.* Створчатую или секционную опалубку принимают и проверяют на заводе. На горизонтальной площадке измеряют диаметр опалубки на каждой секции. С верхнего пояса отвесами проверяют вертикальность каждой секции. Отклонения от проектных размеров фиксируют в акте. Секции или створки опалубки нумеруют. Номера закрепляют сваркой на верхнем поясе.

Первую установку (разгонку) опалубки в стволе производят особенно тщательно. Положение опалубки проверяют по верхнему и нижнему поясам от центрального отвеса в восьми точках, затем проверяют вертикальность каждой секции. Такая проверка нужна для того, чтобы в дальнейшей работе знать величину перекоса опалубки при несовпадении размеров по верхнему и нижнему поясам.

После разгонки опалубки опускают вспомогательные отвесы и составляют эскиз расположения ее секций с привязкой к осям бадей и главной оси ствола. Эскиз помещают в журнал проходки ствола.

Периодический контроль центрирования опалубки делают через три-четыре заходки, совмещая его с геологической съемкой и контролем толщины крепи. Все зарисовки и данные замеров помещают в журнал проходки ствола. Привязки замеров и зарисовок по вертикали делают от высотного репера, расположенного чуть выше нижнего этажа проходческого полка.

*Передача высотной отметки по стволу.* Различают рабочую (оперативную) передачу высотной отметки и точную. Оперативную переда-

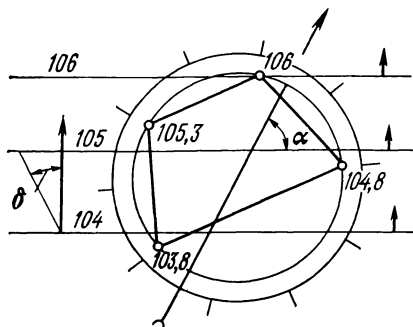


Рис. 55. Схема определения элементов залегания пласта

Точную передачу высотной отметки делают на реперы, закладываемые перед сопряжениями ствола с горизонтами и камерами. Для точной передачи высотной отметки в глубоких стволах закладывают промежуточные реперы. Отметки передают либо длинной лентой, либо длиномером ДА—2. Нивелиром, установленным на проходческом полке, передают высотные отметки на осевые скобы.

*Определение элементов залегания пласта.* Геологическую документацию при проходке ствола ведут специализированные организации по договору с заказчиком. Шахтостроительные и шахтопроходческие управления не имеют геологической службы. Однако в процессе проходки ствола часто возникает срочная необходимость определить элементы залегания пласта. Углы падения пласта и простирание определяют или непосредственным замером, или путем графических построений.

При графическом построении работу строят так. Передают высотную отметку на верхний пояс опалубки от репера подвесного полка. Считают верхний пояс опалубки горизонтальным. От него на каждой секции или выборочно замеряют высоту до висячего или лежачего бока пласта. Плоскость висячего или лежачего бока пласта обозначают натянутым шнуром, перемещая то один, то другой конец шнура по видимому контакту пласта с породой. Таким образом набирают отметки нескольких точек пласта. Измеряют вертикальную мощность пласта.

В камеральных условиях вычисляют отметки точек замера. Наносят их на план масштаба 1 : 10 или 1 : 20, пользуясь эскизом привязки опалубки к осям ствола. По числовым отметкам графически строят изогипсы пласта, по которым определяют угол простирания  $\alpha$  и угол падения пласта  $\delta$  (рис. 55). Точность определения элементов залегания пласта с помощью подвесной опалубки достаточна для практических целей.

## § 29. СООРУЖЕНИЕ ПРИСТВОЛЬНЫХ КАМЕР

Зумпфовую насосную камеру, камеру загрузочных устройств, камеру лебедки водотрубного ходка и другие приствольные камеры разрабатывают со ствола как горизонтальные выработки полным сечением или слоями.

чу высотных отметок производят обычной рулеткой с бадьи ступеньками от репера к реперу. Временный высотный репер представляет собой короткий шпур с деревянной пробкой, в которую забивают гвоздь. Шпур бурят с нижнего этажа проходческого полка. Положение очередного репера намечают рулеткой, пользуясь ею как отвесом. Измерения ведут с точностью  $\pm 5$  мм, а высоты реперов округляют до см. Интервал между высотными реперами зависит от величины перепуска проходческого полка.

Маркшейдерские работы при проходке и креплении приствольных камер принципиально не отличаются от работ при проходке и креплении горизонтальных выработок. Отличие состоит лишь в том, что направление в горизонтальной плоскости задают двумя отвесами, расположенными на оси ствола. Закрепление отвесов производят на специальных скобах, забетонированных в крепь ствола. Скобы располагают выше камеры на 4—5 м. Подробно работы по закреплению направления в стволе см. в § 41.

Привязку стенок, выступов и других элементов камеры по направлению делают от центрального отвеса так, как это указано на рабочих чертежах. Первый произвольный размер от центрального отвеса в целых метрах отмечают под прямым углом к направлению на обеих стенках камеры. Затем этот же размер отмечают на первой заходке постоянной крепи насечками или зарубками, о которых в дальнейшем откладывают проектные размеры. Центральным отвесом пользуются лишь для контрольных промеров. Особое неудобство создают большие, до 2,7 м скобки. При установке опалубки скобкой пользуются как радиусом окружности, отмечая места касания опалубки.

Направление в вертикальной плоскости задают так же, как для горизонтальных выработок. Передачу высотной отметки вначале выполняют на осевые скобы, от которых затем находят проектное положение почвы и кровли камеры. Для целей проходки и крепления задают рабочие (боковые) высотные реперы на уровне 1 м от проектной почвы камеры. При необходимости делают два горизонта рабочих реперов, как показано на рис. 56.

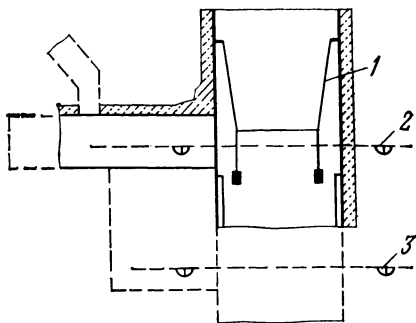


Рис. 56. Схема задания направлений на разработку камеры:

1 — направление двумя несвободными отвесами; 2 — горизонт рабочих реперов для камеры питателей; 3 — горизонт рабочих реперов для камеры дозаторов

### § 30. РАБОТЫ ПЕРЕД АРМИРОВАНИЕМ СТВОЛА. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Система направляющих для передвижения сосудов и людей по стволу (рельсовые, канатные и другие проводники, лестницы), конструкции для крепления этих направляющих, а также конструкции, обеспечивающие безопасность движения сосудов и людей, входят в понятие армировки ствола. Основными элементами жесткой армировки являются проводники и расстрелы.

В зависимости от расположения в стволе расстрелы подразделяются на главные и вспомогательные. Главные расстрелы, а их может быть несколько в одном стволе, заделывают в крепь ствола обоими концами. Вспомогательные — одним концом, а другой присоединяют к глав-

ному расстрелу. Расстрел, расположенный по оси ствола или близко к ней, называют центральным.

Различают одно- и двухсторонние проводники.

Систему расстрелов, расположенных в одной горизонтальной плоскости, называют ярусом. Расстояние между ярусами расстрелов называют шагом армировки.

Для металлических проводников и расстрелов, изготовленных из рельсов и двутавровых балок, на каждое звено проводников длиной 12,5 м, как правило, приходится три яруса расстрелов. Шаг такой армировки принимают равным 4168 мм.

Основной технологической схемой армирования стволов является последовательная, при которой расстрелы устанавливают на всю глубину ствола, после чего навешивают проводники. Совмещенная схема, когда работы по установке трех-четырёх ярусов расстрелов совмещены с навеской проводников в одном технологическом цикле, почти не применяется.

В практике шахтного строительства СССР наметилась тенденция к более широкому использованию канатной армировки на ряде крупных шахт. Канатная армировка обеспечивает более высокую скорость подъема, плавное движение подъемных сосудов по стволу, снижает аэродинамическое сопротивление ствола, а стоимость ее устройства ниже, чем жесткой. Вместе с тем для обеспечения безопасной величины зазора между сосудами и крепью ствола приходится идти на увеличение сечения ствола, что ведет к удорожанию проходки по сравнению с проходкой при жесткой армировке. Кроме того, канатная армировка может быть применена только при отсутствии искривления ствола. Шахтостроители применяют канатную армировку как временную в будущих вентиляционных стволах для целей строительства новых горизонтов. Основными элементами канатной армировки являются канатные направляющие и натяжные устройства.

Маркшейдерские работы при армировании ствола призваны обеспечить геометрическую основу и технологию использования этой основы для установки в проектное положение элементов армировки, т. е. расстрелов и натяжных устройств, с минимальными погрешностями.

В настоящем разделе рассмотрены работы по армированию ствола с отвесами, опускаемыми за полком, т. е. со свободными отвесами. Эти работы доминируют в практике строительства новых стволов.

*Профилирование стенок ствола.* Перед подъемом проходческого полка под основную проходческую раму с целью переоборудования его для работ по армированию, составляют профиль стенок ствола по контрольным замерам, взятым из журнала проходки ствола. Если профили стенок ствола имеют незначительные отклонения, позволяющие вести армировку по одной вертикали, и заделка концов расстрелов будет соответствовать проекту и СНиПу, то никаких контрольных профилировок стенок ствола выполнять не нужно. Если же искривления стенок ствола требуют специальных мероприятий для исправления крепи или отклонения системы армировки от вертикали, то выполнение контрольной профилировки обязательно. В этом случае составляют проект расположения отвесов и мест замеров, причем обязательно ис-

пользуют все отвесы по главной оси ствола. Отвесы успокаивают и закрепляют на верхнем этаже проходческого полка с помощью скоб, балок и других приспособлений. Отвесы, как правило, служат ориентирами радиусов, по которым производят замеры от центрального отвеса.

Довольно часто в процессе армирования делают замеры по оси расстрелов от лежек до стенок ствола для определения минимальных зазоров между крепью и наиболее выступающими частями подъемных сосудов. Однако такие замеры дают только сравнительное представление о величине зазоров и не заменяют непосредственных промеров от подъемных сосудов.

*Проект производства маркшейдерских работ* должен содержать: схему расположения ярусов расстрелов и расстояний между ними; все сведения, касающиеся армировочных отвесов; все сведения о шаблонах, необходимых для установки расстрелов; описание порядка работ по установке расстрелов в проектное положение;

требования к точности отдельных работ и допуски.

*Армировочные отвесы.* Необходимый минимум армировочных отвесов и места их расположения рекомендуется определять, исходя из следующих условий: отвесы опускают против лежек или около сочленений расстрелов; один из главных расстрелов, чаще центральный, устанавливают по двум отвесам; каждый главный расстрел, несущий проводник, устанавливают по одному отвесу и одному горизонтальному шаблону; группу вспомогательных расстрелов, перпендикулярных к главному, устанавливают по одному или двум отвесам и горизонтальным шаблонам. От расстрелов, которые установлены только по шаблонам, установка других не допускается.

Количество отвесов должно обеспечивать точную установку каждого расстрела с использованием одного горизонтального шаблона.

Проволоки всех армировочных отвесов должны быть одного диаметра. Обычно применяют стальную высокопрочную проволоку диаметром 2,0—3,0 мм, тонкую проволоку не применяют.

Величина груза зависит от глубины ствола, скорости вентиляционной струи и притока воды. Масса рабочего груза должна обеспечить не менее чем пятикратный запас прочности проволоки. Рабочий груз должен быть компактным, иметь удобную короткую подвеску. Для каждого отвеса предусматривают маленький груз в 10—15 кг, который заменяет рабочий при перепуске отвесов и полка, при спуске расстрелов и заводке их в лунки.

После того как намечена окончательная схема расположения армировочных отвесов, проектируют шаблоны для установки расстрелов относительно отвесов. Затем, пользуясь размерами шаблонов, рабочим чертежом сечения ствола и детализированными чертежами элементов армировки, вычисляют расстояния между проволоками отвесов. Расстояния вычисляют в различных комбинациях, но не менее трех для каждого отвеса, что служит контролем вычислений и установки точек схода отвесов. Все проектные расстояния берут только от осей ствола и расстрелов. От полок расстрелов делают расчеты только для горизон-

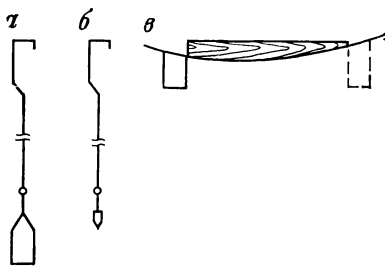


Рис. 57. Шаблоны для разметки лунок под расстрелы



Рис. 58. Дистанционный шаблон

тальных шаблонов. Вычисленные расстояния наносят на схему расположения отвесов.

Для каждой лебедки предусматривают двукратный запас проволоки. Кроме того, предусматривают в резерве не менее чем две лебедки с проволокой при армировании глубоких стволов и одну при армировании коротких стволов.

*Шаблоны.* Для правильной установки отдельных ярусов расстрелов по вертикали и каждого расстрела в ярусе необходимы различные шаблоны.

Шаблоны для разбивки лунок под расстрелы могут быть вертикальными и горизонтальными. Вертикальные шаблоны подвешивают крючьями на расстрелы предыдущего яруса вблизи стенок крепи. У первого шаблона (рис. 57, а) на тросике подвешена металлическая рамка, указывающая границы лунки; у второго (рис. 57, б) — отвес, указывающий центр лунки. Часть лунок одного яруса разбивают горизонтальными деревянными шаблонами кружального типа от ранее размеченных (рис. 57, в).

Шаблоны для установки расстрелов по высоте (дистанционные шаблоны) фиксируют расстояния между ярусами расстрелов и одновременно являются приспособлениями, поддерживающими во время монтажа двутавровые балки расстрелов. Наиболее распространенным является дистанционный шаблон из уголка, усиленный на сгибах косынками (рис. 58). В стволах с лестничным отделением, где точность установки ярусов по вертикали должна быть в пределах 8—10 мм, лучше всего применять дистанционный шаблон\*, изображенный на рис. 59. Шаблон состоит из зацепа 2, усиленного косынкой 1, верхней 3 и нижней 5 штанги, гибкой перемычки 4 и скобы 6 с опорной планкой 7. Штанги 3, 5, изготавливают из труб диаметром 25 мм, перемычку 4 — из троса диаметром 5—6 мм. Нижняя штанга заканчивается резьбой с шайбой и гайкой. На нижнюю штангу

\* Конструкция Г. С. Пиньковского.

надевают скобу с прорезями для опорной планки. К опорной планке приваривают гайку, в которую ввинчивают винт 8. Основные размеры шаблона указаны на рисунке ( $l$  — расстояние между ярусами,  $b$  — ширина полки расстрела,  $h$  — высота балки расстрела). Величина  $c$  должна быть равна максимально допустимой погрешности установки расстрелов по высоте,  $c = 8 \div 10$  мм. Нежелательно делать шаблон с одной неразрезной штангой, так как при малейшем перекосе расстрела на установку скобы затрачивается много времени. Гибкая перемычка позволяет надевать скобу на расстрел легко и быстро.

Шаблон является самоконтролирующим, принцип работы с ним заключается в следующем. На расстрел ранее установленного яруса у стенок ствола подвешивают два шаблона. На устанавливаемый расстрел, поочередно, в каждом шаблоне надевают скобу и подкладывают опорную планку 7 (рис. 60, а). После этого в гайку планки завинчивают опорный винт и поднимают расстрел до упора нижней штанги (рис. 60, б). В результате этого зазор между нижней полкой устанавливаемого расстрела и опорной планкой составит величину, равную  $2c$ , а расстояние между осями верхнего и нижнего расстрела будет равно проектному шагу армировки минус величина  $c$  (максимально допустимая погрешность). Когда расстрел будет подвешен на обоих шаблонах, в лунки под нижнюю полку расстрела подкладывают металлические планки. Затем, вывинчивая опорные винты, опускают расстрел на подкладки. Расстрел, как правило, проседает на несколько миллиметров. Если расстрел установлен с погрешностью, не превышающей заданную, то опорная планка свободно вынимается, в противном случае планка выниматься не будет, так как расстрел будет лежать на ней (рис. 60, в).

Проверку размеров дистанционных шаблонов делают перед началом армировки и в процессе армирования ствола, приурочивая контроль к установке ограничителей колебаний отвесов. Фактические размеры шаблонов не должны отличаться от расчетных более чем на 3 мм.

Ш а б л о н д л я у с т а н о в к и р а с с т р е л о в в я р у с е ( г о р и з о н т а л ь н ы е ) служит для фиксации и контроля расстояний между полками расстрелов, а также для контроля расстояний между вырезами лежек при двухсторонних проводниках.

Шаблон изготавливают из труб и уголка (рис. 61), они должны быть прочными, не деформироваться, число их типоразмеров должно быть минимальным. Комплект запасных шаблонов должен храниться на поверхности.

Если в работе применяют шаблоны более двух типоразмеров, мало отличающихся друг от друга, то их перед началом армировки проверяют и маркируют — надписывают их размеры несмываемой краской. Проверку размеров горизонтальных шаблонов делают при каждом маркшейдерском контроле армировки. Фактические размеры шаблонов не должны отличаться от расчетных более чем на 1 мм.

Ш а б л о н ы д л я у с т а н о в к и р а с с т р е л о в о т н о с и т е л ь н о о т в е с о в применяют двух типов (рис. 62): первый тип применяют для установки в проектное положение лежек, второй — для установки в проектное положение расчетной точки на

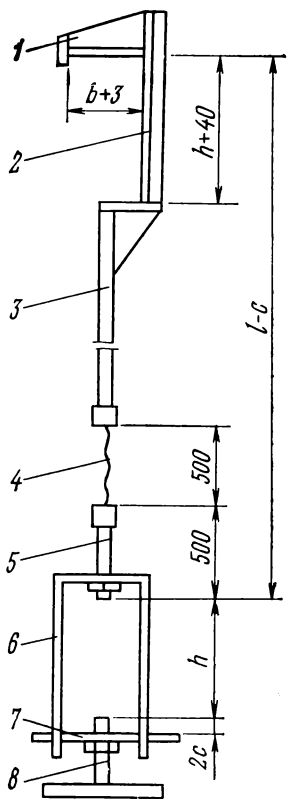


Рис. 59. Дистанционный шаблон для точной установки расстрелов

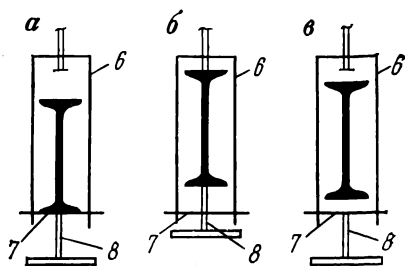


Рис. 60. К установке расстрела дистанционным шаблоном (позиции приняты те же, что на рис. 59)

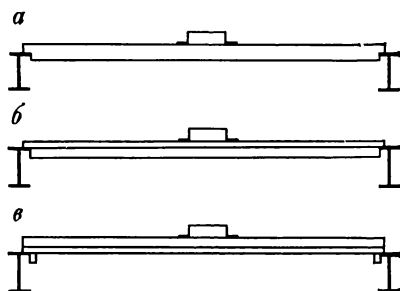


Рис. 61. Горизонтальные шаблоны изготовленные из трубы (а), уголка (б), уголка с фиксаторами (в)

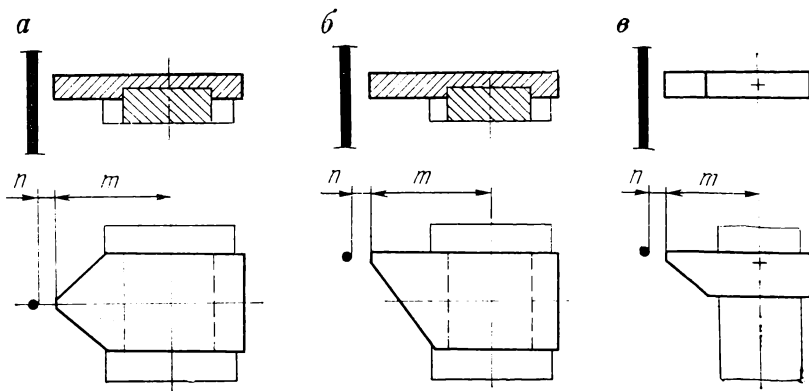


Рис. 62. Шаблоны для установки лежек по отвесам

оси расстрела. Для отвесов, расположенных по оси лежки и по линии боковых граней лежки, конструкции шаблонов показаны на рис. 62, а, б. Накладные шаблоны изготовлены из листовой стали толщиной 4—5 мм, допускаемое отклонение от расчетных размеров не более 0,4 мм. Ширина шаблона соответствует ширине выреза лежки. Снизу делают паз глубиной 2—3 мм, соответствующий размеру между лицевыми гранями лежки. При установке на расстреле шаблон должен входить в вырезы лежки с зазором не более 0,3—0,4 мм. Величина выступа, расположенного против отвеса, зависит от расстояния между отвесом и полкой расстрела, обычно равного 50—100 мм.

Шаблон второго типа, представляющий собой пластинку с выступом и двумя рисками, фиксирующими заданный размер  $m$ , приведен на рис. 62, в.

Размер  $(n + m)$  произвольно задают при проектировании шаблонов. Размер  $n$  зависит от диаметра отвеса (подробно см. в § 32).

В практике применяют установку лежек по отвесам и без шаблонов. В этом случае отвес располагают на линии внешнего края лежки так, чтобы расстояние от отвеса до боковой грани было таким же, как и до лицевой грани лежки.

*Ограничители колебаний отвесов.* Армировочные отвесы опускают вслед за полком. С каждым установленным ярусом увеличивается длина нити отвеса. Соответственно увеличивается и амплитуда колебаний отвеса. Работа по установке расстрелов усложняется. Возникает потребность уменьшить, ограничить рабочую длину нити отвеса, а следовательно, и уменьшить амплитуду колебаний отвеса. Для этого требуется определить положение покоя отвеса и зафиксировать это положение на одном из ярусов расстрелов.

Расстояния, через которые производят закрепление отвесов, выбирают в каждом конкретном случае в зависимости от скорости вентиляционной струи, интенсивности капежа и близости отвеса к лежке или расстрелу. Различают ограничители постоянные и временные. Постоянные устанавливают через 120—200 м и не убирают с расстрелов до окончания армировки. Временные ставят через 30—60 м и систематически переносят их вниз по мере движения армировки, чтобы избежать накопления погрешностей. Если отвес расположен в 50—100 мм от полки расстрела, то временные ограничители колебаний устанавливают через 40—60 м. Если отвес расположен непосредственно у лежки, то временные ограничители необходимо ставить через 30 м, а постоянные—через 60 м. Такое сокращение рабочей длины отвеса диктуется тем, что амплитуда собственных колебаний отвеса может оказаться больше размера от отвеса до граней лежки, а это приведет к незаметному скачку ошибок в определении положения покоя отвеса.

Ограничители колебаний просты по конструкции и представляют собой пластины с прорезями для отвеса, которые крепят на расстреле хомутами. На рис. 63, а, б показана конструкция ограничителя с двумя пластинами. Металлические пластины толщиной 5—8 мм имеют по продольной оси вырезы длиной 80—100 мм и шириной 16—20 мм в зависимости от диаметра прута хомута. На рис. 63, в показана более про-

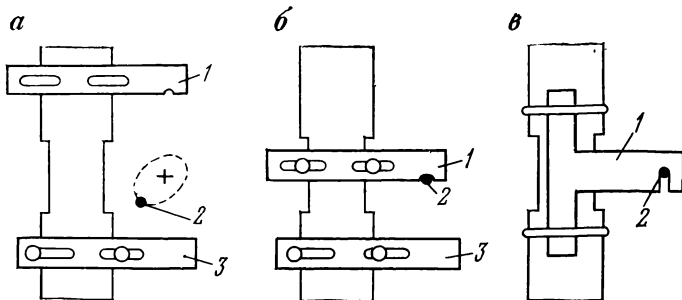


Рис. 63. Ограничители колебаний отвесов

стоя конструкция ограничителя колебаний отвеса. Размеры его пластины зависят от расстояния между отвесом и расстрелом.

Ограничитель с двумя пластинами устанавливают на расстреле следующим образом. Зажимают пластину 3 на расстреле под прямым углом к лицевой грани лежки так, чтобы отвес 2, совершая колебания, ее не касался. Вершина угла, составленного ребрами лежки и пластины 3, служит точкой, на которой берут «нулевой» отсчет по линейке с миллиметровыми делениями. Приставляя линейку то к ребру лежки, то к ребру пластины 3, определяют по отсчетам положение покоя отвеса. Затем, пользуясь линейкой и учитывая диаметр проволоки, устанавливают вырез пластины 1 в положение, соответствующее точке покоя отвеса. Закрепляют пластину 1, заводят отвес в вырез и прижимают пластиной 3.

Положение покоя отвеса при установке ограничителя колебаний с одной пластиной определяют также линейкой с миллиметровыми делениями. Точкой для нулевого отсчета служит либо угол выреза лежки, либо вершина прямого угла, прочерченного на полке расстрела. Отвес в ограничителе с одной пластиной закрепляют мягкой проволокой, притягивая его плотно к торцу щели.

Удобным приспособлением для определения положения покоя отвеса является центрировочная пластина (см. рис. 71).

### § 31. УСТАНОВКА РАССТРЕЛОВ

*Контрольный ярус* устанавливают по размерам, указанным в рабочих чертежах. Предварительно размечают оси балок будущих расстрелов и наносят (кернят) точки, лежащие на осях ствола.

В плане установку контрольного яруса делают от осевых проволок, натянутых между скобами в устье ствола. С помощью подвижных отвесов и рулетки устанавливают оси расстрелов в проектное положение. Одновременно устанавливают расстрелы и по высотным отметкам. После надежного закрепления расстрелов и набора опалубки проверяют еще раз положение контрольного яруса.

Смещение осей расстрелов в горизонтальной плоскости от проектного положения не должно превышать  $\pm 2$  мм. Фактическое расстояние между вырезами лежек соседних расстрелов не должно отличаться от

проектного на  $\pm 1$  мм, а между полками расстрелов не должно отличаться от вычисленных на  $\pm 3$  мм.

При двухстороннем расположении проводников оси лежек располагают на одной линии с помощью проволоки диаметром 0,3 мм.

Погрешность установки яруса по высотным отметкам не должна превышать  $\pm 10$  мм. Между собой в ярусе высотные отметки расстрелов не должны колебаться более чем на 5 мм.

Углы вырезов верхних и нижних лежек располагают на одной вертикальной линии с помощью парных отвесов (см. рис. 68). Это условие требует установки расстрела строго горизонтально.

Для закрепления отвесов на контрольном ярусе изготавливают из листовой стали толщиной 8—10 мм пластины с отверстиями, на 1 мм большими диаметра проволоки.

Точки схода отвесов, расположенных против лежек, устанавливают по шаблонам, которыми будут пользоваться при армировании. На лежку сверху накладывают пластину с отверстием для отвеса. Закрепляют ее так, чтобы была возможность двигать ее с небольшим усилием. Пропускают в отверстие проволоку отвеса и подвешивают небольшой груз. К нижней лежке приставляют шаблон, затем легкими постукиваниями двигают пластину с отвесом до тех пор, пока отвес не займет по отношению к шаблону положение, определенное проектом производства работ.

Точки схода отвесов, расположенных у полок расстрелов или у мест соединения вспомогательных и главных расстрелов, устанавливают от рисок на осях расстрелов по размерам, указанным на схеме расположения отвесов. Для точной установки по перпендикуляру к оси расстрела пользуются прямоугольным треугольником и металлическими линейками.

После временного закрепления всех пластин измеряют расстояния между отверстиями и сравнивают их с вычисленными. Вследствие неточностей проката балок и погрешностей установки яруса допустимы отклонения от фактических расстояний в пределах  $\pm 2$  мм, однако между отвесами, расположенными у лежек одного подъемного сосуда, расхождение не должно составлять более  $\pm 1$  мм. После проверки и исправления расстояний между отвесами пластины закрепляют на расстрелах электросваркой.

Фактические расстояния между отвесами в различных комбинациях выписывают на схему и пользуются ими в дальнейшей работе.

Лебедки с проволокой располагают на поверхности. В редких случаях их закрепляют на контрольном ярусе.

*Основной ярус.* На всех ярусах, кроме контрольного и станковых, работы по установке расстрелов типичны. Порядок установки и контроля их следующий.

Заводят все расстрелы яруса в лунки. Опускают армировочные отвесы и навешивают рабочие грузы. Ставят защитные приспособления (обрезки металлических вентиляционных труб) для уменьшения влияния воздушных потоков на грузы отвесов. Проверяют расстояния между отвесами.

Подвешивают центральный расстрел на дистанционных шаблонах. Накладывают на лежки шаблоны и проводят расстрел к отвесам с та-

ким расчетом, чтобы между шаблонами и отвесами остался зазор в 8—10 мм. Фиксируют временно верхнюю полку расстрела в лунках клиньями. Парными отвесами выравнивают по вертикали углы верхних и нижних лежек. Фиксируют временно в лунках клиньями нижнюю полку расстрела. Укладывают под расстрел металлические подкладки и снимают дистанционные шаблоны. Если дистанционные шаблоны неразрезные, то последние подкладки загоняют «в распор» и освобождают шаблоны.

Парными отвесами в углах лежек проверяют и исправляют завал расстрела вдоль оси и перпендикулярно к ней. Одновременно сдвигают расстрел так, чтобы выступы шаблонов 2 находились против отвесов 1, зажимают расстрел в лунках металлическими 3, 5 и деревянными 4, 6 клиньями (рис. 64). Действуя металлическими клиньями, сдвигают расстрел примерно на половину зазора между отвесом и выступом шаблона. После этого парными отвесами проверяют, а клиньями исправляют образовавшийся завал расстрела. Снова уменьшают зазор между отвесом и выступом шаблона. После передвижки снова контролируют парными отвесами «вертикальность» углов лежек. Так, постепенно сокращая зазор между отвесом и выступом шаблона, устанавливают расстрел в проектное положение. Естественно, при каждом замере успокаивают отвесы, т. е. добиваются положения покоя. Погрешность установки центрального расстрела, т. е. фактическое расстояние между отвесом и шаблоном, не должно отличаться от проектного более чем на диаметр проволоки.

Изложенный метод оправдал себя на практике. При некотором навыке установка расстрела в проектное положение производится довольно быстро. Большая потеря времени, а заодно и точности происходит тогда, когда расстрел двигают сначала к отвесу, затем от него и т. д. и когда металлические клинья подменяют деревянными.

Если при установке центрального расстрела применяют два шаблона, то разметку расчетной точки расстрела делают на поверхности. Шаблон приходится придерживать рукой при каждом измерении. Попытки закреплять шаблон на расстреле не оправдали себя на практике.

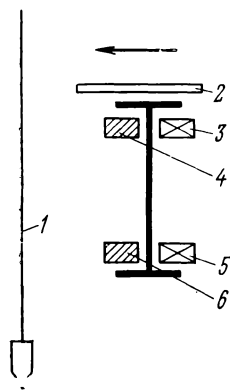


Рис. 64. Схема установки расстрела

После центрального устанавливают остальные главные расстрелы. Установку лежек на главных расстрелах производят точно так же, как на центральном расстреле. Передвижку расстрела контролируют шаблоном лежки и горизонтальным шаблоном, которым контролируют расстояние между полками расстрелов только у стенок ствола. Контроль в любом другом месте увеличивает погрешности армирования. При передвижке расстрела нельзя оставлять горизонтальный шаблон между расстрелами, это может привести к деформации шаблона и нарушению положения центрального расстрела.

Вспомогательные расстрелы сбалчивают с главными и устанавливают в последнюю очередь.

После установки всех расстрелов яруса горный мастер или маркшейдер проверяет положение всех лежек относительно отвесов, совпадение осей лежек тонкой проволокой — зазоры между шаблонами и расстрелами. Эти фактические данные записывают в журнал армирования ствола. В первой строке журнала выписывают допустимые отклонения от проектных размеров по каждой позиции.

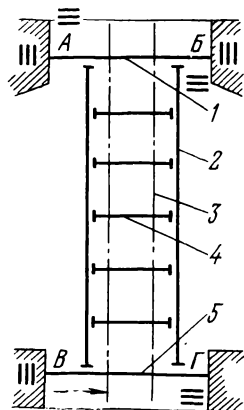
Ярусы нумеруют, подвешивая к центральному расстрелу металлические бирки с выбитыми номерами.

*Станки в сопряжениях.* Станки монтируют в сопряжениях стволов с горизонтами и приствольными камерами. Вертикальные размеры станков зависят от высот камер и сопряжений и могут достигать 13—14 м.

Каждый станок состоит из двух-трех отдельных панелей. В конструкцию панели (рис. 65) входят два главных расстрела, две стойки и несколько промежуточных (ложных) расстрелов. При монтаже и установке станков в стволе довольно часто допускают одни и те же ошибки, которые приводят к большой, нерациональной трате времени и средств, к недопустимым погрешностям в положении лежек, на исправление которых снова требуются значительные затраты средств и времени.

Специфика маркшейдерских работ при монтаже станков диктуется жесткостью их конструкций, не позволяющей сдвинуть нижний станковый расстрел вдоль оси, т. е. вдоль линии *ВГ*, не сдвигая одновременно верхний станковый расстрел. Жесткость конструкции заставляет строго выполнять два основных условия. П е р в о е у с л о в и е — линия центров (осей) лежек должна быть перпендикулярна к осям главных расстрелов (грубой ошибкой является замена этого условия другим — перпендикулярностью осей стоек к осям главных расстрелов); в т о р о е у с л о в и е — центры всех лежек должны быть на одной линии, а срезы лежек должны быть в одной плоскости. В станке много крепежных деталей на сварке, поэтому погрешности изготовления и сборки неминуемо отражаются на положении лежек.

Каждую панель станка проверяют и исправляют на поверхности. На ровной площадке, желательно горизонтальной, собирают панель станка. Сборку делают с полной затяжкой болтов. С помощью нивелировки по ребрам расстрелов и срезам лежек устанавливают главные расстрелы в одну горизонтальную плоскость. Срезы лежек обоих главных расстрелов должны быть точно в горизонтальной плоскости. После этого ликвидируют прогибы стоек станка. При длине стоек в 12—13 м подкладки располагают через 4 м. Прогиб исправляют до того момента, когда изменение толщины под-



**Рис. 65.** Схема установки панели станка: 1 — верхний станковый расстрел; 2 — стойка; 3 — ось лежек; 4 — промежуточный расстрел; 5 — нижний станковый расстрел

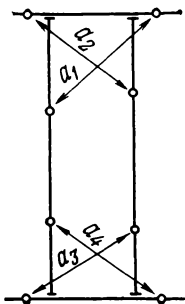


Рис. 66. Схема контрольных расстояний

кладки начнет влиять на вертикальное положение лежек главного расстрела.

Проверку первого условия, т. е. перпендикулярность линии центров лежек к осям главных расстрелов, производят с помощью теодолита, который центрируют над углом лежки главного расстрела, наводят сетку нитей на идентичный угол лежки второго главного расстрела, откладывают угол в  $90^\circ$  и по линейке с миллиметровыми делениями определяют смещение соседней лежки от линии визирования. Вычисляют размер прокладки между главным расстрелом и стойкой. Ставят прокладку, затягивают болты и снова делают проверку угла. Такую же проверку и исправления делают на каждом из углов. После исправления углов на

главных расстрелах и стойках делают керны и замеряют диагональные расстояния между ними  $a_1, a_2, a_3, a_4$  (рис. 66).

При проверке второго условия, заключающегося в том, чтобы центры лежек были расположены на одной линии, а срезы лежек находились в одной плоскости, между центрами лежек главных расстрелов натягивают проволоку диаметром 0,3—0,4 мм и замеряют отклонения углов лежек от проволоки на промежуточных расстрелах. Лежки, отклонения на которых превысили 3 мм по отношению к лежкам главных расстрелов, исправляют. Эту работу можно выполнять и с помощью теодолита. Нивелиром по линейке с миллиметровыми делениями определяют условные отметки  $h_1, h_2, \dots, h_n$  каждой лежки. За исходную берут отметку лежек главных расстрелов  $h_r$ . Вычисляют  $e_i = h_r - h_i$ . При  $e > 3$  мм лежки исправляют, одновременно исправляют и перекос лежек. Условие  $e \leq 3$  мм должно соблюдаться обязательно, так как расстояния между промежуточными расстрелами меньше стандартного шага армировки. Перед тем как разобрать панель и спустить ее элементы в ствол, маркируют краской каждый стык. Номера стыков ставят на обоих элементах с одной стороны панели. Маркируют и прокладки в стыках. Нумерация должна быть сквозной.

*Монтаж и установку станка при жесткой армировке* производят под контролем маркшейдера. По рабочему чертежу камеры загрузочных устройств или чертежу сопряжения ствола с горизонтом определяют высотную отметку верхнего станкового яруса и передают ее с точностью до сантиметра от осевых скоб, заложенных выше сопряжения.

После разделки лунок проверяют их положение отвесами, опущенными с вышележащего яруса, и делают необходимые исправления. Лунки разделяют глубже обычных на 5—10 см. Укладывают металлические подкладки и с помощью нивелира выравнивают их по высоте, а, главное, укладывают горизонтально подкладки одного расстрела. Подкладки не должны выступать за торец расстрела, иначе они будут мешать расклинке.

Для установки расстрелов станка максимально ограничивают рабочую длину отвесов. Ограничители колебаний закрепляют на последнем перед станком ярусе. Дополнительных отвесов не вешают.

Заводят расстрелы верхнего станкового яруса в лунки. Опускают армировочные отвесы, навешивают рабочие грузы, ставят защитные приспособления. Установку в проектное положение расстрелов станкового яруса выполняют точно так же, как расстрелов основного яруса. Отличие заключается в закреплении концов расстрелов в лунках. Наоборот металлических пластин различной толщины расклинивают торцы каждого расстрела так, чтобы обязательно была зажата нижняя полка балки и была полная гарантия, что расстрел не сдвинется вдоль своей оси при любых ударах и усилиях. Металлическими пластинами расклинивают концы расстрела с боков. Сверху расстрел раскрепляют деревом.

После установки верхнего станкового яруса снимают рабочие грузы и поднимают отвесы выше расстрелов. Опускают проходческий полук. Готовят лунки для нижнего станкового яруса. Навешивают подмости и лестницы. После проверки и исправления лунок начинают с учетом маркировки деталей сборку панелей станка. По контрольным кернам проверяют диагональные размеры. После сборки всех панелей опускают армировочные отвесы и готовят их к работе.

Последовательность работ по установке в проектное положение расстрелов нижнего станкового яруса следующая. Зажимают концы расстрела в лунке с боков. По положению шаблона и отвеса определяют, на какую величину нужно сдвинуть расстрел вдоль оси. При тщательном выполнении перечисленных выше работ эта величина не превышает 15 мм. Готовят пластины для расклинки концов расстрелов на верхнем и нижнем ярусах. Если требуется сдвинуть нижний станковый расстрел в направлении *ВГ* (см. рис. 65), то сначала металлическими прокладками зажимают верхний станковый расстрел в лунке *А* (подкладки показаны черточками) и ослабляют верхнюю расклинку в лунке *Б*. Со стороны лунки *В* двигают расстрел на несколько миллиметров и расклинивают торец расстрела в лунке *В*. Затем ставят необходимые подкладки в лунки *Г* и *Б*, при необходимости подвижку повторяют. Установку расстрелов в направлении, перпендикулярном к оси, делают так же, как и расстрелов основного яруса.

Разрешение на заливку лунок бетоном выдают после проверки положения расстрелов обоих ярусов.

*Монтаж и установка станка при эластичной армировке.* Проверка и исправление панелей станка также обязательны, как при жесткой армировке.

Выше проектного уровня верхнего станкового яруса, примерно на 1,5—1,8 м, закладывают осевые скобы. Выноску и закрепление осей делают несвободными отвесами (см. § 41).

Выше уровня станкового яруса, примерно на 0,8 м, устанавливают монтажные ярусы, который служит для закрепления лебедок и пластин с отверстиями для отвесов и систематического контроля и исправления станка. В процессе эксплуатации станок расшатывается и деформируется быстрее станков жесткой армировки. Ширина балок монтажного яруса должна быть меньше ширины балок главных расстрелов станка. Установку их производят от осевых проволок с помощью подвижных отвесов. Привязку осей балок к осям ствола берут с

рабочего чертежа станка. Работы по установке в проектное положение монтажного яруса аналогичны работам по установке контрольного яруса.

После бетонирования размечают на балках точки осей ствола, точки оснований перпендикуляров к отвесам, а в местах установки пластины с отвесами, дополнительные риски по осям балок. Отвесы располагают так, чтобы при установке станка не пользоваться шаблонами. Пластины для отвесов и лебедки закрепляют хомутами.

Процесс монтажа и установки станка в проектное положение такой же, как при жесткой армировке.

Установку в проектное положение **н а т я ж н о й р а м ы** делают от осей ствола, которые закрепляют на скобах выше проектного уровня рамы на 0,8—1,0 м. Переносят оси ствола на скобы несвободными отвесами до монтажа станка. На поверхности делают контрольную сборку рамы и размечают точки осей ствола. При установке рамы в стволе проверяют от осей ствола положение подвижных пластин для зажима канатов. Точность установки рамы по осям ствола  $\pm 5$  мм.

## § 32. ПОГРЕШНОСТИ АРМИРОВАНИЯ. ДОПУСКИ

Инструкцией предусмотрено, что отклонение фактических расстояний от проектных между ярусами расстрелов, несущими только металлические проводники, не должны превышать  $\pm 15$  мм.

Расстрелы обычно делают из двутавровых балок. Стыки рельсовых проводников заземляют специальными зажимами, которые заменили шпильки и сверловку отверстий в торцах проводников. Допуск в 15 мм предусматривает нормальное расположение стыков проводника. В процессе установки ярусов происходит накопление погрешностей. Особенно это заметно при использовании неразрезных дистанционных шаблонов. Допускать накопление погрешностей более 50—70 мм нельзя, иначе некуда будет поставить зажимы для стыков проводника. Вот почему маркшейдер регулярно замеряет фактические расстояния между ярусами, наносит их на схему и в случае накопления погрешностей производит корректировку этих расстояний, после чего снова переходит на нормальный шаг армировки.

Инструкцией по производству маркшейдерских работ разрешаются следующие предельные отклонения для металлических проводников, определяемые профильной съемкой:

по ширине колеи  $\pm 8$  мм;

пролетов проводника от вертикали между смежными ярусами расстрелов 10 мм;

одного проводника относительно другого в плоскости проекции, параллельной расстрелам, 10 мм.

Накопление погрешностей происходит на всех операциях в процессе установки ярусов. Анализ показывает, что наибольшее количество недопустимых отклонений приходится на нижние лежки.

Погрешности установки лежек приведены в табл. 9.

Из табл. 9 видно, что процент недопустимых отклонений нижних лежек особенно велик в направлении оси расстрела (боковые смеще-

Таблица 9

Показатели	Перпендикулярные смещения лежек		Боковые смещения лежек	
	верхних	нижних	верхних	нижних
Количество измерений	296	296	296	296
Средняя квадратическая погрешность, мм	3,5	4,8	3,5	4,9
Недопустимые отклонения, %	9,8	17,5	9,4	20,8

ния) и почти в два раза превышает количество погрешностей верхних лежек, а средняя квадратическая погрешность положения лежек совершенно не характеризует качество работ по армированию.

Погрешность установки лежки следует рассматривать как результат накопления погрешностей отдельных операций по линейному закону. Это значит, что абсолютная величина погрешности установки любой лежки  $|E|$  по отношению к лежке контрольного яруса равна сумме абсолютных величин погрешностей отдельных операций:

$$|E| = n(|e_1| + |e_2| + |e_3| + |e_4| + |e_5|),$$

где  $e_1$  — погрешность установки ограничителей колебаний отвеса;  $e_2$  — погрешность определения положения покоя отвеса при установке шаблона;  $e_3$  — погрешность установки шаблона (лежки) по отвесу;  $e_4$  — погрешность установки нижней лежки относительно верхней;  $e_5$  — погрешность разметки проектных точек на оси расстрела. Это только те погрешности, которые возникают непосредственно при установке расстрела в стволе. Погрешности изготовления лежек, шаблонов и другие погрешности, имеющие ярко выраженный систематический характер и легко поддающиеся контролю до установки расстрелов, на положение любой лежки влияние не оказывают.

Очевидно, что погрешность установки верхней лежки основного яруса по отношению к соседнему ярусу будет

$$|E_v| = |e_2| + |e_3|,$$

а для нижней лежки при тех же условиях

$$|E_n| = |e_2| + |e_3| + |e_4|.$$

Погрешность же положения точек на оси расстрелов будет

$$\frac{1}{n} |E_p| = |e_2| + |e_3| + |e_5|.$$

Невозможность точного совмещения штрихов рулетки с гранями металлоконструкций или с отвесом, отклонение линии визирования от нормали к полотну рулетки, искажение штрихов при капееже и другие причины заставляют на практике отказаться от непосредственных измерений небольших зазоров рулеткой и заменять эти измерения срав-

нительной визуальной оценкой по какому-нибудь видимому конкретному размеру или применять линейки с четкой фиксацией отсчетов (см. погрешности  $e_3, e_4$ ).

*Погрешность разметки проектных точек на оси расстрела ( $e_5$ )* связана с измерением длин рулеткой. Вероятность погрешности увеличивается, когда разметку проектных точек делают в стволе, а не на поверхности. По абсолютной величине эта погрешность может достигать  $\pm 3$  мм.

*Погрешность установки нижней лежки относительно верхней, т. е. «вертикальность» лежек ( $e_4$ )*, имеет случайный характер, и влияние ее распространяется только на одну лежку. Максимальная величина погрешности легко контролируется. Допуск на «вертикальность» лежек зависит от точности проката балок расстрелов. Например, ширина выреза лежки для рельсового проводника из рельса Р43 равна 116 мм, а номинальная ширина подошвы рельса 114 мм. Для рельсов Р43 допустимые отклонения по ширине подошвы равны  $+1$  мм и  $-2$  мм. Таким образом, с учетом плюсового допуска ширина подошвы рельса может быть 115 мм. Значит, допускать отклонение нижней лежки по отношению к верхней параллельно оси расстрела более 1 мм нельзя. Этот же допуск должен соблюдаться и для направления, перпендикулярного к оси расстрела. Практически нельзя добиться такой точности, установив ось расстрела в горизонтальное положение. Шланговые нивелиры и накладные уровни не дают оценки смещения нижней лежки по отношению к верхней. А такая оценка нужна.

Контроль и установку «вертикальности» лежек делают парными отвесами (рис. 67). Парные отвесы — это проволока диаметром 0,3—0,4 мм с грузиками. Применять хлопчатобумажные, шелковые, а тем более синтетические нити не рекомендуется. При намочении их видимый диаметр увеличивается, а синтетические нити не имеют четкого видимого контура. На лежку вешают два парных отвеса в каждом углу выреза. Одним отвесом пользоваться нежелательно, так как при касании отвесом ребра нижней лежки создается иллюзия вертикальности нити, хотя на самом деле возможен перекося до 3—4 мм, особенно при сильном капеже. Кроме того, передвигать отвес в другой угол лежки просто забывают.

Тонкая проволока парного отвеса позволяет делать визуальную оценку зазоров  $m, n$  между проволокой и ребром лежки. Величина зазоров должна быть не более двух диаметров проволоки. По фактическим величинам  $m$  и  $n$  легко подсчитать толщину подкладки под расстрел.

*Погрешность установки шаблона (лежки) по отвесу ( $e_3$ )*. Характер этой погрешности может быть и случайным, и систематическим. Случайный характер погрешности зависит в основном от исполнителей и может быть ограничен по абсолютной величине, систематический — можно узнать только по знаку, по абсолютной величине эта погрешность не поддается учету и контролю.

Шаблоны с выступами, показанные на рис. 68, а, б, больше всего отвечают требованиям армировки. Выступ шаблона делают по ширине равным диаметру проволоки армировочных отвесов. Проектный зазор

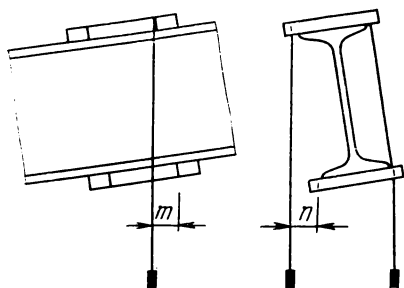


Рис. 67. Проверка перекоса расстрела парными отвесами

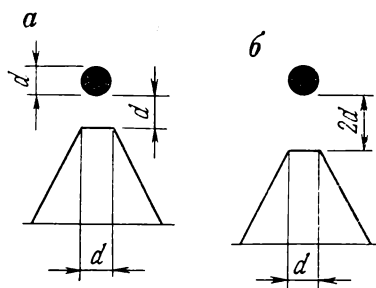


Рис. 68. Схема установки шаблона по отвесу

между отвесом и выступом шаблона задают равным одному или двум диаметрам проволоки. Оценку взаимного положения отвеса и шаблона делают визуально, сравнивая величину зазора с диаметром проволоки. Погрешность такой оценки не превышает диаметра проволоки, а при некотором навыке — половины диаметра.

Погрешность установки лежек без шаблонов несколько больше и доходит до 3 мм при визуальной оценке проектных размеров  $a$ . При этом способе проверка вертикальности лежек парными отвесами обязательна.

*Погрешность определения положения покая отвеса ( $e_2$ ).* Характер этой погрешности случайный. Величина ее растет от 2 до 5 мм с увеличением рабочей длины отвеса от 10 до 40 м при хорошей изоляции груза отвеса от воздушных потоков. С целью уменьшения влияния этой погрешности, положение покая отвеса определяют несколько раз перед окончательным закреплением расстрела. Если расстрел устанавливают по двум отвесам, то одновременно останавливают колебания обоих отвесов и оценивают их положение по отношению к шаблону. Это дает возможность судить о неточностях в положении покая отвесов.

*Погрешность установки ограничителей колебаний отвеса ( $e_1$ ).* Характер этой погрешности случайный, но для лежек, которые устанавливают ниже ограничителя, эта погрешность действует как систематическая. Влияние этой погрешности распространяется на участок армировки до следующего ограничителя. Величина погрешности при определении положения покая отвеса по шкаловым приборам и приспособлениям не превышает 3 мм. Контролем правильности установки ограничителей служат расстояния между отвесами. Расстояния между отвесами, измеренные на горизонте установки ограничителей, не должны отличаться от соответствующих расстояний контрольного яруса более чем на  $\pm 3$  мм. Если расстояния отличаются более чем на 3 мм, то необходимо исправить положение ограничителей. Для того чтобы знать, какой именно ограничитель исправлять, измеряют дополнительные расстояния между отвесами в тех комбинациях, которые были приняты на контрольном ярусе.

Во время набора отсчетов по шкалам нужно учитывать «раскачку» отвеса, т. е. не принимать во внимание отсчеты, резко отличающиеся от соседних.

*Другие погрешности яруса расстрелов.* Установка расстрелов по горизонтальным шаблонам может привести к развороту расстрела в плане из-за неточностей проката балок расстрелов. Особенно это заметно на коротких расстрелах. Разворот расстрела влечет за собой разворот лежки. Расстояния между осями расстрелов, устанавливаемых по шаблону, могут отличаться от проектных на 5 мм. Вот почему при двухстороннем расположении проводников обязательно проверяют горизонтальными шаблонами расстояния между лежками.

При двухстороннем расположении проводников погрешность установки лежек на одной линии не должна превышать  $\pm 5$  мм для дальней лежки. Проверка проста: между лежками натягивают тонкую проволоку, совмещают ее с углами лежек двух соседних расстрелов и измеряют отклонение угла лежки от проволоки на третьем расстреле. Довольно часто здесь допускают две ошибки. Первая: вместо допуска в 5 мм на крайнем расстреле берут 10 мм, забывая, что на соседних ярусах погрешности могут быть с другими знаками и тогда отклонения проводников в соседних ярусах достигнут  $\pm 20$  мм, что приведет к браку. Вторая ошибка: проволоку совмещают с углами крайних лежек, а отклонение измеряют на среднем расстреле и пользуются допуском в 5 мм, что тоже недопустимо; следует принимать допуск в 2—3 мм. Правильность установки расстрела проверяют с помощью шаблонов и отвесов.

### § 33. ПРОФИЛЬНАЯ СЪЕМКА АРМИРОВКИ

*Контрольная съемка армировки* имеет целью определить на каждом ярусе с необходимой точностью положение характерных точек проводников и отдельных точек расстрелов по отношению к одноименным точкам проводников и расстрелов контрольного яруса. Ее называют профильной потому, что по результатам съемки составляют профили проводников в двух вертикальных плоскостях, параллельных осям ствола.

За характерные точки проводников принимают точки, лежащие на оси проводников со стороны рабочей поверхности. На рис. 69, а  $B_1$  — осевая точка проводника на контрольном ярусе, а  $B_n$  — осевая точка проводника на ярусе с номером  $n$ . Положение проводника на  $n$ -м ярусе характеризуется размерами  $a_n$  и  $q_n$ .

Профилирование выполняют геометрическим способом, т. е. путем замеров от отвеса до элементов армировки, и автоматическим способом с использованием измерительной станции СИ. В обоих способах положение осевых точек проводников определяют не прямыми, а косвенными измерениями. Оптический способ, с использованием проектов направления типа ПН-1м или приспособленных для этой цели теодолитов, распространения не получил из-за низкой точности измерений.

В шахтном строительстве применяют геометрический способ профилирования. Станция СИ не применяется, так как за контрольной съем-

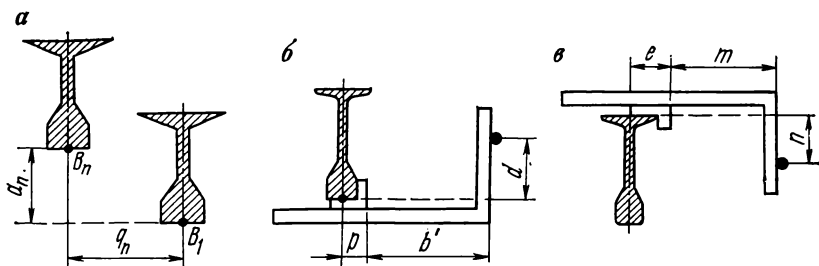


Рис. 69. Схема замеров при решении задачи профилирования

кой следует исправление профиля проводников на ярусах, где отклонения проводников от проектного положения превышают допустимые. Исправление профиля связано с демонтажем проводника, заменой лежек, навеской проводника и новой контрольной съемкой.

*Геометрический способ профилирования проводников возможен при выполнении следующих основных условий:*

1) плоскость, в которой производят измерения от отвеса до элементов проводника, должна быть перпендикулярна к лицевой плоскости проводника;

2) лицевые плоскости и плоскости подошв рельсовых или коробчатых проводников одного подъемного сосуда на всех ярусах армировки должны быть параллельны между собой;

3) погрешности измерений расстояний от отвеса до элементов проводника не должны исказить фактического положения осевых точек проводника;

4) все измерения в стволе и вычисления при составлении профиля проводников должны иметь надежный контроль.

Эти условия являются необходимыми и достаточными для качественного определения положения осевых точек проводника.

Невыполнение хотя бы одного из основных условий дает искаженную картину положения осевой точки проводника, что приводит к неправильным оценкам: работа, выполненная в пределах допуска, может быть забракована, а явный брак принят как хорошая работа. Выполнение всех условий, кроме второго, целиком зависит от исполнителя (маркшейдера). По этой же причине профилирование осевых точек проводника нельзя подменять профилированием лежек.

Искажение фактического положения проводников усугубляется как встречными разворотами лежек, так и погрешностями самих измерений. Допуски для металлических проводников очень жесткие ( $\pm 5$  мм), поэтому положение осевых точек определяют с погрешностью, не превышающей  $\pm 1$  мм. Чтобы добиться такой точности, все измерения делают с контролем, обеспечивающим заданную погрешность, и одновременно избегаются от перекосов лежек. Выборочная проверка линейных размеров элементов армировки может вскрыть только грубые ошибки, обнаружить же перекосы лежек этой проверкой невозможно. Контролировать следует размеры заводского кондуктора, с помощью которого устанавливают лежки на балке расстрела перед сваркой.

Такой контроль не входит в непосредственные функции маркшейдера, но в организации его следует принимать самое действенное участие.

О т в е с ы. Для контрольной съемки армировки применяют проволоку небольшого диаметра, 0,8—1,2-мм, высокой прочности. Величину груза подсчитывают с учетом четырехкратного запаса прочности. Для глубоких стволов тоже нежелательна проволока большого диаметра. Лучше поставить пару ограничителей колебаний отвеса, чем увеличивать диаметр проволоки. Количество отвесов принимают по числу проводников, только у парных проводников вешают один отвес.

Проволоку отвесов через блочки, подвешенные на нижнем ярусе расстрелов копра, опускают в ствол. Точки схода рабочей струны отвесов закрепляют на контрольном ярусе армировки ствола в 180—250 мм от оси проводника и в 80—100 мм от полок расстрелов. Расположить отвесы ближе 180 мм к оси проводников не позволяют габариты грузов. На положение отвесов у проводника влияют также канаты парашютных устройств подъемных сосудов.

Устанавливать точки схода отвесов на контрольной плоскости, в принципе, можно произвольно в указанных выше пределах. Однако опыт профилирования десятков стволов рекомендует устанавливать точки схода рабочей струны отвесов так, чтобы обеспечивался надежный контроль измерений. На рис. 70 показаны схемы расположения отвесов при двухстороннем (70, а, б) и одностороннем расположении проводников (70, в). На п е р в о й схеме все отвесы расположены с одной стороны проводников. Если размеры  $d_1, d_2, d_3$  здесь могут иметь разные значения, то размер  $b$  должен быть одним для всех отвесов. На в т о р о й схеме отвесы 2 и 3 расположены с одной стороны проводников, а отвес 1 — с противоположной стороны. Для отвесов 2, 3 размер  $b_1$  должен быть одинаков. Для отвеса 1 размер  $b_2$  может быть другим. Размеры  $d_1, d_2, d_3$  могут быть различными. На т р е т ь е й схеме необходимо для обоих отвесов установить одинаковым размер  $d$ . Размеры  $b_1$  и  $b_2$  могут быть различными. Такая установка точек сбега рабочей струны отвесов обеспечивает надежный контроль замеров на всех ярусах

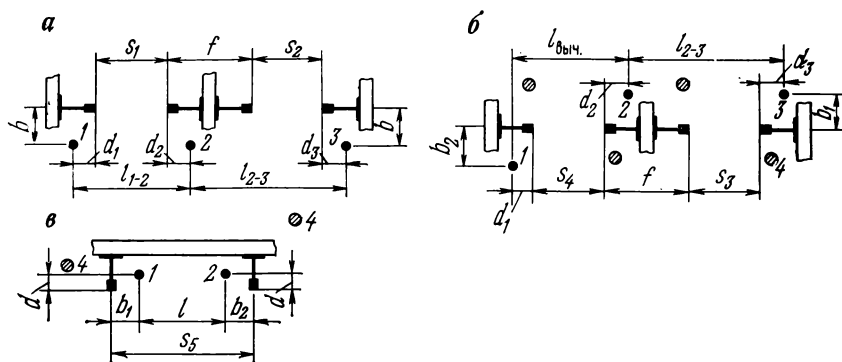


Рис. 70. Схемы расположения профилировочных отвесов:

а, б и в — соответственно первая, вторая и третья схема; 1, 2, 3 — отвесы; 4 — канаты парашютных устройств

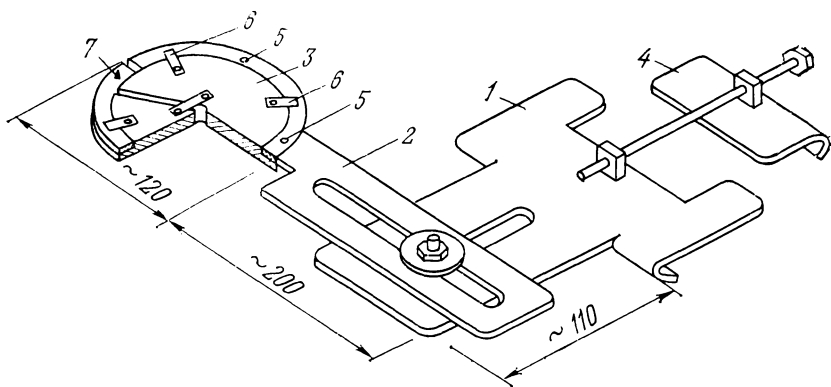


Рис. 71. Центрировочная пластина

армировки, ускоряет работу по обработке замеров и уменьшает вероятность ошибок.

Установку и закрепление точек схода рабочей струны отвесов производят с помощью мерного угольника (см. рис. 72), металлических пластин с отверстиями для отвесов и хомутов. Вначале устанавливают по заданным размерам  $b$ ,  $d$  отверстия в пластинах. После закрепления пластин пропускают в отверстия проволоки отвесов и проверяют размеры  $b$ ,  $d$  по отвесам. При необходимости исправляют положение отверстий. После окончательной установки точек схода рабочей струны отвесов снимают размеры  $d$ ,  $b$ ,  $m$ ,  $n$  (см. рис. 69, б, в), замеряют расстояние между отвесами  $l$  и между проводниками  $s$  (см: рис. 70).

**К о н т р о л ь.** Для первой схемы замеры должны удовлетворять следующим условиям:

$$s_1 = l_{1-2} - d_1 - d_2 \pm 2 \text{ мм}; \quad s_2 = l_{2-3} + d_2 - d_3 - f \pm 2 \text{ мм}.$$

Для второй схемы условия контроля следующие:

$$s_4 = l_{\text{выч}} - d_1 - d_2 \pm 2 \text{ мм}; \quad s_3 = l_{2-3} + d_2 - d_3 - f \pm 2 \text{ мм};$$

$$l_{\text{выч}} = \sqrt{l_{1-2}^2 - (b_1 + b_2 + 2p)^2}.$$

Для третьей схемы очевидно, что

$$s_5 = l + b_1 + b_2 + 2p \pm 2 \text{ мм}.$$

Размеры  $p$  и  $f$  — величины постоянные:  $f$  равен двум высотам проводника плюс ширина лежки,  $p$  равен половине ширины головки рельса плюс толщина опорной пластины мерного угольника.

**Ц е н т р и р о в о ч н а я п л а с т и н а.** Положение покоя отвесов определяют, наблюдая колебания нити по шкалам. Удобна для этой цели предложенная автором конструкция, показанная на рис. 71. Неподвижную пластину 1 (сталь 2 мм) с помощью упора 4 закрепляют, в зависимости от условий работы, на нижней или верхней полке расстрела. Освобождают зажимы 6 и убирают тарелочку 3 (сталь 3 мм).

Заводят отвес в кольцо подвижной пластины 2 и устанавливают штыри шкалы в отверстия 5. Оси штырей соответствуют нулевым отсчетам на шкалах. Наблюдают колебания отвеса от створа «игла 7 — ось штыря шкалы». Легкими ударами исправляют положение кольца подвижной пластины 2. Когда положение покоя отвеса совпадает с обоими створами «игла—штырь», подвижную пластину закрепляют. После проверки положения покоя отвес через прорезь заводят в центр тарелочки 3 и закрепляют. Тарелочку снизу вставляют в кольцо и фиксируют зажимами 6. Для нормальной работы необходимо иметь несколько центрировочных пластин. Это приспособление с успехом применяют и при армировании стволов.

**М е р н ы й у г о л ь н и к.** Для того чтобы производить замеры от отвеса до осевой точки проводника в плоскостях, параллельных осям ствола, и при этом соблюдать основные условия профилирования, необходимо приспособление, в котором бы жестко фиксировалась взаимная перпендикулярность осевой плоскости проводника и плоскости измерений. Такое приспособление, разработанное автором, представляет собой мерный угольник, состоящий из двух жестко соединенных линеек и обоймы (рис. 72). Желательно изготавливать мерный угольник из легкого металла.

Линейки угольника делают строганные, монолитные, в форме уголка. Угол между линейками  $90^\circ$ . Нулевое деление короткой линейки наносят с таким расчетом, чтобы оно лежало в плоскости внутренней грани большой опорной пластины обоймы. Нулевое деление длинной линейки должно совпадать с ребром короткой линейки. Деления на линейках наносят через 2 мм. На короткой линейке шкалу наносят с двух сторон, на длинной линейке — с четырех. Это позволяет пользоваться приспособлением при любом расположении отвеса у проводника.

Обойма мерного угольника состоит из большой и малой опорных пластин и крышки. Опорные пластины обоймы взаимно перпендикулярны и представляют одну деталь. Они специально увеличены в высоту, что позволяет надежно фиксировать линейки угольника параллельно осям проводника. Каждая деталь обоймы строганая, монолитная. Длин-

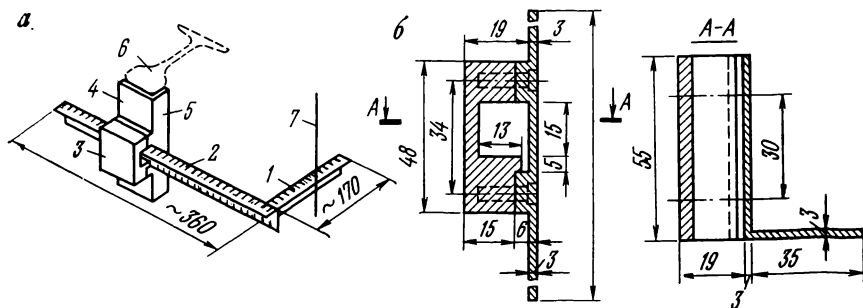


Рис. 72. Мерный угольник:

а — общий вид, б — обойма; 1 — короткая линейка; 2 — длинная линейка; 3 — обойма; 4 — большая опорная пластина; 5 — малая опорная пластина; 6 — проводник; 7 — отвес

Таблица 10

№ яруса	№ проводника	$m$ , мм	$\frac{58}{m+e}$ мм	$b'$ , мм	$\frac{36}{b'+p}$ мм	$n$ , мм	$d$ , мм	$\frac{n+d}{140}$ мм
			210		210			
92	4	152	210	173	209	83	56	139

ная линейка должна двигаться в пазах обоймы с незначительным зазором 0,3 мм.

Замеры от отвеса до проводника на ярусе армировки производят над зажимными скобами, т. е. выше расстрела. Пластины обоймы мерного угольника плотно прижимают к подошве рельса. Затем двигают длинную линейку до момента касания отвеса короткой линейкой. По длинной линейке берут отсчет  $m$  против грани обоймы, по короткой линейке — отсчет  $n$  против отвеса (см. рис. 69, в). Переставляют мерный угольник на головку рельса, плотно прижимают опорные пластины к рельсу, двигают линейки до тех пор, пока короткая линейка не коснется отвеса, после чего снимают отсчеты  $d$  и  $b'$  (см. рис. 69, б).

Результаты измерений должны удовлетворять следующим равенствам:

$$m + e = b' + p \pm 1 \text{ мм}; \quad n + d = h_{\text{ч}} \pm 1 \text{ мм}.$$

Здесь  $e$  — размер, равный половине ширины подошвы рельса плюс толщина опорной пластины угольника;  $p$  — размер, равный половине ширины головки рельса плюс толщина опорной пластины угольника;  $h_r$  — высота проводника.

Пример записи замеров для проводника из рельса Р43 приведен в табл. 10.

Пользоваться одними линейками, без обоймы, недопустимо, так как сразу же нарушаются основные условия профилирования и погрешности определения положения осевых точек проводника выходят за пределы разумного, т. е. превышают  $\pm 5$  мм.

**М е р н ы й ж е з л.** Расстояния между осевыми точками проводников  $s$  измеряют жезлами. Недопустимо измерение расстояний между проводниками рулеткой из-за большой погрешности измерений. Жезлы изготовляют либо из алюминиевых трубок разных диаметров, либо из нивелирных реек. Внутренняя трубка жезла должна двигаться во внешней с зазором около 1 мм. На внутренней трубке насечками делают шкалу длиной примерно 100 мм. Насечки располагают через 2 мм. Оцифровка шкалы растет в сторону внешней трубки. На торцах труб в зависимости от условий работы делают П-образные или Г-образные упоры.

Жезлы из нивелирной рейки требуют изготовления простейшей металлической обоймы, в которой передвигается рейка с оцифровкой. Деления на неподвижной рейке закрашивают, а на подвижной разбирают шкалу длиной примерно 100 мм, для чего имеющиеся сантиметровые шашки делят пополам. Остальные деления закрашивают.

Плоскости упоров и срез неподвижной рейки должны быть перпендикулярны к оси жезла. Проверку выполняют на листе миллиметровой бумаги.

Перед работой определяют базу жезла: устанавливают нуль шкалы подвижной рейки (трубки) против среза неподвижной и тщательно измеряют расстояние между упорами. База жезла должна быть меньше расстояния между проводниками.

В стволе жезл раздвигают так, чтобы упоры плотно прилегали к головкам рельсовых или коробчатых проводников, затем, двигая один из упоров вверх и вниз, берут наименьший отсчет по шкале с точностью до 1 мм.

Расстояние между осевыми точками двухсторонних проводников вычисляют, суммируя отсчет по шкале и размер базы жезла. Для односторонних проводников учитывают еще и ширину проводника.

**Л и н е й к и.** Для различного рода замеров необходимо иметь линейки с миллиметровыми делениями на белой шкале. Начало шкалы должно совпадать с торцом линейки.

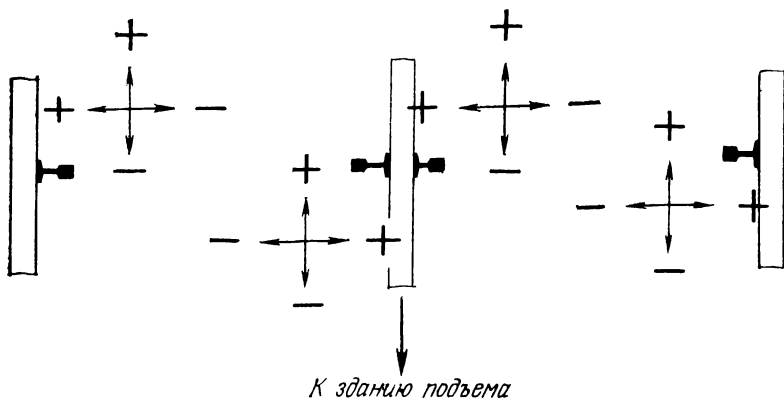
**Организация работ.** Подготовка профильной съемки — процесс трудоемкий. Перечень материалов, приспособлений, инструмента составляют заранее и уточняют в процессе работ. Закрепление лебедок, навеску блочков, нумерацию ярусов армировки, складирование грузов, материалов и приспособлений, а также опробование хомутов и зажимов непосредственно на местах их установки при хорошей организации работ заканчивают за сутки до начала профильной съемки. Обязанности и заменяемость членов бригады определяют до начала работ в стволе. Минимальный состав бригады — четыре человека, максимальный — шесть.

На контрольной плоскости пластины с отверстиями для отвесов устанавливают по одной из схем (рис. 70).

Спуск отвесов в ствол производят грузом, равным примерно 10 кг. Каждый отвес сопровождают на подъемном сосуде. На ярусе, где будут установлены центрировочные пластины, отвес проволокой подтягивают к расстрелу и приступают к спуску следующего отвеса.

Точки покоя отвесов определяют с помощью центрировочных пластин на нижнем ярусе станка последнего сопряжения ствола. Для клетового ствола — это станок в сопряжении с нижним горизонтом, для грузового ствола — это станок у камеры загрузки скипов. Грузы отвесов вешают с зумпфового полка. Масса грузов может быть увеличена, но должна гарантировать трехкратный запас прочности проволоки. Работы по определению точек покоя отвесов выполняют с подъемного сосуда. После того как точки покоя отвесов определены и зафиксированы, оставляют грузы, обеспечивающие пятикратный запас прочности проволочек.

Измеряют расстояние между отвесами  $l_n$  у центрировочных пластин и сравнивают его с расстоянием между отвесами на контрольном ярусе. Как правило, эти расстояния отличаются друг от друга. Требования точности к профильной съемке не позволяют работать с разными расстояниями между одними и теми же отвесами. Чтобы сделать их одинаковыми, мерным угольником определяют размеры  $b$ ,  $d$  на каждом



**Рис. 73.** Схема знаков отклонений проводников

проводнике. Если расстояние между отвесами при двухсторонних проводниках нужно увеличить, то к каждому отсчету  $d$  прибавляют половину расхождения, если уменьшить, то вычитают. Устанавливают точки покоя отвесов по мерному угольнику в новое положение. При односторонних проводниках исправляют размер  $b$ . После окончательного закрепления отвесов измеряют величины  $b$ ,  $d$ ,  $m$ ,  $n$  и расстояние  $s$  между проводниками. Проверяют по контрольным формулам правильность замеров и приступают к работе на остальных ярусах армировки. Контрольные вычисления в стволе на всех остальных ярусах делают только для величин  $b$ ,  $d$ .

Координаты отвесов не определяют по следующим причинам. Во-первых, восстановить положение отвесов по координатам можно только с погрешностями, превышающими точность профильной съемки, что приведет к результатам, дающим искаженную картину фактического положения осевых точек проводников. Во-вторых, сравнивать между собой можно только профильные съемки, выполненные с соблюдением основных условий. Точность графиков таких съемок зависит лишь от погрешностей измерений в стволе. Профильные съемки, в которых нарушены основные условия, нельзя сравнивать друг с другом, даже если они выполнены от одного отвеса.

*Профили проводников* вычерчивают в виде таблиц на листах чертежной бумаги. Перед их составлением проверяют во вторую руку правильность контрольных вычислений, сделанных в стволе. Выше таблиц помещают схему сечения ствола, схему расположения отвесов, схему замеров мерным угольником, а также схему знаков отклонений проводников и расстрелов. Под схемой расположения отвесов и схемой замеров выписывают контрольные формулы. На схемах рядом с буквенными обозначениями выписывают числовые значения постоянных величин  $e$ ,  $p$ ,  $f$ ,  $h$ , расстояний между отвесами  $l$ , проектное значение  $s$ .

Знаки отклонений проводников (рис. 73) принято ставить, руководствуясь следующими соображениями. На контрольном ярусе откло-

Таблица 11

№ яруса	Расстрел 1		Проводник 1		1690		Проводник 2		Расстрел 2		Проводник 3		1690		Проводник 4		Расстрел 3	
	$k_n - k_1, \text{мм}$		$b_n - b_1, \text{мм}$		измеренная	вычисленная	$d_n - d_1, \text{мм}$		$k_n - k_1, \text{мм}$		$d_n - d_1, \text{мм}$		измеренная	вычисленная	$d_n - d_1, \text{мм}$		$k_n - k_1, \text{мм}$	
1	+	0	+	0	1690	1690	-	0	-	0	0	0	1690	1690	-	0	-	0
2	3		2		1688	1690	2		3		2		1691	1692	0		0	
3	4		3		1691	1693	0		2		0		1691	1693	3		4	
4		0	2		1691	1693	2		0		2		1689	1689	3		4	

нения равны нулю. На всех других ярусах армировки отклонение проводника со знаком плюс в плоскости оси проводников означает увеличение размера колеи, т. е. расстояния между проводниками. В плоскости, параллельной оси подъема, знак плюс означает, что отклонение проводника увеличивает расстояние до подъема. Эти же знаки характеризуют и положение расстрелов.

Таблица 12

№ яруса	Проводник 1		Проводник 2		Проводник 3		Проводник 4	
	$b_n - b_1, \text{мм}$		$b_n - b_1, \text{мм}$		$b_n - b_1, \text{мм}$		$b_n - b_1, \text{мм}$	
1	-	0	-	0	-	0	-	0
2	2		2		2		3	
3	2		2		2		2	
4	3		2		2		2	

Ниже приведены профили проводников параллельно оси проводников (табл. 11) и профили проводников параллельно оси подъема (табл. 12).

На профиль выписывают разницы:  $d_n - d_1$ ,  $k_n - k_1$ ,  $b_n - b_1$ , (см. табл. 11 и 12). Линии профи

лией безмасштабные. Они показывают только символически, в какую сторону отклоняются проводники. Для проводника 3 отклонения по оси проводников выписывают по абсолютным значениям, равным отклонениям проводника 2, но с обратными знаками, так как  $f$  величина постоянная. Расстояния между проводниками выписывают измеренные и вычисленные по контрольным формулам. Этот контроль характеризует качество всей контрольной съемки. Если разница между вычисленным и измеренным значением  $s$  превышает  $\pm 2$  мм, значит допущена ошибка в замерах или имеет место разворот лежек. Причину необходимо немедленно выяснить повторным замером. При двухстороннем расположении проводников от тонкой проволоки, натянутой обвязкой, измеряют расстояния до осевых точек проводников. Если размеры отличаются друг от друга на 2 мм и более, то срезы лежек не параллельны друг другу.

## МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ НАКЛОННЫХ СТВОЛОВ

---

### § 34. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОСЕЙ

Наклонные стволы шахт условно можно разделить на стволы с постоянным углом наклона, т. е. стволы, проходимые без проводника, и на стволы с переменным углом наклона, т. е. стволы, проходимые по проводнику (по пласту).

Наклонные стволы типа бремсбергов, проводимые по пласту, сооружают как на новых, так и на действующих шахтах. Служат они в основном для доставки материалов и механизмов в очистные забои. В большинстве своем такие стволы проходят по падению пласта. Срок службы их небольшой. Маркшейдерские работы при проходке наклонных стволов по проводнику проще, чем при проходке стволы без проводника. В них отсутствует самая трудоемкая операция — задание направления в вертикальной плоскости.

Стволы с постоянным углом наклона в последнее десятилетие получили широкое распространение в шахтном строительстве благодаря созданию мощных ленточных конвейеров. Современные конвейерные стволы имеют небольшой, до  $18^\circ$ , угол наклона. Кроме конвейеров, они оборудованы рельсовыми путями, предназначенными для монтажных и ремонтных работ.

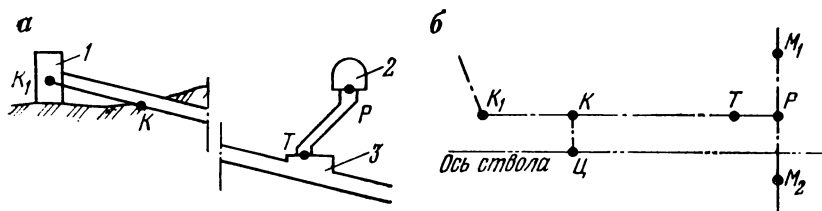
Стволы с большими углами наклона, оборудованные скинами, утратили свое значение.

При сооружении наклонных стволы применяют крепь двух типов: металлическую арочную и монолитную бетонную. Бетонная крепь может быть как с коробовым, так и с круговым сводом. Металлическая рамная арочная крепь типовая, с железобетонной затяжкой.

Поверхностный комплекс наклонного ствола включает надшахтное здание, здание перегрузки и здание подъема. Нулевая площадка оборудуется рельсовыми путями со стрелочными переводами, стопорами, толкателями и другими механизмами для обмена вагонов.

При проходке стволы поверхность оборудуется наклонной эстакадой для перегрузки породы на автотранспорт, копром и подъемной установкой.

В наклонных стволах, так же как и в горизонтальных выработках, различают только одну ось, причем само понятие «ось ствола» не однозначно. За ось наклонного ствола принимают след вертикальной плоскости, являющейся плоскостью симметрии выработки. Плоскость эту называют осевой. В пространстве осевая плоскость строго ориентирована. В проекциях, перпендикулярных к осевой плоскости, ось ствола показывают прямой линией. На вертикальной проекции, построенной в осевой плоскости, показать ось ствола одной линией невозможно.



**Рис. 74.** Схема проектного полигона наклонного ствола:  
*а* — вертикальный разрез ствола; *б* — схема полигона; 1 — здание перегрузки; 2 — камера разгрузки; 3 — камера перегрузки и натяжной станции конвейера

Про точки, расположенные в осевой плоскости, говорят, что они находятся на оси ствола. Ось конвейера и ось рельсовых путей рассматривают и обозначают так же, как и ось ствола.

За начало ствола принимают линию пересечения почвы ствола с плоскостью нулевой площадки. Точку пересечения линии начала ствола с осевой плоскостью называют условным центром ствола.

В проектах положение наклонного ствола задают углом наклона к горизонту почвы, дирекционным углом оси, длиной ствола и координатами  $x$ ,  $y$ ,  $z$  условного центра.

*Подготовка исходных данных.* Перед разбивкой и закреплением в натуре оси и условного центра ствола составляют и уравнивают проектный полигон. В проектный полигон включают условный центр ствола  $Ц$ , точку пересечения оси конвейера с линией начала ствола  $K$ , точку пересечения осей конвейеров в здании перегрузки  $K_1$ , точку  $T$ , лежащую на оси тетки или на оси питателя в камере перегрузки, центр разгрузочной ямы  $P$ , точки  $M_1$ ,  $M_2$  на технологической оси камеры разгрузки (рис. 74). Вычисление и уравнивание проектного полигона наклонного ствола делают либо между точками  $K_1$  и  $P$ , либо совместно с проектным полигоном горизонта (см. § 38). При уравнивании должно быть сохранено положение точки  $K_1$ . Если поправки в длину  $K_1 - T$  увеличивают угол наклона ствола, то вопрос исправления рабочих чертежей должен быть решен с проектной организацией.

Работы по подготовке планового обоснования промплощадки выполняют так же, как и для промплощадки вертикальных стволов, учитывая при этом, что весь технологический комплекс поверхности привязан к оси железнодорожной станции, а не к оси ствола. Поэтому положение осевых реперов выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить с них строительство временной и постоянной подъемных установок.

Работы по выносу в натуре оси и условного центра ствола организуют и выполняют так, как изложено в § 4.

### § 35. СООРУЖЕНИЕ УСТЬЯ СТВОЛА

Сооружение устья ствола в наносах производят открытым способом. Перед разбивкой в натуре границ котлована изучают проект производства работ и вносят в него необходимые поправки, которые в ос-

новном касаются зоны геодезических знаков, необходимых для разбивочных и контрольных маркшейдерских работ. Зона геодезических знаков должна быть шириной 3,5—4,5 м. В ней располагаются условный центр ствола, первый осевой репер, визирки уклона дна котлована. Зона геодезических знаков должна быть огорожена, движение транспорта по ней исключено. Наличие такой зоны диктуется необходимостью сохранить геодезическое обеспечение на все время сооружения устья, так как в процессе производства земляных и бетонных работ приходится много раз выносить и закреплять ось ствола и работать с высотными отметками.

На разбивочную схему наносят контур котлована, намечают места установки визирок для контроля дна котлована. Все привязки делают от оси ствола и от условного центра. Никакими другими вспомогательными осями не пользуются. Выписывают величину недобора грунта до проектной отметки дна котлована. Выписывают на схему значение тангенса угла наклона ствола для подсчета в полевых условиях превышений при установке визирок и других контрольных измерениях.

Разбивку котлована начинают с закрепления оси ствола. Точки оси обозначают кольями и вешками через 10—20 м. Границы котлована определяют рулеточными промерами от оси ствола и закрепляют кольями. Уклон первых 10—15 м котлована задают с помощью рабочих отметок. Ставят через 2—3 м от условного центра колья на оси ствола. Нивелируют колья, вычисляя рабочие отметки от верха кольев до дна котлована с учетом угла наклона и величины недобора грунта. Контроль осуществляют так же, как при вертикальной планировке. После того как будут взяты первые 10—15 м котлована, устанавливают постоянные визирки. Первую визирку ставят на линии начала ствола так, чтобы она не мешала работать с теодолитом; в 3—4 м от нее ставят вторую визирку. Визирки делают прочными, по типу обноски, на двух столбах. Ходовую визирку задают высотой 0,4—0,6 м с учетом недобора грунта.

По мере выемки грунта из котлована переносят ось ствола в котлован и закрепляют ее через равные промежутки кольями и штырями.

После окончания земляных работ производят зачистку дна котлована по кольям-маякам. Маяки выставляют теодолитом по углу наклона ствола через 5 м. С помощью нивелирной рейки устанавливают верх всех кольев на один уровень.

В процессе бетонирования устья колья-маяки выставляют по мере необходимости. В кровле устья со стороны рельсового пути закладывают три постоянных репера. Один из реперов закладывают примерно на линии начала ствола. После завершения бетонных работ прокладывают по реперам устья полигонометрический ход. На все репера геометрическим нивелированием передают высотные отметки. Вычисляют проектные скобки и готовят рабочие планы (см. § 49).

## § 36. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ НА ПРОХОДКУ СТВОЛА

*Направление в горизонтальной плоскости* задают параллельно оси так, как это принято при проходке горизонтальных выработок (см. § 42, 43).

Для того, чтобы быстро установить теодолит под точкой в наклонном стволе, используют два простых приема. Ставят вначале площадку штатива под отвесом или рядом с ним, для этого одну ножку (короткую) ставят в сторону подъема выработки, становятся снизу; одновременно двигая две другие ножки, устанавливают площадку штатива в горизонтальное положение и на такую высоту, которая нужна для работы. Опускают отвес до уровня площадки штатива. Замечают направление «отвес — центр штатива». Отмечают расстояние между отвесом и центром отверстия штатива на обложке рабочей книжки. Переставляют поочередно ножки штатива на это расстояние по направлению «отвес — центр штатива». Приводят в горизонтальное положение площадку. Штатив будет установлен, отвес будет примерно в центре отверстия штатива. Лучшие результаты получаются тогда, когда ножки штатива двигают в сторону подъема выработки.

Ставят на штатив теодолит. Приводят уровни горизонтального круга на середину. Устанавливают в горизонтальное положение трубу. Освобождают становой винт. Становятся так, чтобы глаз был в створе линии «отвес — центр инструмента». Не меняя положения головы, двумя руками плавно двигают теодолит до совмещения центра инструмента с острием отвеса. Движение центра инструмента должно происходить точно в створе линии «отвес — глаз наблюдателя». Проверяют положение уровней и при необходимости повторяют прием. При небольшой практике установку и центрирование теодолита под точкой делают в течение 2—3 мин.

*Направление в вертикальной плоскости* задают методом боковых реперов.

В практике применяют два способа задания направления при помощи боковых реперов — основной (от точки полигонометрического хода, имеющей высотную отметку) и рабочий (от существующих высотных боковых реперов).

При основном способе на точку полигонометрического хода передают высотную отметку геометрическим или тригонометрическим нивелированием  $H_{м.т.}$ . Вычисляют проектную отметку почвы или головки рельсов под теодолитной точкой  $H_n$ . Вычисляют превышение  $p$  уровня реперов над проектной почвой. Вычисляют превышение  $m$  уровня реперов под точкой. При вычислении  $p$  учитывают угол наклона выработки  $\alpha$  и рабочую величину высотных реперов  $k$  (рис. 75).

По формуле заранее определяют домеры  $\Delta h$  от горизонта визирования до уровня реперов по нормали к почве:

$$\Delta h = \frac{l^2}{2L} \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $l$  — расстояния от теодолита до стенок выработки;  $L$  — расстояния от теодолита до пикетов на стенках выработки.

Таблицу домеров  $\Delta h$  составляют для конкретной выработки. Обычно  $l$  принимают 0,5—1,4 м с шагом через 0,1 м. Остальная зона выработки практически не используется при задании реперов. Размер  $L$  принимают от 6 до 50 м с шагом через 2 м.

При работе в шахте грубо центрируют теодолит под маркшейдерской точкой, измеряют превышение между осью вращения трубы и



Таблица 13

№ пи- кета	Z, м	d, мм	$\Delta h$ , мм	$l_i; i; м$	№ пи- кета	Z, м	d, мм	$\Delta h$ , мм	$l_i; i; м$
Правая стенка					Левая стенка				
25	11,4	-220	+22	$l_i = 1,20$	25	11,8	-220	+167	$l_i = 3,30$
26	21,4	-220	+12	$i = 1,86$	26	21,6	-220	+90	$i = 1,86$

ковых репера на этом борту выработки. Разбивают пикетаж, измеряют  $l$  и  $L$ , отмечают горизонт визирования  $B$ , определяют  $\Delta h$ , заполняют рабочую книжку, т. е. выполняют операции, описанные в основном способе.

На двух известных высотных реперах того борта выработки, около которого стоит теодолит, определяют постоянную поправку, для чего от горизонта визирования  $B$  по нормали к оси выработки со своими знаками откладывают домеры  $\Delta h$  и отмечают риской  $C$ . Расстояния по нормали к оси выработки между риской  $C$  и реперами дают постоянную поправку  $d$  (рис. 77). Поправка  $d$  должна быть одинаковой на обоих реперах, расхождения не должны быть более 5 мм.

Выписывают постоянную поправку в рабочую книжку и размечают новые высотные репера на стенках выработки. Здесь  $d$  и  $\Delta h$  откладывают по нормали к оси выработки.

Основной способ применяют через 80—100 м подвигания забоя, чтобы устранить накопление ошибок рабочего способа.

### § 37. ИЗУЧЕНИЕ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ПРОЕКТА

Изучение рабочих чертежей горизонта — работа емкая и кропотливая, в которой накопление знаний о проектных решениях совмещается с планированием и решением чисто маркшейдерских вопросов и задач. Поэтому работу с чертежами ведут в определенной последовательности, соблюдая принцип перехода от общего к частному.

Начинают знакомство и изучение с больших чертежей, в которых заключена информация общего характера. Затем переходят к более детальным чертежам и, наконец, к чертежам отдельных выработок.

Для нормальной работы с проектной документацией горизонта необходимо иметь в маркшейдерском отделе два экземпляра схемы главных откаточных выработок и два экземпляра плана околоствольного двора. Один экземпляр этих чертежей используют для повседневной работы, другой — для планирования маркшейдерских работ (проектного полигона, схемы пикетажа высотных отметок, предрасчета погрешности при встречных забоях и т.п.). Чертежи камер достаточно иметь в одном экземпляре. Чертежи остальных выработок нужны временно для короткого периода работы с ними. Постоянно нужны в маркшейдерском отделе чертежи поперечных сечений всех горных выработок.

В процессе строительства горизонта часть чертежей аннулируется и заменяется новыми. Каждая замена чертежей отражается на работе маркшейдера. Изменение сечений, объемов, местоположения выработок должно сопровождаться своевременным исправлением рабочего плана, пересчетом проектного полигона, изменением проектного и исполнительного профиля и т. д. Иногда проектировщики выдают новые чертежи под старыми номерами с добавлением одной буквы «И» (исправлен). Такие чертежи часто попадают в руки маркшейдеров с опозданием.

Поэтому изучение рабочих чертежей не просто кратковременный процесс, а систематическая работа, которую следует планировать, отводя на нее 2—3 дня в каждом месяце.

Независимо от того, ведет ли маркшейдер все работы на горизонте или только часть их, знать все о горизонте он обязан. В шахтном строительстве взаимозаменяемость специалистов просто неизбежна.

*Изучение схемы главных откаточных выработок* строят примерно в таком порядке.

Знакомятся с границами проектных работ, выделяя объемы первой очереди строительства и чертежи отдельных комплексов, необходимых для детального изучения.

Тщательно изучают примечания к проекту, учитывая, что они не только поясняют отдельные решения, но и содержат сведения справочного характера, без которых невозможна работа с данным листом проекта.

Знакомятся со списком рабочих чертежей отдельных комплексов, обращая особое внимание на наличие рабочих чертежей со штампом «В производство», как первоочередных для производства горнопроходческих работ.

Изучают опасные зоны. Определяют местоположение и характеристики различных существующих скважин, геологических нарушений, пластов, водотоков, затопленных старых выработок и др. На проекте не всегда есть исчерпывающие сведения об опасных зонах. Недостающие данные нужно найти у «Заказчика» или в других организациях.

Изучают границы охранных целиков под здания и сооружения, под выработки верхнего горизонта, под водотоки. Одновременно знакомятся с границами соседних шахт. Границы целиков на проектах даются без координат, поэтому работа заключается в точном определении точек поворота целиков на горизонте. Координаты границ целиков запрашивают через «Заказчика» сразу же по получении проекта.

Детально знакомятся с проектными выработками для вентиляции и для спуска воды (скважинами, гезенками и т. д.). Подробно изучают возможность их привязки на горизонте, выход этих выработок на поверхность или другой горизонт, возможность использовать пункты опорной сети для определения положения устьев выработок. Намечают геодезические работы: вставки, ходы полигонометрии и т. д. Подбирают необходимые материалы для того, чтобы сделать ориентировочные геологические прогнозы по осям проектируемых выработок.

Намечают буровые работы: скважины для разведки пластов при крутом падении, для разведки затопленных выработок и др. Наметки согласовывают с руководством и включают в проект организации работ и в договоры с субподрядными организациями.

Изучают объемы горнопроходческих работ с однотипной крепью. Намечают места закладки постоянных реперов. Планируют проведение гироскопического ориентирования и применения приборов ЛУН-7 и УНС-2.

Намечают вершины проектного полигона, начиная от границы околоствольного двора. Вершины намечают красной тушью. Нумерацию наносят после того, как будет разбит проектный полигон в околоствольном дворе.

Работу со схемой главных откаточных выработок горизонта ведут с обязательной записью вопросов и намечаемых мер в отдельной книжке, которую хранят вместе со схемой и журналом вычисления координат точек проектного полигона. Цель этих записей: своевременное решение неясных вопросов, планирование маркшейдерских работ и контроль их выполнения. Образец такой записи приведен в табл. 14.

Таблица 14

Неясности и возникшие вопросы	Что необходимо сделать, срок	Отметка об исполнении
Чертеж № P2136-126-12 Разведочные скважины № 59 и 615 не имеют характеристик опасная зона	Запросить в ГРП: диаметр, разрез, каротаж, водообильность, газоносность, тампонаж к 1.4.85	Документы получены 10.8.85
Неясен выход гезенка 2 на верхний горизонт	Взять координаты ближних точек и съемку выработок к 20.3.85	Координаты получены 10.4.85
Техническая скважина 4 диаметром 1000 мм с поверхности и т. д.	Определить место бурения, мощность вставки пункта, подъезды, к 1.7.85	

*Изучение плана околоствольного двора.* Чертеж двора изучают совместно с проектным профилем откаточных путей. Работу также ведут с записью вопросов и намечаемых мер.

Подробно знакомятся с примечаниями и условными знаками, которыми насыщен околоствольный двор.

Знакомятся со списком рабочих чертежей отдельных комплексов, камер и сопряжений и, выделяя из общего списка первоочередные и примененные чертежи. К первоочередным относят чертежи, по которым будет осуществляться проходка на сбойку со стволом или другой выработкой для обеспечения вентиляции горнопроходческих работ. Примененные чертежи позволяют выделить из общего числа выработок одинаковые, однотипные.

Изучают опасные зоны и заготавливают необходимые материалы для нанесения этих зон на рабочие планы. Для этого изыскивают координаты всех разведочных скважин и их характеристики: отметки устья и забоя, каротаж, водо- и газообильность, тампонаж и дату тампонажа. Для геологических нарушений необходимо знать амплитуду и углы падения, величину зоны дробления, водообильность и газообильность. Отдельно отмечают места выделения значительных количеств воды и метана на верхнем горизонте. Уточняют по координатам границы охранных целиков на горизонте двора. Пласты угля, сланца и других ископаемых должны иметь данные о крепости, газоносности и вмещаемых породах. Определяют границы опасных зон.

На чертеже двора отмечают тушью места ниш под механизмы стрелочных переводов, пожарные краны, маслостанции и другое оборудование, делают пояснительные надписи. С этого момента начинается знакомство с чертежами отдельных выработок, так как не все ниши имеются на плане двора.

Если планом организации работ на горизонте предусмотрены временные водосборники и временные насосные камеры, то их местоположение отмечают на плане двора, а на профилях выработок временные изменения уклонов водоотливной канавки.

Намечают места бурения разведочных и технических скважин. Ориентировочно проставляют даты начала бурения этих скважин. Даты должны быть согласованы с календарным планом развития горнопроходческих работ.

На плане двора красной тушью намечают вершины проектного полигона.

Производят разбивку пикетажа рабочих высотных отметок, начиная от клетового ствола. Обычное расстояние между рабочими пикетами равно 10 м. Однако у ствола, в местах установки оборудования для обмена вагонов, необходимо оставлять между рабочими пикетами проектные расстояния, чтобы при разбивке осей под толкатели, стопоры и другое оборудование не делать пересчета высотных отметок, так как проектные пикеты на чертежах ставятся в местах перегибов уклонов. Номера рабочих пикетов подписывают тушью. У вершин проектного полигона проставляют расстояния до ближайших пикетов, чтобы при изготовлении рабочих планов иметь привязку пикетажа. Нумерация рабочих пикетов должна быть единой для всего горизонта. Там, где сохраняют проектные расстояния между пикетами, сохраняют и проектную нумерацию пикетов. В отличие от рабочей ее закрепляют на плане другим цветом.

*Изучение чертежей отдельных комплексов.* Горные выработки, объединенные или подчиненные решению какой-либо технологической задачи, составляют отдельный комплекс. Например, комплекс водоотлива объединяет: насосную камеру с колодцами, водосборники, коллектор, вентиляционные гезенки, водотрубный ходок, людские ходки. Комплекс разгрузки вагонеток — это камера разгрузки, прилегающие к камере выработки, ниша оператора.

Прочтение всех чертежей комплекса начинают с подбора всех сечений горных выработок, входящих в комплекс, и заканчивают проверкой размеров. Основные размеры отдельных чертежей должны быть идентичны размерам на плане околоствольных выработок и размерам на схеме главных откаточных выработок.

В выработках, где будет установлено оборудование, чертежи фундаментов обязательно сличают с монтажными чертежами. Практика знает массу примеров переделки уже готовых фундаментов и перекрепки выработок из-за неувязки чертежей фундаментов с монтажными чертежами и несоответствия их (чертежей) оборудованию, имеющемуся в наличии.

Сечения отдельных выработок, а их в комплексе более десятка, проверяют на стыковку по осям рельсовых путей (или по осям конвейеров), на наличие уступов, на соответствие проектных зазоров технологии прохода.

Проверка соседних сечений на стыковку по технологическим осям нужна для того, чтобы убедиться в правильности применения типовых чертежей. Размеры междупутья, расположение и величина прохода, расположение водоотливной канавки и другие детали сечений должны совпадать.

Проверка соседних сечений на наличие уступов важна как для безопасности горнопроходческих работ, так и для безопасной эксплуатации выработок. На рабочих чертежах, как правило, имеется надпись: «Нормы и правила техники безопасности соблюдены». Тем не менее, когда стыкуют два соседних сечения, часто появляются уступы стенок. Уступы в откаточных выработках опасны как с ходовой, так и с неходовой стороны. Если есть возможность без вмешательства проектного института ликвидировать уступ, т. е. заменить проектное сечение на другое (обычно на большее), то такую замену производят. Если сечение заменить невозможно, то уступ сглаживают так, чтобы образовался плавный переход от одного сечения к другому. На бетонной монолитной крепи этого достигают на одном шаге опалубки — 1,5 м, на других крепях уступ сглаживают применением промежуточного сечения.

В выработках, не оборудованных электровозной откаткой или конвейерами, проверку сечений на уступы не производят.

Особое внимание уделяют проектным зазорам в откаточных выработках. Правила безопасности строго регламентируют величину зазора между выступающими частями подвижных сосудов и стенкой выработки или между конвейером и стенкой выработки. Чтобы выполнить требования правил безопасности при проведении околоствольных выработок, проектные величины зазоров должны быть больше нормативных на 70—80 мм, соблюдение этого требования необходимо. Оно зависит от двух факторов: во-первых, при возведении крепи инструкциями разрешается отклонение стенок выработок от маркшейдерского направления до 50 мм, во-вторых, само маркшейдерское направление не свободно от погрешностей. Максимальная величина линейной погрешности перпендикулярно оси выработки может превышать  $\pm 50$  мм (см. работу по проектному полигону). Для практических расчетов условно принимают погрешность направления равной 20—30 мм. Если правилами безопасности предусмотрены зазоры в 700 мм с ходовой стороны и в 200 мм с неходовой, то, учитывая допуск на установку крепи и погрешность направления, они должны быть в проекте равными 780 и 270 мм. Рабочие чертежи поперечных сечений выработок, в которых не учтены указанные допуски, следует возвращать в проектную организацию с обоснованием необходимого увеличения размеров.

Высотные отметки головки рельсов или пола камер и ходков прочитывают и стыкуют с отметками профилей по соседним выработкам.

## § 38. ПРОЕКТНЫЙ ПОЛИГОН

Проектный полигон горизонта — это искусственное построение в виде полигонометрического хода, углы и длины которого берут с проектных чертежей.

*Состав полигона.* За вершины полигона принимают: точки, лежащие на оси пути у начала и конца сопряжений и закруглений; центры закруглений, клетей, разгрузочных ям; характерные точки камер и сопряжений выработок. Проектный полигон насыщают точками перегиба ходков, камер, наклонных выработок, водосборников и т. д. На протяженных выработках по чертежам комплексов выделяют точки изме-

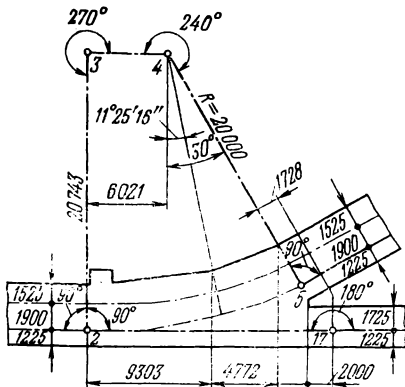


Рис. 78. Схема построения проектного полигона на сопряжении

рения типа крепи и точки стыковки различных поперечных сечений. Если главные выработки имеют конвейерный транспорт, то точки проектного полигона располагают на оси конвейера.

Некоторую сложность представляет построение проектного полигона на сопряжениях выработок. Здесь в полигон включают вспомогательные точки, необходимые для перехода от оси пути к центру закругления. Пример перехода полигоном через сопряжение двухпутевых выработок дан на рис. 78. Все размеры для проектного полигона обязаны быть на рабочих чертежах.

*Подготовка исходных данных.* Проектный полигон вычисляют для работы в реальных условиях, а не только для проверки рабочих чертежей. Поэтому пользоваться проектными координатами центров стволов в качестве исходных недопустимо.

Исходными для проектного полигона служат фактические координаты центров стволов и дирекционные углы осей стволов. Следует тщательно подходить к выбору исходных данных. Не всегда можно использовать координаты центра ствола, определенные на поверхности для вычислений проектного полигона горизонта. В стволах небольшой глубины, до 300 м, отклонение системы армировки на горизонте по отношению к контрольному ярусу обычно незначительное. Если отклонение проводников на горизонте не превышает  $\pm 20$  мм по отношению к проводникам контрольного яруса, то пользуются координатами центра ствола, определенными на поверхности. Судить о величине отклонения проводников можно по результатам профилирования, выполненного с соблюдением основных условий (см. § 33).

В стволах большой глубины отклонение системы армировки может быть значительным. Пользоваться координатами центра ствола, определенными на поверхности, здесь уже нельзя. Дело в том, что проектный полигон свободен от погрешностей измерений длин линий и углов, так как их выписывают с проекта в готовом виде; координаты же опорных пунктов горизонта, полученные из горизонтальных соединительных съемок, не свободны от погрешностей измерений длин линий и углов. Кроме того, центр ствола и центры подъемных сосудов на горизонте за счет накопления случайных и систематических погрешностей при проходке ствола и его армировке имеют координаты, отличные от координат на поверхности. Получаются три системы, не согласованные друг с другом.

Для практической работы на горизонте все эти системы следует увязать между собой, т. е. сделать их зависимыми. Решение этой задачи

заключается в том, чтобы исключить неизвестные погрешности центрирования проектного полигона, т. е. погрешности армирования и проходки ствола, а оставить только погрешности пунктов опорной сети горизонта. Возникает потребность в определении координат центра ствола и центров клетей на горизонте.

Положение центра ствола и клетей определяют по элементам армировки. Для этого намечают две-три точки на главном растреле и три-четыре точки на осях проводников. Замеряют расстояния между точками и характерными узлами армировки. Положение точек армировки определяют с двух пунктов полигонометрии, расположенных у ствола. Точки по координатам наносят на план крупного масштаба (1:10 или 1:20) и, пользуясь размерами рабочего чертежа сечения ствола, определяют графически координаты центра ствола и клетей.

Дирекционный угол оси ствола, полученный из съемки на горизонте, сравнивают с дирекционным углом, определенным на поверхности. Если разница не превышает  $\pm 3'$ , то используют в качестве исходного дирекционный угол, определенный на поверхности. При больших расхождениях повторяют измерения и принимают решение, обеспечивающее минимум поправок в рабочие чертежи.

*Уравнивание полигонов.* Вычисления координат точек проектного полигона ведут в специальном журнале в государственной системе координат. В графе «Примечания и эскизы» подписывают точный адрес каждой вершины полигона. Например, конец сопряжения № 40, начало закругления у сопряжения № 40 и т. д.

Уравнивание полигонов начинают с выработок рудничного двора. Вычисляют вначале большой замкнутый полигон, включающий основные выработки по периметру двора. Камеры с ходками в большой полигон не включают.

Угловой невязки в полигоне быть не должно. Если же угловая невязка обнаружена, то следует искать ошибку прежде всего в вычислениях, а уже затем в проекте, в одном из центральных углов закруглений. Ошибку находят довольно легко при сравнении дирекционных углов параллельных выработок.

Линейную невязку, т. е. невязку, вычисленную по разнице координат, распределяют в длины тех сторон, дирекционные углы которых совпадают с дирекционным углом невязки. Чаще исправляют длину только одной стороны. Такая невязка обусловлена одной незначительной ошибкой в проекте. Если же дирекционный угол линейной невязки не совпадает ни с одним дирекционным углом полигона, значит в проекте допущено несколько ошибок. Будем называть такую линейную невязку сложной.

Сложную линейную невязку исключают двумя способами. Первый, наиболее универсальный способ заключается в графическом определении поправок в длины двух сторон полигона. На схеме в масштабе 1:1 (рис. 79) из точек центра ствола, фактического  $C_{\phi}$  и вычисленного из полигона  $C_{\pi}$  прочерчивают линии, дирекционные углы которых соответствуют сторонам полигона. Стороны полученного треугольника и будут поправками 1, 2. Можно найти поправки и путем вычислений с

точностью до миллиметра. Но обычно невязки, не превышающие 20 мм, не распределяют.

Прямолинейные выработки, для которых определяют поправки, должны образовывать угол, т. е. соединяться одним закруглением. Изменение протяженности этих выработок не должно нарушать их технологического назначения. В элементы сопряжений и закруглений поправок не вводят.

Знаки поправок в длины сторон полигона могут быть различными. Их определяют непосредственно на схеме в каждом конкретном случае (см. пример 11).

При втором способе всю линейную невязку исключают из полигона путем введения дополнительной стороны. Эту дополнительную сторону размещают на закруглении: разрывают кривую на две, между которыми и помещают прямую вставку. В практике второй способ применяют крайне редко и только тогда, когда невозможно применить первый и когда величина невязки и ее знак позволяют сделать вставку на закруглении.

После вычисления координат точек большого полигона приступают к вычислению промежуточных полигонов рудничного двора. Они обычно представляют собой перемычки между точками большого полигона. Трудностей здесь, как правило, не возникает. Некоторую особенность имеет определение поправок в длины сторон при исключении сложной линейной невязки. Одну из двух поправок обязательно определяют для стороны большого полигона. Поправка в сторону большого полигона изменяет привязку сопряжения (узла). Так как любой промежуточный полигон имеет две такие стороны (они являются исходными), выбирают ту, которая после введения поправки не изменит технологического назначения выработки. В противном случае применяют второй способ.

Сразу же после вычисления координат точек проектных полигонов вносят необходимые исправления в рабочие чертежи и делают пометку: «Исправлено после проверки».

Закончив уравнивание всех полигонов рудничного двора, вычисляют проектные полигоны на фланговые стволы по главным откаточным выработкам.

В полигоне на фланговый ствол может появиться угловая невязка за счет погрешностей при выноске в натуру осей стволов. Точность выноски осей стволов, регламентируемая Инструкцией по производству маркшейдерских работ, составляет  $\pm 1'30''$  и  $\pm 3''$ . Всю поправку за угловую невязку вносят в центральный угол ближнего к фланговому стволу закругления.

После исправления углов вычисляют координаты точек полигона и центра флангового ствола. Полученную сложную линейную невязку исключают за счет поправок в длины двух сторон полигона, тех, которые примыкают к ближнему от флангового ствола закруглению. В элементы сопряжений поправок не вводят. По исправленным длинам снова вычисляют координаты точек полигона.

Иногда проектные полигоны вычисляют до того, как будут определены координаты центров стволов на горизонте. В этом случае после оп-

Рис. 79. Графическое определение поправок в стороны проектного полигона

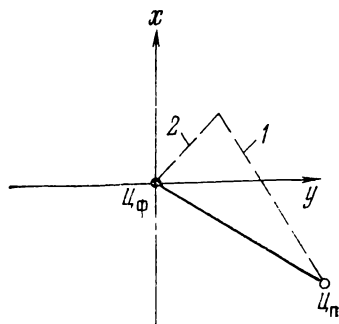
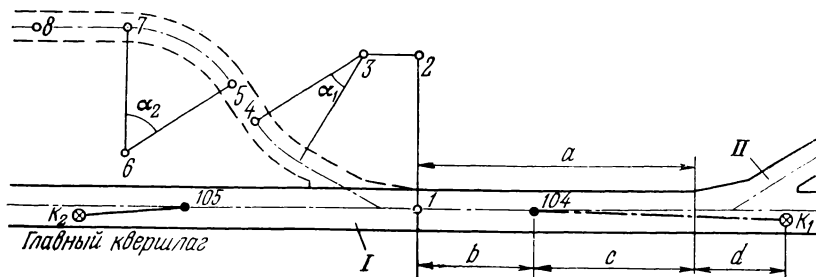


Рис. 80. Схема привязки проектного полигона к существующим выработкам



ределения фактических координат центра ствола на горизонте вычисляют поправки по координатным осям и вводят их в координаты каждой вершины проектного полигона. Если абсолютная величина поправки не превышает 50 мм, то ограничиваются исправлением координат точек полигона, расположенных на выработке, примыкающей к стволу. Уравнивание проектного полигона на фланговый ствол делают заново в случае изменения координат точек полигона в рудничном дворе на величину, превышающую 50 мм.

Только после исправления координат точек проектного полигона, т. е. после того как полигон стал зависимым от опорной сети горизонта, его можно считать готовым для практической работы.

Никаких схем с выпиской дирекционных углов и координат точек полигона не делают. Следует соблюдать правило: не размножать документов с координатами.

Проектный полигон служит основой не только для составления маркшейдерских рабочих планов, но и для точного переноса параметров проекта в натуру.

*Проектный полигон на действующем горизонте.* Часто при реконструкции шахты на действующем горизонте возникает задача привязки новых капитальных выработок к существующим. Здесь расчет проектного полигона требует дополнительных угловых и линейных измерений в шахте.

Например, проектом предусмотрено расширение главного квершлага с последующим бетонированием сопряжения I и выходом на од-

нопутевую, с которой начнется рассечка вентиляционного горизонта (рис. 80). На чертежах имеются: привязка сопряжения  $I$  к существующему сопряжению  $II$  (размер  $a$ ), дирекционный угол однопутевой (7—8), центральные углы закруглений  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$ , размеры кривых и сопряжения  $I$ .

В шахте между пунктами существующей полигонометрии  $K_1$  и  $K_2$  прокладывают теодолитный ход с точками  $104$  и  $105$ . Точки  $104$  и  $105$  намечают на оси существующего рельсового пути так, чтобы проектное сопряжение оказалось между ними, причем от каждой из точек до сопряжения было расстояние 20—30 м. Делают это для того, чтобы определить дирекционный угол существующего рельсового пути в месте рассечки сопряжения  $I$ . От пункта  $K_1$  измеряют расстояние  $d$  до начала сопряжения  $II$ . За начало сопряжения принимают концы рамных рельсов стрелочного перевода.

После вычисления координат точек  $104$  и  $105$  определяют размеры  $c + d$  и  $b$ . Затем вычисляют координаты пунктов  $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$  проектного полигона. Если вычисленный дирекционный угол стороны 7—8 не совпадает с проектным, то исправляют угол  $\alpha_2$  на величину невязки.

*Работа по проектному полигону.* Маркшейдерские измерения при сооружении околоствольных выработок тесно увязаны с проектом. Поэтому при пользовании пунктами планового и высотного обоснования всегда нужно знать положение забоя по отношению к проектному полигону.

Накопление погрешностей происходит при любых измерениях. Для выбора способа угловых и линейных измерений, гарантирующего заданную точность, и оценки фактического положения пунктов планового обоснования используют математический аппарат теории погрешностей. Средняя квадратическая, вероятная, средняя арифметическая, предельная, относительная — погрешности случайного характера. Следует всегда помнить, что свойства их проявляются только при большом числе измерений и могут вовсе не проявляться при малом числе измерений. Любой ряд погрешностей измерения одной и той же величины имеет нижним пределом нуль, а верхним число, отвечающее точности инструмента (без учета других факторов).

Наиболее значительное накопление погрешностей в углах происходит на точках, с которых задается направление. Углы на этих точках почти всегда измеряют с погрешностями, превышающими точность инструмента. Здесь огромное влияние оказывает эксцентриситет теодолита и сигналов. Исследования показали, что для углов, близких к  $180^\circ$ , среднюю погрешность угла, зависящую от эксцентриситета теодолита и сигналов, можно определить из выражения

$$m_{\beta} = \pm \rho \sqrt{3} l/s,$$

где  $l$  — эксцентриситет теодолита и сигналов;  $s$  — средняя длина стороны полигонометрического хода.

В забое, на коротких сторонах, эксцентриситет теодолита и сигналов может быть более  $\pm 3$  мм. Происходит это потому, что измерения углов делают в очень неблагоприятных условиях. На инструмент в за-

бое оказывают влияние: вибрация почвы от движущихся вагонеток, электровозов и других механизмов, давление воздушной струи, деформация почвы под ножками штатива и др. Все эти факторы увеличивают погрешности измерений, если измерения растянуты во времени. Чем больше отрезки времени между соседними измерениями, тем больше погрешности, тем ближе они к предельным. В дополнение к указанным факторам начинают действовать и другие: устойчивость соединений штатива, деформация пружин в микрометренных винтах и ряд других. Оси инструмента не могут долгое время сохранять неизменное положение в пространстве. Специалисту маркшейдерского дела, будь то инженер или техник, необходимо научиться быстро работать с теодолитом, для того чтобы в измерения не попадали погрешности из-за искаженного положения осей инструмента в пространстве.

Для практических решений принимают погрешности измерения углов в забое, на двух точках предельными, т. е.  $\Delta_{\beta} = \pm 90''$  для инструмента любой точности.

Обычно направление отвесами переносят через каждые 30 м, при отходе от них на 40 м. При такой длине сторон (30 м) средняя погрешность измерения угла одним повторением теодолитом  $30''$  точности близка к  $\pm 20''$ . Ход, с точек которого задают направление, постепенно удаляется от пунктов опорной сети. С учетом погрешностей теодолитного хода и двух забойных точек, на 150 м от пункта опорной сети линейная погрешность по критической оси может достигнуть  $\pm 50$  мм, а на 200 м  $\pm 64$  мм.

Проходку выработок по проектному полигону ведут следующим образом. Как только забой отойдет на 150—160 м, вслед за забоем подтягивают полигонометрию повышенной точности. Пункты полигонометрии закрепляют постоянными знаками. В прямой или обратный ход включают одну-две точки теодолитного хода, с которых задавалось направление (обычно ближние к забою).

Точность измерения углов и длин линий в полигонометрии определяют заранее. Заданная точность зависит от предельной погрешности смыкания встречных забоев в околоствольных выработках.

Величина погрешности диктуется в основном технологией проходческих работ. В угольных шахтах выработки проходят в осадочных породах, крепость которых колеблется от 4 до 7 по шкале Протодяконова. Породы разбиты тектоническими нарушениями с массой трещин и плоскостей скольжения. Постоянная крепь выработок из монолитного бетона и железобетона. Отставание постоянной крепи от забоя незначительное, а в большинстве случаев при применении передвижной металлической опалубки крепь возводят в грудь забоя. Поэтому у маркшейдера просто нет выбора при оценке предельной погрешности смыкания встречных забоев. Погрешность сбойки  $q$  не должна превышать  $\pm 50$  мм.

Аппарат формул для предрасчета погрешности сбойки и точности полигонометрии довольно широк. Но как бы ни был хорош предрасчет точности будущих измерений, какие бы формулы не применялись, всегда необходимо знать фактическое положение пунктов полигонометрии. Наиболее простой анализ погрешности

положения пункта полигонометрии делают по координатам  $x$ ,  $y$ , полученным из нескольких  $n$  ходов. Для этого находят среднеарифметическое значение координат  $x_{\text{ср}}$  и  $y_{\text{ср}}$ , затем вычисляют вероятнейшие погрешности (уклонения от среднеарифметического)  $v_x$  и  $v_y$ . Определяют среднюю квадратическую погрешность координат из отдельного хода по формуле

$$m_{x,y} = \pm \sqrt{\frac{[v_{x,y}^2]}{n-1}}; \quad n > 2,$$

где  $[v_{x,y}^2]$  — сумма квадратов  $v_x$  и  $v_y$ .

Среднюю квадратическую погрешность арифметической середины находят из выражения

$$M_{\text{ср}} = \pm \frac{m_{x,y}}{\sqrt{n}},$$

Если  $M_{\text{ср}} > q$ , то полигонометрические ходы, один или несколько, не удовлетворяют заданной точности.

Прокладка полигонометрии с избыточной точностью гарантирует хорошее качество сбоек в околовольном дворе и экономит время маркшейдера.

Закрепляют пункты полигонометрии обычно в кровле выработок с неходовой стороны. В специально пробуренных шпурах бетонируют металлические штыри диаметром 20—25 мм. В монолитной бетонной крепи длина штырей 250—300 мм, в других видах крепи 1,0 — 1,6 м. Выступающую внутрь выработки часть штыря (50—60 мм) делают в форме усеченного конуса, для того чтобы монтажники и проходчики не могли использовать пункт полигонометрии в качестве якоря или подвески. Надежное и удобное закрепление пунктов полигонометрии позволяет иметь плановую и высотную основу всегда «под рукой», не делая лишних угловых и линейных измерений, что гарантирует оперативную работу по проектному полигону.

Все маркшейдерские знаки и надписи делают быстросохнущей краской красного или оранжевого цвета на стенках выработок с неходовой стороны. Через 2—3 дня надписи покрывают тонким слоем солидола. Это предохраняет их от влияния рудничной атмосферы и различных субъективных факторов.

Как правило, на все пункты полигонометрии передают высотные отметки, обеспечивающие маркшейдерские работы любой точности.

*Пример 11.* Требуется уравнять большой проектный полигон:  $K-37-77-74-5-59-31-33-36-42-44-45$  (рис. 81). Координаты центра клетки исходные:  $y_K = 620,333$ ;  $x_K = 485,366$ . Координаты центра клетки, полученные из вычисления проектного полигона:  $y_{K'} = 620,447$ ;  $x_{K'} = 485,446$ .

Наносим по координатной сетке в масштабе 1 : 1 положение точек  $K$ ,  $K'$ . Определяем графически дирекционный угол невязки  $\varepsilon$  ( $55^\circ$ ) и ее абсолютную величину (140 мм).

Дирекционный угол невязки совпадает с дирекционными углами сторон  $31-32$ ,  $35-36$ ,  $44-45$ ,  $37-38$ ,  $74-75$ . Вводить поправку в одну из этих сторон

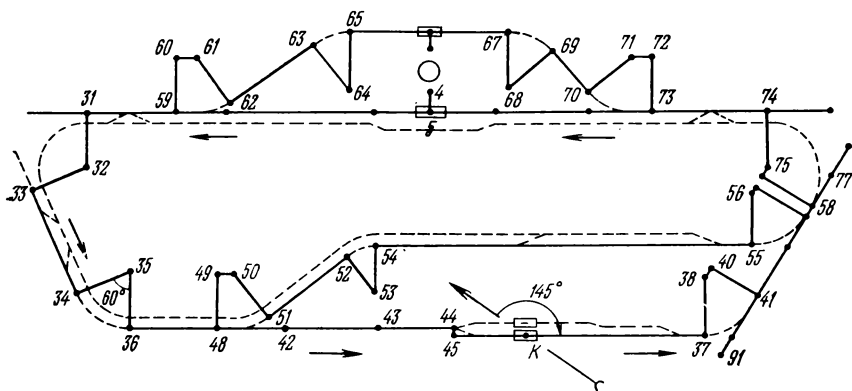


Рис. 81. К примеру уравнивания проектного полигона

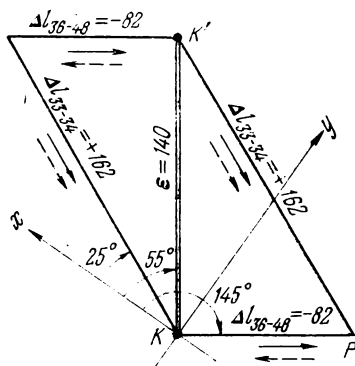


Рис. 82. Схема поправок в длины сторон полигона

нельзя, так как сторона 44—45 имеет размер, зависящий от расстояния между клетями, а остальные стороны являются радиусами закруглений. Следовательно, невязку нужно рассматривать как сложную.

Определяем по чертежу стороны, в которые можно ввести поправки. Нельзя невязку разбрасывать в стороны  $K-37$  и  $41-58$ , так как размер стороны  $K-37$  жесткий и обусловлен технологией клетевой ветви со стороны загрузки. Кроме того, стороны  $K-37$  и  $41-58$  определяют положение узла (точки 38, 40, 41), с которого начинается другой проектный полигон. Нельзя невязку распределять в сторону 73—5, так как изменится положение точки 5 (центра разгрузочной ямы). Не следует брать для уравнивания сторону 42—43, так как она определяет привязку узла (точки 48, 49, 51) к стволу. Поэтому сложную невязку распределяем в стороны 33—34 и 36—48.

Строим треугольник поправок (рис. 82), для чего из точек  $K$  и  $K'$  проводим линии  $KP$  и  $K'P$ , дирекционные углы которых равны дирекционным углам сторон 33—34 и 36—48. Причем совершенно безразлично, из какой точки какую линию проводить — результат будет одинаков. Размеры линий  $KP$  и  $K'P$  являются поправками в длины соответствующих сторон.

Знаки поправок определяем следующим образом. На треугольнике поправок прочерчиваем направление вычисления проектного полигона (сплошные стрелки). Условно перемещаем точку  $K'$  по линиям  $K'P$  и  $PK$ . Если направление движения точки  $K'$  (пунктирные стрелки) совпадает с направлением полигона, то знак поправки положительный, если не совпадает, то отрицательный. В нашем примере  $\Delta l_{33-34} = +162$  мм;  $\Delta l_{36-48} = -82$  мм.

После исправления сторон 33—34 и 36—48 перевычисляем координаты вершин полигона, начиная с точки 34.

Выбор варианта уравнивания зависит и от абсолютной величины невязки. В нашем примере величина невязки незначительная, поправки в длины сторон не превышают 0,5 м. Если бы величина невязки превышала 0,5 м, то следовало бы вначале убедиться в проектном положении точки 5 (центра разгрузочной ямы) и только потом выбрать пару сторон для уравнивания проектного полигона.

## § 39. РАБОЧИЕ ПЛАНЫ

Термин «рабочие» употребляют для планов, на которых нанесены проектные данные. Нагрузка таких планов больше соответствует проекту, чем факту. На рабочем плане много карандашных надписей, поясняющих или облегчающих работу с проектом. По мере подвигания забоев проектная нагрузка планов уменьшается и заменяется фактической. Постепенно теряет свое значение и термин «рабочие» планы. Заказчику сдается просто план горных работ соответствующего масштаба.

Своевременное составление рабочих маркшейдерских планов обеспечивает точное соблюдение проектных объемов и сечений, облегчает труд маркшейдера, обеспечивает прогнозирование геологической обстановки, что, в свою очередь, очень важно для принятия своевременных мер по безопасному ведению горнопроходческих работ.

Для оперативной работы изготавливают рабочие планы следующих масштабов: 1: 2000; 1:500, 1:200, 1:100. Планы масштабов 1:200 и 1:100 не являются обязательными для комплекта документации шахты, но они необходимы шахтостроителям, так как на них удобно работать с проектными объектами и решать ряд маркшейдерских и других задач. Выбор масштаба этих планов целиком зависит от маркшейдера.

Рабочий план масштаба 1:2000 изготавливают на планшетах стандартной формы. В карандаше наносят на план точки проектного полигона и контуры выработок. Строгое соблюдение параметров выработок не обязательно. На план не наносят ниши и другие мелкие детали проекта.

На плане подписывают все номера сопряжений, камер, проставляют проектные отметки головки рельсов, делают аккуратные пояснительные надписи карандашом.

На план с проекта (в туши, по условным знакам) тщательно переносят: все разведочные скважины (по координатам) с полной характеристикой (отметки устья и забоя, наличие воды или тампонажа, дата тампонажа); тектонические нарушения с указанием углов падения, мощности, амплитуды сдвигов, водообильности и т. п.; пласты угля с описанием крепости, газообильности, мощности, углов падения; границы охранных целиков. Не всегда все необходимые данные имеются в проекте. Недостающие данные необходимо найти и нанести на план, так как характеристики опасных зон очень важны для безопасного ведения горнопроходческих работ.

Пополняют план масштаба 1: 2000 тушью в объеме и сроки, предусмотренные Инструкцией.

Рабочий план околоствольных выработок масштаба 1:500 изготавливают на планшетах стандартной формы. В карандаше наносят проектный полигон, все проектные выработки, схему пикетов. После нанесения на план точек проектного полиго-

Исходные данные:  
 схема главных выработок Р1737-120-1  
 южный полевой штрек Р1737-120-12  
 x, y — репера  $K_{17}; K_{19}; K_{20}$ ; z —  $K_{18}; K_{20}$ .

Журнал проектных полигонов №4,  
 стр. 40-43  
 Журнал (x, y) №23, стр. 16  
 Рабочая книжка №106, 109

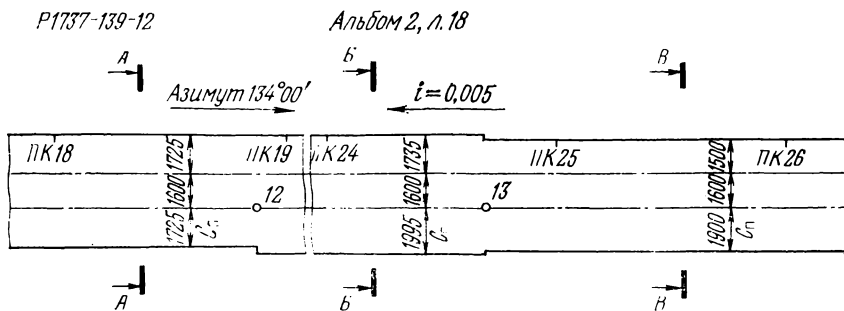


Рис. 83. Примерный рабочий план М 1 : 200

на начинают детальное изучение рабочих чертежей камер, ходков, водосборников и других выработок. На план тщательно наносят все мелкие детали проекта в точном соответствии с масштабом. С проекта переносят на план всю геологическую ситуацию.

Около камер, ходков, сопряжений, водосборников и других выработок делают пояснительные надписи, содержащие следующие сведения: наименование выработки, высотную отметку головки рельсов или пола, номер основного чертежа, номер чертежа поперечного сечения.

Рабочий план масштаба 1:500 служит основой для всех горнопроходческих работ. Пополняют план тушью в объеме и сроки, предусмотренные Инструкцией.

Рабочие планы масштабов 1:200 и 1:100 изготавливают на листах чертежной бумаги произвольного формата, все надписи на них выполняют тушью (рис. 83).

Пояснительные надписи делают в объеме, необходимом для быстрой работы с планом. Они должны содержать следующие сведения: названия и номера рабочих чертежей, по которым составлен план; адрес координат точек проектного полигона (номера журналов и страниц); номера чертежей поперечных сечений выработок; размеры от проектной оси пути (конвейера) до стенок выработки; проектные скобки  $c_n$ ; адрес координат точек полигонометрического хода (номера журналов, страниц); проектный дирекционный угол и проектный уклон; фамилию и подпись лица, составившего план; дату. Одновременно с рабочими планами изготавливают рабочие профили по отдельным выработкам.

Проектная скобка — один из важнейших элементов рабочего плана крупного масштаба. Маркшейдер обязан выдать скобку проходчикам в тот же день, когда задано направление. А это значит, что вычисления координат и графические работы маркшейдер выполняет в конце рабочего дня, ког-

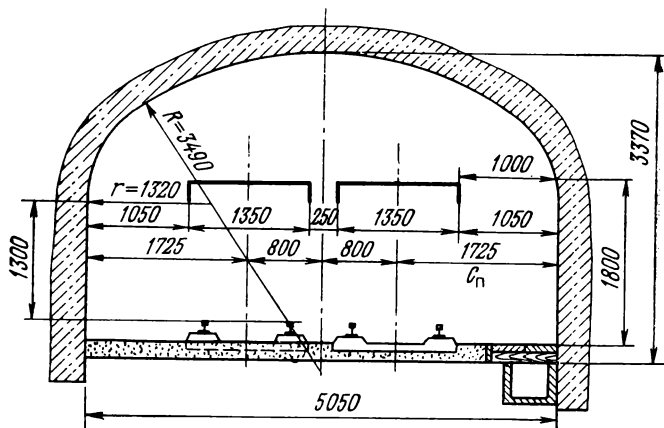


Рис. 84. Сечение А—А монолитной бетонной крепи (см. рис. 83)

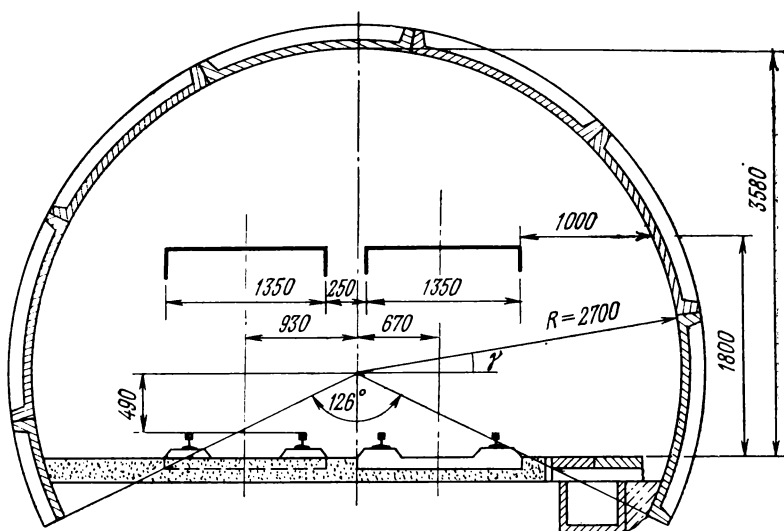


Рис. 85. Сечение Б—Б сборной железобетонной крепи (см. рис. 83)

да наиболее сильно сказывается утомление и наиболее вероятны ошибки. Наиболее вероятны ошибки в подсчете скобки при переходе от одного типа крепи к другому. Для предупреждения этих ошибок и определяют проектные скобки  $c_n$  при составлении рабочего плана.

В качестве примера рассмотрим изменение проектной скобки при переходе от монолитной бетонной крепи к сборной железобетонной и затем к арочной металлической (см. рис. 83).



пользовании лазерного указателя направлений ЛУН-7 скобку задают по радиусу тьюбингового кольца.

Для рамной металлической крепи скобку обычной дают по широкой части крепи, так как место измерения скобки в наиболее широкой части крепи определяется проходчиками с наименьшей ошибкой от высотных реперов.

Определяют проектную скобку  $c_n$  от проектной оси пути, т. е. от стороны проектного полигона.

Для монолитной бетонной крепи все размеры имеются на чертеже (рис. 84),  $c_n = 1725$  мм.

Для сборной железобетонной крепи (рис. 85) вначале определяют угол  $\gamma$  из расчета, что в полном кольце 10 тьюбингов:  $\gamma = 90^\circ - (117^\circ - 36^\circ)$ .

Затем вычисляют проектную скобку по ребру нижнего тьюбинга рис. 86  $c_n = R \cos \gamma - 670$ ;  $R = 2700$ :  $c_n = 1995$  мм.

Для арочной металлической крепи (рис. 87) проектную скобку определяют, учитывая радиус  $R'$  арки:  $c_n = R' - 600$ ;  $c_n = 1900$  мм.

В старых типах крепи ширина выработки не равна  $2R' - 40$  мм. Если на чертеже нет необходимых для вычисления  $c_n$  размеров, то сечение вычерчивают в крупном масштабе (1:10, 1:20) и размер  $c_n$  определяют графически.

При определении проектной скобки внимательно учитывают изменение расстояний между осями путей в соседних сечениях.

#### **§ 40. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗАДАНИИ НАПРАВЛЕНИИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Направление в горизонтальной плоскости задают горной выработке размерами (скобками) до точек бортов или элементов крепи от вертикальной плоскости, положение которой определено аналитически. На плане эту плоскость обозначают прямой линией. В выработке вертикальную плоскость закрепляют четырьмя точками. С точек опускают отвесы, образующие створ. Пользуясь створом отвесов и рабочими скобками  $c_p$ , определяют проектное и фактическое положение выработки.

Расстояния между отвесами делают 2—5 м. При расстоянии между отвесами 2—3 м забой может удаляться от последнего отвеса на 40 м. Увеличение расстояний между отвесами до 4—5 м позволяет отпускать забой от последнего отвеса на 60 м.

Любое направление на проходку должно удовлетворять одновременно двум требованиям: надежности и точности.

**Н а д е ж н о с т ь** — условие сохранения неизменного положения створа отвесов при буровзрывных работах. Для повышения надежности закрепляют в выработке не три отвеса, а четыре. Если один из отвесов будет выбит из створа, то три оставшихся сохранят створ направления.

**Т о ч н о с т ь** — условие, при котором обеспечено безошибочное перенесение параметров проекта в натуру. Точность зависит от угловых и линейных измерений в шахте.

В зависимости от поставленной задачи намечают очередность выполнения требований: обеспечивают вначале надежность, а потом точность или наоборот. Дело в том, что закрепить в одной вертикальной плоскости с помощью оптического инструмента произвольно несколько точек легче, чем закрепить одну точку на пересечении двух вертикальных плоскостей. Когда требование точности необходимо выполнить первым, намеченную заранее точку обозначают (фиксируют) в выработке временной, т. е. работают с «потерянной» точкой.

В зависимости от положения створа отвесов по отношению к оси пути (оси конвейера, оси выработки) различают направление параллельно оси и направление по оси. Первый способ наиболее распространен, так как он экономичен по затратам времени и позволяет маркшейдеру закрепить направление в удобном для него и для проходчиков месте. Направление по оси задают в том случае, когда это требуется технологией проходческих или монтажных работ, а также для установки указателя ЛУН-7.

Направление на проведение закругления имеет свои особенности на всех этапах работы, особенно при камеральной обработке.

Направление для проведения сопряжения ствола и технологического отхода — первая и специфическая задача, решением которой маркшейдер начинает работы на новом горизонте шахты.

#### § 41. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЯ СТВОЛА

Направление на проведение сопряжения ствола задают с помощью двух отвесов, расположенных на главной оси ствола. Лебедки с проволоками устанавливают над отверстиями основной проходческой рамы. Пропускают проволоку под перекрытие, с бадьи навешивают небольшой груз и опускают отвесы до верхнего этажа проходческого полка. Полки опускают как можно ближе к сопряжению, т. е. оставляют минимальную рабочую струну канатов погрузочной техники.

Отвесы на полке (рис. 88, а) нагружают одинаковыми грузами и связывают тонкой проволокой (перемычкой), оставляя зазор между отвесами и стенкой ствола 0,6—0,8 м. Массы грузов не должны отличаться друг от друга более 0,5 кг. Это нужно для того, чтобы заглушить колебания в направлении створа отвесов. С бадьи осматривают отвесы по всему стволу. Отводят в сторону центральный отвес, чтобы он не мешал работе.

В створе отвесов на стенках ствола закрепляют скобы. Между скобами, выше перемычки между отвесами, натягивают тонкую проволо-

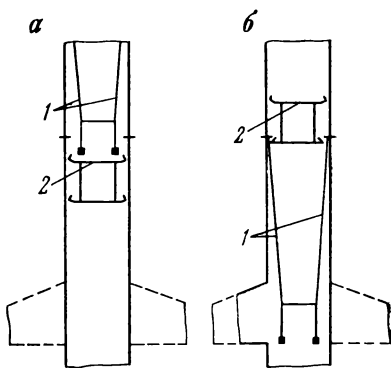


Рис. 88. Схема задания направления на проходку сопряжения ствола

ку. Успокаивают отвесы и подводят проволоку до касания с обоими отвесами. Отмечают положение проволоки на скобах. Делают по два-три таких приема с каждой стороны отвесов. Среднее положение проволоки из всех приемов отмечают насечкой или пропилом напильника. Точность определения осевых точек на скобах таким методом довольно высока (3—4 мм). На эти же скобы передают высотные отметки.

Если сопряжение разрабатывают после проходки ствола, то осевые скобы закладывают в 4—5 м выше сопряжения.

Поднимают проходческий полук 2 так, чтобы с нижнего этажа на скобах можно было закрепить отвесы. Отвесы 1 опускают до почвы сопряжения. Проволоку отвесов следует брать диаметром 1,5—2,0 мм, грузы по 12—15 кг. Так как струны отвесов достигают длины 25—30 м и проходят у стенки ствола, их связывают перемычкой и пользуются створом несвободных отвесов (рис. 88, б).

Рабочие скобки для проходки определяют по чертежу сопряжения ствола. Разбивку сопряжения, а тем более шпуров маркшейдер не делает. Это обязанность сменного надзора.

От осевых скоб дают привязку кровли и почвы сопряжения. Направление в вертикальной плоскости задают боковыми высотными реперами точно также, как это делают в горизонтальных выработках. Исходным для задания направления в вертикальной плоскости служит специальный высотный репер, закрепляемый в стенке ствола.

Инструкцией разрешается отход от ствола по створу отвесов до 20 м. Однако практика показывает, что от стволов, которые будут оборудованы подъемными сосудами, такой отход делать нежелательно. Лучше ограничиться разработкой сопряжения, сделать ориентировку и центровку подземных опорных сетей и только потом задать направление на проходку выработки горизонта.

Закреплять в сопряжении ствола створ несвободных отвесов дополнительными отвесами практика не рекомендует. Это очень сложная работа, требующая много времени и не обеспечивающая надлежащей точности направления.

#### **§ 42. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНО ОСИ ВЫРАБОТКИ**

Задание направления параллельно оси пути (оси выработки, оси конвейера) наиболее распространено в практике при проходке горных выработок. Способ этот самый простой и экономичный по количеству угловых и линейных измерений. Он не требует дополнительных вычислений при подготовке исходных данных.

В шахте выбор места для закрепления отвесов направления делают с таким расчетом, чтобы отвесы и забойную точку можно было быстро и надежно закрепить и чтобы величина рабочей скобки была удобной для проходчиков. Независимо от типа постоянного крепления величина рабочей скобки должна быть в пределах 0,3—1,2 м. Такой интервал зависит от ряда причин. На стенах выработки всегда подвешены трубопроводы для сжатого воздуха и орошения, пожарный трубопровод, силовые кабели, кабели сигнализации и управления, другое оборудо-

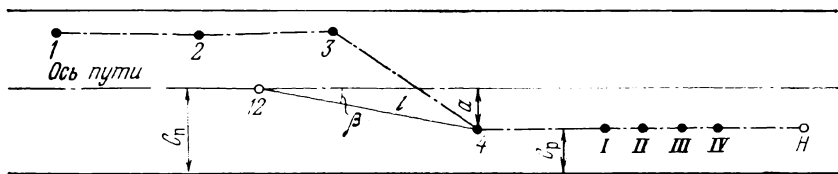


Рис. 89. Схема задания направления параллельно оси

вание. Поэтому направление с рабочей скобкой менее 30 см неудобно. Оно часто не просматривается до забоя на нужной высоте. Делать рабочую скобку более 1,2 м тоже нежелательно. Для того чтобы измерить скобку более 1,2 м, нужно два человека, а это потери времени и отвлечение людей из забоя. Кроме того, восстановить перпендикуляр к мнимой вертикальной плоскости (к плоскости направления) можно лишь приблизительно, следовательно, установка крепи будет производиться с большой ошибкой. Чем больше рабочая скобка, тем ближе отвесы к оси выработки. Закрепление отвесов превращается в довольно трудную задачу и требует участия нескольких человек. Кроме того, по кровле выработки, в наиболее высокой части, подвешивают ставы вентиляционных труб. Направление с рабочей скобкой более 1,2 м не помогает, а мешает проходчикам.

Направление задают как с ходовой, так и с неходовой стороны выработки. Однако при проходке выработок со сборной железобетонной или арочной металлической крепью предпочтительнее задавать направление с ходовой стороны. Этим достигается более точная установка крепи со стороны прохода людей, что очень важно для безопасной эксплуатации выработки.

Работы по заданию направления стараются выполнить в то время, когда проходчики возводят крепление или производят бурение шпуров.

Закрепляют забойную точку в таком месте, где быстрее и легче всего приготовить площадку для установки теодолита. Часто забойную точку используют вместо первого или четвертого отвеса направления, что позволяет и быстрее, и точнее выставить их в одной плоскости и, кроме того, значительно сократить общее время работы. Использование забойной точки в качестве одного из отвесов зависит от конкретных условий работы в забое.

*Подготовка исходных данных.* С рабочего плана крупного масштаба (1:100 или 1:200) и из журнала координат пунктов полигометрических ходов выписывают в рабочую книжку: дирекционный угол стороны 2 — 3, ранее измеренный горизонтальный угол на точке 2, проектный дирекционный угол оси выработки (оси пути), длины сторон 1 — 2 и 2 — 3. Если точками полигометрического хода не пользовались длительное время, то выписывают ранее измеренные углы на соседних точках (рис. 89).

*Работа в шахте.* Осматривают забой. Закрепляют забойную маркшейдерскую точку 4. Измеряют контрольный угол на точке 2, а при необходимости и на точке 1. Проверяют длину 2—3.

Производят необходимые угловые и линейные измерения на точках 2 и 3 для определения положения забойной точки 4.

Используя дирекционный угол стороны 2—3 и измеренный угол на точке 3, вычисляют дирекционный угол стороны 3—4. По дирекционному углу стороны 3—4 и проектному дирекционному углу оси выработки вычисляют угол на направление ( $\angle 3-4-H$ ).

С забойной точки 4 по вычисленному углу закрепляют направление четырьмя отвесами I, II, III, IV. Производят угловые и линейные измерения на забойной точке 4. Производят съемку выработки.

По измеренным углам проверяют соответствие фактического дирекционного угла направления проектному. Разница не должна превышать  $\pm 1'30''$  для инструмента  $30''$  точности.

*Камеральная обработка.* Проверяют рабочую книжку. Вычисляют координаты забойной точки 4. Вычисляют координаты условной точки направления  $H$  (10—50 м от забойной). Наносят на план точку 4, точку,  $H$ , отвесы направления I, II, III, IV, положение стенок выработки и забоя.

По координатам забойной точки 4 и ближайшей точки проектного полигона 12 решают обратную задачу: определяют дирекционный угол и длину линии 12—4. По разнице дирекционных углов стороны 12—4 и оси пути находят угол  $\beta$ . Вычисляют величину смещения направления  $a$  относительно проектной оси пути:

$$a = l \sin \beta.$$

По величине  $a$  и проектной скобке определяют рабочую скобку.

$$c_p = c_n - a.$$

Составляют эскиз направления, в котором указывают расстояния между отвесами, рабочую скобку, привязку выработки к отвесам, ниши и другие детали проекта. На этом же эскизе указывают результаты контроля готовой выработки и замечания по качеству проходки и крепи.

Не следует рабочую скобку определять графически, это приводит к непоправимым ошибкам и браку проходки.

*Контроль работ.* При подготовке исходных данных производят считку выписанных значений дирекционных углов и длин линий.

В шахте первым контролем служит вычисление фактического дирекционного угла направления и сравнение его с проектным. Но этого контроля оказывается недостаточно. Дело в том, что измерение угла на забойной точке происходит после того, как измерены все углы на предыдущих точках и вычислен угол на направление. Контролем может служить только повторное измерение углов.

Контролем камеральной обработки служат вычисления во вторую руку. Начинают вычисления во вторую руку с проверки теодолитной книжки. Проверяют правильность полевых вычислений, наличие контрольных измерений и четких грамотных эскизов.

В журнал вычислений координат выписывают вначале исходные данные, на которых сделаны контрольные замеры, т. е. ранее измеренный и контрольный углы, ранее измеренную и контрольную длины

тана, примыкающего к вершине этих углов. Записи располагают в виде

$$\frac{P. И., 26,523}{K. И. 26,520} ; \frac{P. И. 78^{\circ}12'30''}{K. И. 78^{\circ}12'00''} .$$

После этих записей в журнала выписывают из полевой книжки только измеренные величины углов и длин линий. Контрольными измерениями при вычислении не пользуются. Если в теодолитной книжке отсутствуют контрольные измерения, то вычислений во вторую руку не производят, а немедленно выполняют контрольные замеры в шахте.

Направление, к которому дана привязка сопряжения или ниш, сопутствующих сопряжению, или привязка закругления, или переход на другое сечение, вычисляют во вторую руку не позднее чем на вторые сутки. В остальных случаях вычисления должны быть выполнены в ближайшие два дня.

#### § 43. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПО ОСИ

Область применения этого направления значительно меньше, чем направления параллельно оси.

В выработках, закрепленных арочной металлической крепью с железобетонной затяжкой, направление по оси используют крайне редко. Это объясняется трудностью закрепления точек теодолитного хода и отвесов створа на арках крепи даже при наличии специальных зажимов.

В протяженных прямолинейных выработках, закрепленных монолитной бетонной или сборной железобетонной крепью, направление по оси задают в тех случаях, когда обеспечен минимум работ по закреплению створа отвесов на все время проходки. Это достигается применением световых и лазерных указателей направления. Примером может служить проходка конвейерных штреков длиной 2,5—3,0 км с применением ЛУН-7 на строительстве шахты «Распадская».

В отдельных случаях направление по оси задают с целью использования его после проходки выработки для монтажных работ.

Погрешность определения положения забойной точки на проектной оси не должна превышать  $\pm 10$  мм.

*Подготовка исходных данных.* Выписывают длины и дирекционные углы, необходимые для задания направления параллельно оси.

С необходимой точностью определяют положение временной точки  $P$  на заданной оси. Точку  $P$  намечают на рабочем плане крупного масштаба в месте, удобном для установки теодолита. По величине  $a_1$  и углу  $\gamma$  вычисляют длину  $l_1$  и дирекционный угол линии  $3 - P$ . Величину  $a_1$  вычисляют на ближайшей точке теодолитного хода  $3$ , как указано в § 42. Угол  $\gamma$  определяют графически до долей градуса. Расстояние  $l_1$  должно быть более 10 м, чтобы уменьшить влияние центрирования теодолита на измерение углов в точках  $P$  и  $3$  (рис. 90).

*Работа в шахте.* Измеряют контрольный угол на точке 2, а при необходимости и на точке 1.

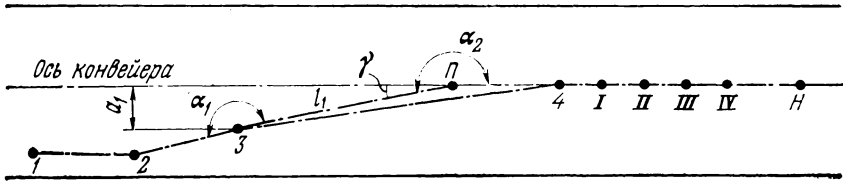


Рис. 90. Схема задания направления по оси

По углу  $\alpha_1$  и длине  $l_1$  с точки 3 при двух положениях вертикального круга определяют и закрепляют временно точку  $P$  на почве выработки, используя подручный материал: затяжку, плиты перекрытия канавки и др. В дальнейшем точка  $P$  будет потеряна.

Измеряют угол на точке 3. С точки  $P$  по углу  $\alpha_2$  закрепляют направление четырьмя отвесами I, II, III, IV. В створе направления закрепляют забойную точку 4.

Производят угловые и линейные измерения на точках 2, 3, 4, необходимые для определения положения забойной точки и направления. На точке  $P$  измерений не делают. Производят детальную съемку выработки и забоя.

По измеренным углам проверяют соответствие фактического дирекционного угла направления проектному. Разница зависит от заданной точности направления.

Камеральная обработка такая же, как при задании направления параллельно оси выработки.

*Контроль работ.* При подготовке исходных данных углы вычисляют в две руки. Выписку дирекционных углов и длин линий считают с оригиналом.

В шахте контролем служит соответствие фактического дирекционного угла проектному. Дополнительных измерений углов и длин линий не требуется, так как измерения выполнены дважды по разным точкам.

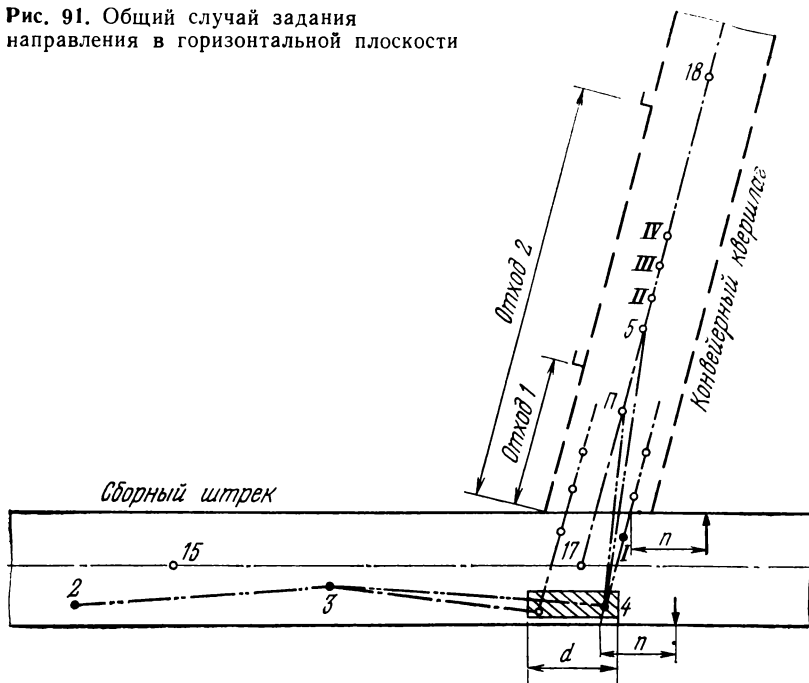
При камеральной обработке контролем служит величина  $a$ , вычисленная на забойной точке. Абсолютное значение величины  $a$  не должно превышать 10 мм. Вычислений во вторую руку не требуется.

#### § 44. ОБЩИЙ СЛУЧАЙ ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

На рис. 91 показан сборный штрек, оборудованный конвейером. Под углом к нему требуется пройти квершлаг, в котором тоже будет смонтирован конвейер. Длина квершлага 350—400 м. Требуется задать направление на проходку по оси конвейера. Работу следует разбить на три периода.

**Первый период.** Намечают направление отхода параллельно оси 17—18. Дополнительно к уже известному составу работ (см. § 43) определяют на рабочем плане крупного масштаба графически зону  $d$  возможного закрепления забойной точки 4. На рис. 91 зона показана штриховкой. В шахте закрепляют точку 4 и один отвес направле-

**Рис. 91.** Общий случай задания направления в горизонтальной плоскости



ния. На бортах выработки делают привязку направления особыми знаками (размер  $n$ ).

**Второй период.** После того как забой отойдет на расстояние, позволяющее закрепить четыре отвеса направления ( $\sim 10\text{—}12$  м), задают обычное направление параллельно оси 17—18.

**Третий период.** Когда забой продвинется вперед на 30—40 м и появится возможность выйти на ось с минимальными ошибками, закрепляют направление по оси.

#### § 45. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПО СТВОРУ

Направление по створу — это продление существующего направления ближе к забой. Подготовки исходных данных не требуется.

Работа в шахте сводится к следующему: визуально проверяют створ существующего направления; центрируют теодолит под точкой или одним из отвесов существующего направления; наводят трубу на точку предыдущего направления; убеждаются, что теодолит и один из отвесов существующего направления находятся в створе с точкой предыдущего направления; закрепляют новое направление. Производят обычные измерения длин линий и делают съемку забоя. Обязательно измеряют расстояния между отвесами старого направления.

Чтобы избежать ошибок в работе со створом направлений, следует пользоваться правильными схемами работ (рис. 92, а, б).

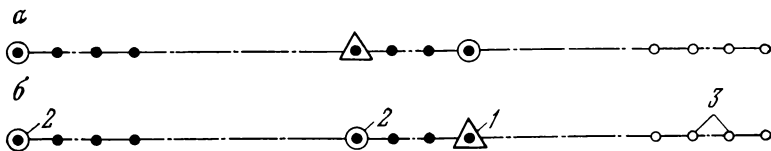


Рис. 92. Схема задания направления по створу:  
1 — теодолит; 2 — точки, створ которых проверяется; 3 — новое направление

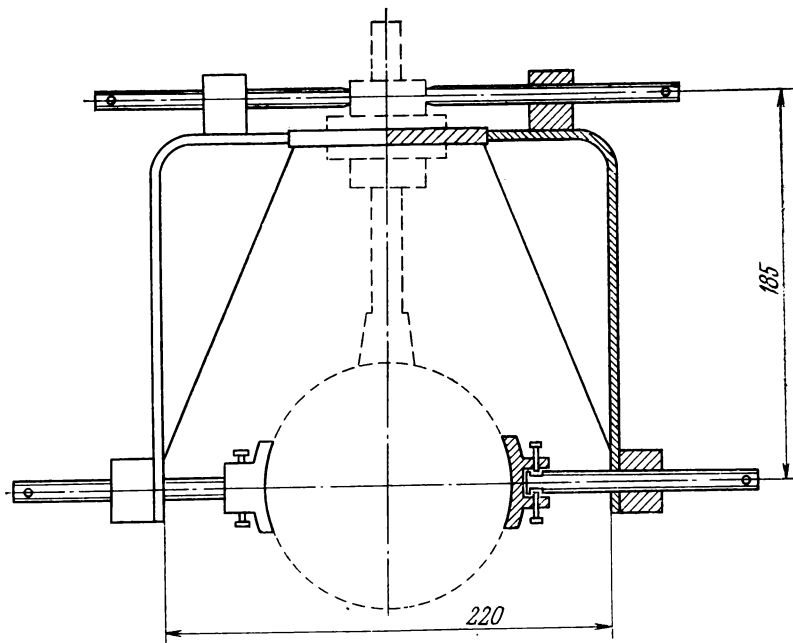


Рис. 93. Приспособление для установки УНС-2

При оценке створности отвесов существующего направления пользуются биссектором сетки нитей трубы. Зная диаметр нити отвесов, оценивают величину смещения контролируемых точек в реальных величинах. При этой оценке пользуются значением  $tg1' = 0,0003$ .

Продлять направление по створу отвесами можно на 100—120 м от пункта полигонометрии.

Для закрепления направления по створу применяют также световые указатели УНС-2 и указатели с лазерным источником света ЛУН-7. Прибор УНС-2 используют реже из-за конструктивно несовершенной подвески и электрической части.

На практике для плавной и быстрой наводки прибора УНС-2 по направлению применяют предложенное автором дополнительное приспособление, которое крепят электросваркой к установочной доске из заводского комплекта. Конструкция приспособления показана на рис. 93.

Для установки прибора в горной выработке поступают следующим образом. На бетонной и железобетонной крепи с помощью болтов, а на металлической крепи с помощью хомутов укрепляют кусок шпалы. Затем на эту деревянную основу подвешивают световой указатель. Из заводского комплекта, таким образом, используют только подвески для деревянной крепи.

Наибольший эффект дает применение сразу нескольких приборов УНС-2 в разных забоях при проходке околоствольных выработок.

Лазерный указатель направлений ЛУН-7 находит все большее применение в практике. Совершенствуется сам прибор, совершенствуются и методы его применения. Направление для ЛУН-7 задают с пунктов полигонометрии с точностью, обеспечивающей смещение луча на 300 м не более  $\pm 30$  мм.

#### **§ 46. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ ЗАКРУГЛЕНИЯ**

Направление на проведение закругления вначале произвольно намечают на плане и затем, после производства необходимых угловых и линейных измерений в шахте, наносят на план по координатам. Рабочие скобки определяют графически, что требует особой тщательности при работе с планом.

*Подготовка исходных данных.* На рабочем плане масштаба 1:100 намечают ориентировочно линию будущего направления, например  $1 - 1'$ . Линию  $1 - 1'$  прочерчивают так, чтобы минимальное расстояние  $c$  до внутренней стенки выработки было примерно 30—35 см. Меньшее расстояние намечать не следует.

На плане определяют зону возможного смещения направления (на рис. 94 зоны показаны штриховкой). Величину зоны выбирают с таким расчетом, чтобы направление было эффективным, т. е. захватывало возможно больший отрезок выработки.

Определяют местоположение точки  $1$  по отношению к ближайшей точке полигонометрического хода и стенке выработки. Если есть старое направление, то положение точки  $1$  определяют по створу направления от последнего отвеса. Транспортиром с точностью до  $0,5^\circ$  на плане определяют дирекционный угол линии  $1 - 1'$ .

Сразу же намечают на плане запасной вариант направления. Это необходимо для того, чтобы наверняка выполнить работу в шахте, обезопасив себя от возможных случайностей.

Выписывают в рабочую книжку: дирекционный угол последней стороны полигонометрического хода, дирекционный угол последнего направления, длины последних сторон хода, ранее измеренные горизонтальные углы. В рабочей книжке делают эскиз местоположения будущих точек  $1$  и  $2$ , выписывают размер  $c$  и величину зоны смещения направлений  $d_1$  и  $d_2$ .

*Работа в шахте.* Пользуясь заготовленным эскизом, рулеточным промером определяют местоположение точки  $1$ . Зная размер зоны смещения  $d_1$ , определяют окончательное положение точки  $1$  и закрепляют ее.

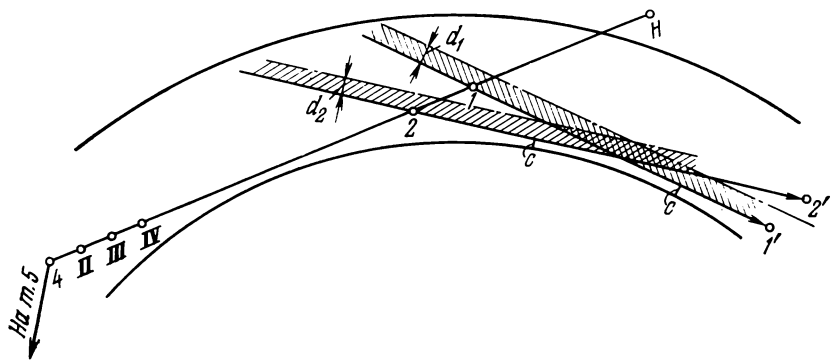


Рис. 94. Подготовка вариантов направления

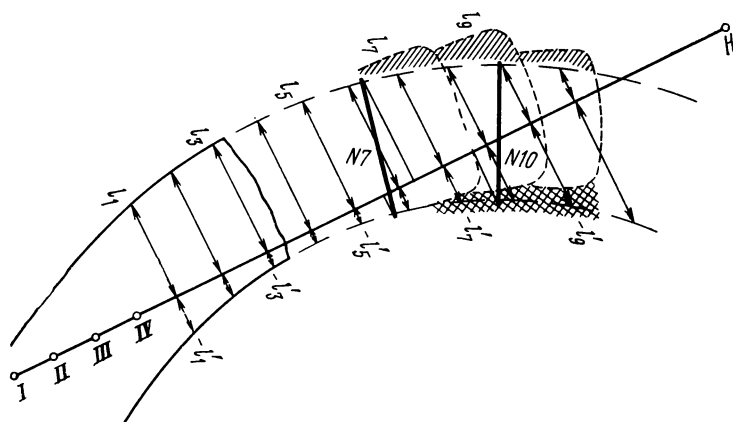


Рис. 95. Схема расположения скобок по перпендикулярам

На точке 4 измеряют контрольный угол и угол  $L5 - 4 - 1$ . По измеренным углам вычисляют дирекционный угол стороны  $4-1$ . По дирекционным углам сторон  $4-1$  и  $1-1'$  вычисляют угол на точке 1 для задания направления.

С точки 1 по вычисленному углу закрепляют направление. Измеряют угол на точке 1 и необходимые длины линий.

Делают съемку выработки забоя. Особое внимание обращают на тщательное определение положения крепи в забое.

Довольно часто намеченный основной вариант направления применить невозможно из-за различных причин. Тогда работают по запасному варианту. Если закрепить точки обоих вариантов не представляется возможным, то работу выполняют по одному из вариантов, но с «потерянной» точкой. В этом случае точку 1 (или 2) временно закрепляют на почве выработки. Измеряют угол  $\angle 5-4-1$ . Вычисляют угол  $\angle 4-1-1'$  и с точки 1 закрепляют новое направление. Один из отвесов обозначают как забойную точку. Производят угловые и линейные измере-

ния, необходимые для определения координат забойной точки и направления. На точке  $l$  углы не измеряют.

*Камеральная обработка.* Вычисляют координаты забойной точки и условной точки направления  $H$ . Наносят на план забойную точку, точку  $H$ , отвесы направления и положение крепи в забое. Если проходка закругления только начинается, то намечают положение первой рамы крепи или первой арки опалубки.

Дальнейшая работа заключается в определении рабочих скобок от линии направления до стенок выработки. В маркшейдерской практике, в зависимости от расположения скобок по отношению к линии направления и крепи, различают способ перпендикуляров и способ радиусов.

Рабочие скобки по перпендикулярам к линии направления намечают через равные промежутки от последнего отвеса направления. На рис. 95 скобки  $l_1, l_2, \dots, l_{10}$  и т. д. показаны для наружной стенки выработки, а скобки  $l'_1, l'_2, \dots, l'_{10}$  и т. д. — для внутренней.

Пунктиром показаны три цикла буровзрывных работ. Вследствие того что размеры скобок меняются, не всегда в забое можно определить направление скобки для внутренней стенки выработки. В результате оконтуривание забоя делается с грубыми ошибками. Практика показала, что забой всегда «тянет» в сторону внешней стенки выработки. В результате — переборы породы с одной стенки присечка породы с другой. Для правильной установки крепи (см. рамы № 7 и 10) недостаточно одного перпендикуляра. Для каждой рамы их нужно два, чего нельзя предусмотреть заранее. Рабочие скобки по перпендикулярам следует применять для проведения выработок без крепления. Для выработок с металлической рамной, монолитной бетонной и железобетонной крепью рабочие скобки по перпендикулярам задавать нельзя.

Рабочие скобки по радиусу позволяют правильно оконтуривать забой и верно устанавливать крепь (рис. 96).

На плане намечают положение первой рамы крепи или первой арки опалубки. Затем внешнюю стенку выработки разбивают на отрезки  $m$  (шаг крепи). Размер  $m$  для металлической крепи задается проектом, а для монолитной бетонной крепи лимитируется применяемой опалубкой. Если  $m$  менее 1 м, то разбивку отрезков делают через  $2m$ . Соединяют точки внешней стенки с центром закругления  $O$ . Отрезки радиусов между стенками выработки определяют положение рам крепи или арок опалубки. Шаг крепи  $n$  по внутренней стенке определяют по формуле (рис. 97)

$$n = m(R - c_n) / (R + B - C_n),$$

где  $R$  — радиус закругления;  $B$  — ширина выработки в свету.

Графически определяют рабочие скобки  $c_1, c_2, \dots, c_n$  от линии направления до внешней стенки выработки.

Кроме рабочих скобок, делают привязку отдельных рам от последнего отвеса направления. На рис. 96 это рамы первая (размеры  $p_1, l_1, l'_1$ ) и шестая (размеры  $p_6, l_6, l'_6$ ). Размер  $l'_6$  представляет ломаную линию, состоящую из четырех отрезков: от отвеса  $IV$  до рамы 3, от рамы 3 до рамы 4, от рамы 4 до рамы 5 и от рамы 5 до рамы 6, т. е. размер

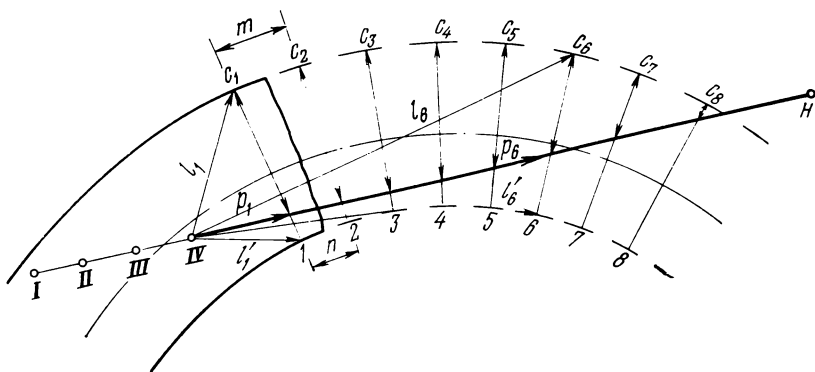


Рис. 96. Схема расположения скобок по радиусам

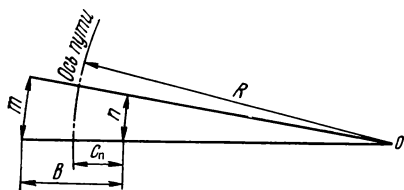


Рис. 97. Схема определения шага крепи

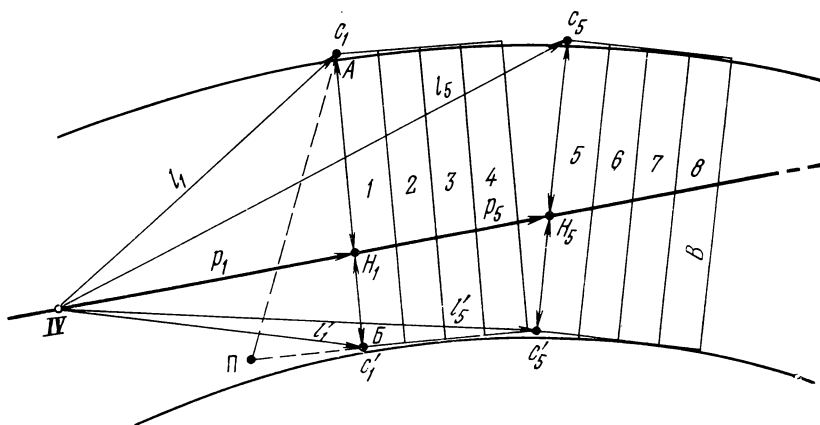


Рис. 98. К определению размеров скобок для сборной железобетонной крепи

$l'_6$  равен первому отрезку плюс  $3n$ . По размерам  $p$ ,  $l$  проходчики и справляют накопившиеся ошибки при установке крепи.

Все большее применение находит при креплении закруглений сборная железобетонная крепь из гладкостенных тубингов, устанавливаемых пакетами по 3—4 кольца. Разрывы между пакетами закрепляют монолитным бетоном.

Рабочие скобки для тубинговой крепи определяют в следующем порядке. На плане по радиусу закругления

ориентируют середину пакета, т. е. швы между средними кольцами (рис. 98). Перпендикулярно к радиусу проводят касательную к внешнему борту выработки. По размеру  $B$  проводят касательную к внутреннему борту. Вправо и влево от радиуса отмечают положение 1, 2, 3 и 4 колец крепи. Такую же разбивку делают для второго пакета. На первом кольце отмечают точки  $A$  и  $B$ , которые соответствуют верхним углам нижних тубингов. Отмечают точки пересечения направления с краями первого и пятого колец крепи (точки  $H_1$  и  $H_5$ ).

Графически определяют размеры  $c_1, c_2, c_1, + c'_1 = B, p_1, l_1, l'_1$ . Для второго пакета определяют размеры  $c_5, c'_5, p_5, l_5, l'_5$ .

В забое по размерам  $p_1, l_1, l'_1, c_1, c'_1$  и высотным реперам, устанавливают раму-шаблон. Затем устанавливают нижние тубинги с обоих бортов выработки. Ориентируют их перпендикулярно линии  $AB$  и полностью собирают первое кольцо тубингов. После выверки и расклинки его монтируют остальные кольца пакета.

*Контроль работ.* При подготовке исходных данных все **выписки** из журналов считывают с оригиналом. Параметры с плана снимают дважды.

Контролем работы в шахте могут служить только повторные измерения. Если работа производилась с «потерянной» точкой, то повторных измерений не требуется.

Вычисления координат точек направления делают в две руки.

Графическое определение скобок выполняют дважды или дублируют другим лицом.

#### **§ 47. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ НА ПРОВЕДЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК**

Размеры сопряжений, в зависимости от количества рельсовых путей и марок стрелочных переводов, колеблются в широких пределах. В маркшейдерской практике выработан единый подход к заданию направлений сопряжениями.

Рассмотрим направления на проведение и крепление сопряжений с монолитной бетонной крепью, как наиболее типичные.

Перед началом работ изучают рабочий чертеж сопряжения (узла) и проект производства работ (паспорт) с целью определения последовательности разработки узла, числа заходов, шага опалубки.

Различают три варианта проведения сопряжения: «по ходу», «против хода» и «со стороны заезда».

На проведение сопряжения «по ходу» направление задают параллельно оси основного пути.

После вычисления рабочей скобки  $c_p$  намечают на рабочем плане масштаба 1:100 скобки-засечки для точного обозначения в натуре косоугольной стенки сопряжения (рис. 99). Привязку косоугольной стенки начинают с точек 1 и 2. Линия 1 — 2 обозначает начало узла и равна ширине первой арки. Расстояния от отвесов до точек 1 и 2 определяют графически.

Точки 3, 5, 7, 9 (в дальнейшем будем называть их базисными) определяют по рабочему чертежу сопряжения и паспорту крепления. Базисные точки должны соответствовать местам установки фактических

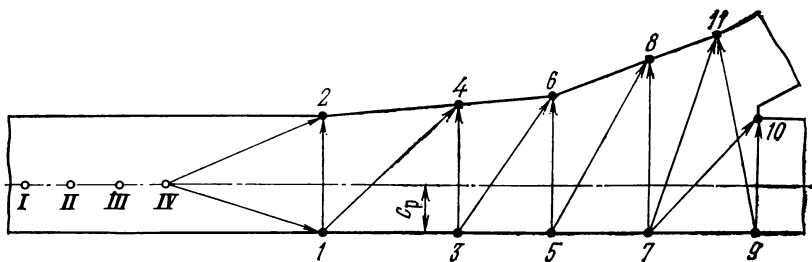


Рис. 99. Схема скобок-засечек при проходке сопряжения «по ходу»

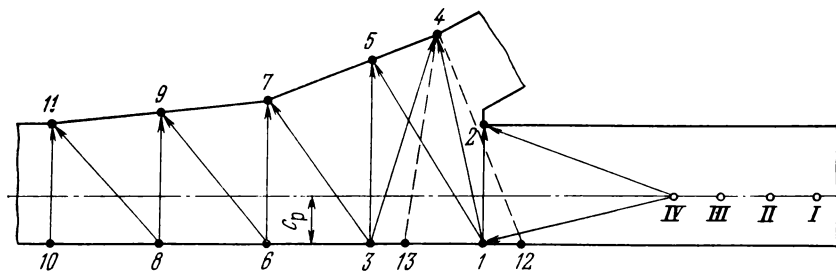


Рис. 100. Схема скобок-засечек при проходке сопряжения «против хода»

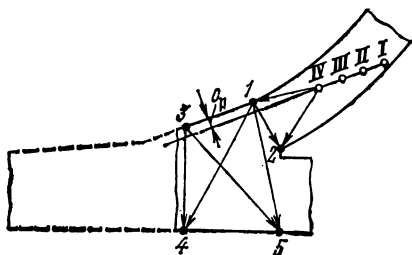


Рис. 101. Схема скобок-засечек при проходке сопряжения со стороны заезда

арок опалубки. Линии 3—4, 5—6, 7—8 и 9—10 равны ширине соответствующих арок опалубки. Линия 9—11 по местоположению и величине соответствует кривой арке. Расстояния 1—4, 3—6, 5—8, 7—11, 7—10 определяют графически. Засечки строят так, чтобы углы в треугольниках были не менее  $30^\circ$ .

Базисные точки намечают на прямой стенке сопряжения, а не на линии направления. Рабочая скобка  $c_p$  дает возможность правильно перенести в натуре прямую стенку, которая и служит в дальнейшем базисом для разметки остальных элементов сопряжения.

При проведении сопряжения «против хода» направление задают также параллельно оси основного пути.

Определение местоположения и размеров скобок-засечек такое же, как в варианте проходки узла «по ходу». Порядок определения положения базисных и остальных точек узла показан на рис. 100.

В этом варианте некоторую трудность представляет установка кривой арки. Часто в слабых породах заходка настолько мала, что с то-

чек 3 и 1 невыгодно делать засечку на точку 4, так как угол 3—4 — 1 меньше  $30^\circ$ . В этом случае намечают дополнительные базисные точки 12 и 13. Точкой 2 для привязки и установки косо́й арки не пользуются.

При проведении сопряжения со стороны заезда направление задают дважды.

Первое направление задают параллельно одному из участков косо́й стенки (рис. 101). Дирекционный угол направления вычисляют, пользуясь проектным полигоном и размерами рабочего чертежа сопряжения. Рабочую скобку  $c_p$  определяют графически на плане масштаба 1:100 (один из редких случаев, когда рабочую скобку не вычисляют). Направление задают так, чтобы рабочая скобка была минимальной, т. е. 30—40 см.

От отвесов направления дают привязку точек 1, 2, и 3. Размеры линий IV — 1, IV — 2 определяют графически. Размер 1—2 соответствует проектной ширине арки. Размер 1—5 равен ширине косо́й арки. Размеры 3—4, 4—5 определяют по чертежу узла и паспорту крепления. Последним определяют размер 1 — 3.

После бетонирования первой заходки прокладывают теодолитный ход и задают новое направление, параллельное основному пути сопряжения. Всю дальнейшую работу строят так, как указано в варианте проходки «против хода».

#### **§ 48. ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ НА ПРОВЕДЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Направление в вертикальной плоскости обычно задают нивелиром при углах наклона выработки до  $6^\circ$  и теодолитом при углах наклона более  $6^\circ$ .

Как для горизонтальных, так и для наклонных выработок направление в вертикальной плоскости задают методом боковых реперов. Метод отвесов применения не нашел, так как для проходки капитальной выработки нельзя задавать высотные реперы только по одной линии. Для проходки второстепенных выработок достаточно ватерпаса или специального треугольника с отвесом.

В практике применяют два способа задания направления при помощи боковых реперов: основной способ — от точки теодолитного хода, имеющей высотную отметку, и рабочий способ — от существующих высотных боковых реперов.

Метод боковых реперов очень прост в работе. Однако именно при применении его маркшейдеры делают наибольшее количество ошибок, причиной которых являются: нарушение последовательности операций, вычисления «в уме», неправильный выбор исходных данных, отсутствие контрольных операций.

Основной и рабочий способы задания направлений в наклонных выработках подробно рассмотрены в § 36.

Высотное направление закрепляют в выработке при помощи парных боковых реперов: на обоих бортах выработки, на каждом рабочем пикете специальным знаком отмечают уровень, отметка которого на 1 м выше проектной головки рельсов. Знак представляет собой овал с

горизонтальной и вертикальной линиями. Вертикальная линия указывает место на краю горизонтальной линии, соответствующее проектной отметке. На бетонной и металлической креплениях знаки фиксируют быстросохнущей краской яркого цвета (оранжевого, пунцового, желтого). Для долговременной сохранности через 1—2 дня знаки покрывают тонким слоем солидола. На деревянных креплениях знаки боковых реперов вырубают на стойках, а место фиксации отметки обозначают гвоздем. В наклонных выработках расстояние от реперов до головки рельсов задают по нормали к почве.

**Основной способ задания направления для горизонтальных выработок.** *Подготовка исходных данных.* В рабочей нивелирной книжке, на первых страницах, выписывают с бланка профиля проектные высотные отметки головки рельсов нескольких пикетов и проектный уклон. Здесь же выписывают высотные отметки постоянных пунктов полигонометрии. Делают зарисовку привязки одного или нескольких проектных пикетов к существующим пунктам полигонометрии.

*Работа в шахте.* Намечают на бортах выработки места пикетов по привязке от пунктов полигонометрии. Устанавливают нивелир и берут отсчет по рейке на постоянном пункте, записывают отсчет в рабочую книжку. Отмечают горизонт инструмента на бортах выработки, на каждом пикете.

Вычисляют отметку горизонта инструмента  $H_{гор}$ . По отметкам пикетов  $H_{ПК}$  и отметке горизонта инструмента вычисляют домеры  $\Delta h$  от горизонта инструмента до уровня реперов:

$$\Delta h = H_{ПК} - H_{гор}$$

На остальных пикетах домеры вычисляют по проектному уклону. Все вычисления оформляют в рабочей книжке в виде схемы (рис. 102).

Отмеряют на каждом пикете от горизонта инструмента домеры со своими знаками и отмечают специальными значками уровень реперов.

Переставляют нивелир, отмечают новый горизонт на последнем пикете и выборочно еще на одном — двух пикетах и берут по рейке отсчет на постоянном пункте. Замеряют от нового горизонта расстояния до боковых реперов. Вычисляют отметки реперов. Сравнивают полученные отметки с проектными. Разница не должна превышать  $\pm 4$  мм (допуск берется из расчета малого количества штативов).

*Камеральная обработка и контроль.* Исходные данные при выписке считывают с оригиналом. Поскольку рабочая нивелирная книжка быстро заполняется и заменяется новой, отметки проектных пикетов и отметки пунктов полигонометрии в новую книжку выписывают из каталога и бланка профилей с обязательной считкой. Переписывать отметки из одной книжки в другую не рекомендуется.

Правильность вычислений домеров контролируется по схеме другим лицом (см. рис. 102).

**Рабочий способ задания направления для горизонтальных выработок.** Для того чтобы перенести направление в вертикальной плоскости ближе к забою, в качестве

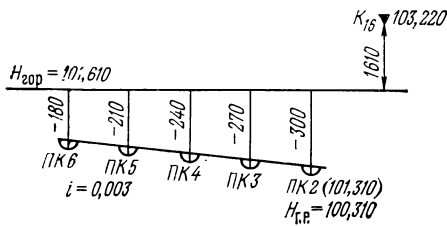


Рис. 102. Пример записи превышений при основном способе

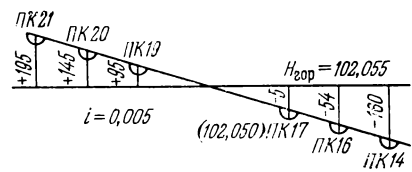
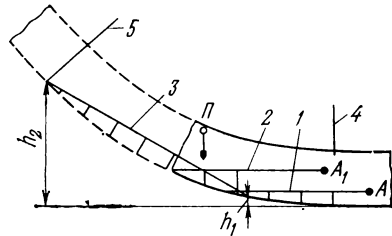


Рис. 103. Пример записи превышений при рабочем способе

Рис. 104. Схема задания направления по вертикальной дуге:

1, 2 — направление горизонтали; 3 — переходное направление; 4, 5 — начало и конец выработки по дуге;  $h_1$ ,  $h_2$  — превышения концов переходного направления



исходных пунктов пользуются существующими боковыми реперами. Камеральной подготовки здесь не требуется.

*Работа в шахте.* Разбивают пикетаж. Устанавливают нивелир. Отмечают горизонт инструмента на трех известных боковых реперах и на новых забойных реперах. Измеряют от существующих реперов расстояния до горизонта инструмента. Разница между фактическими размерами и вычисленными по проектному уклону не должна превышать  $\pm 5$  мм.

Выписывают измеренные расстояния на схему (рис. 103) и вычисляют по проектному уклону домеры на забойных пикетах.

От горизонта инструмента откладывают домеры и отмечают уровень новых боковых реперов.

Одновременно с заданием реперов производится нивелирование головки рельсов и кровли выработки. Нивелирование должно выполняться с перекрытием предыдущего нивелирования на два-три пикета.

*Камеральная обработка и контроль.* Работа контролируется другим лицом по схеме в рабочей книжке.

Основной способ применяют через 120—140 м подвигания забоя в обязательном порядке для контроля рабочего способа.

*Задание направления по дуге окружности.* В шахтах, оборудованных конвейерами, проходку некоторых выработок ведут в вертикальной плоскости по дуге окружности. Например, по дуге проходят конвейерный квершлаг для перегрузки угля на сборный штрек, который находится выше основного горизонта. Радиус искривления конвейера в вертикальной плоскости зависит от марки конвейера. Сложность маркшейдерских работ при проходке таких выработок в том, что приходится задавать дополнительное (переходное) направление.

Таблица 15

l, м	Превышение $\Delta h$ (м) для дуги радиусом, м					
	100	120	140	160	180	200
2	0,02	0,02	0,01			
4	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03
6	0,18	0,15	0,13	0,11	0,10	0,09
8	0,32	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
10	0,50	0,42	0,36	0,31	0,28	0,25
12	0,72	0,60	0,52	0,45	0,40	0,36
14	0,98	0,82	0,70	0,61	0,55	0,49
16	1,29	1,07	0,92	0,80	0,71	0,64
18	1,63	1,36	1,16	1,02	0,91	0,81
20	2,02	1,68	1,44	1,26	1,11	1,01
22	2,45	2,03	1,74	1,52	1,35	1,21
24	2,92	2,43	2,03	1,81	1,61	1,45
26	3,44	2,85	2,44	2,12	1,89	1,70
28	4,00	3,31	2,83	2,47	2,19	1,97
30	4,61*	3,82	3,25	2,84	2,52	2,26
32	—	4,35	3,71	3,23	2,85	2,58
34	—	4,92	4,19	3,66	3,24	2,91
36	—	5,53*	4,71	4,10	3,64	3,27
38	—	—	5,28	4,58	4,06	3,64
40	—	—	5,84	5,40	4,50	4,04
42	—	—	6,45*	5,61	4,97	4,46
44	—	—	—	6,17	5,46	4,90
46	—	—	—	6,76	5,98	5,36
48	—	—	—	7,37*	6,52	5,85
50	—	—	—	—	7,08	6,35
52	—	—	—	—	7,68	6,88
54	—	—	—	—	8,29*	7,43
56	—	—	—	—	—	8,00
58	—	—	—	—	—	8,60
60	—	—	—	—	—	9,21*

\* Превышение соответствует дуге в  $17^{\circ}27'30''$ .

Перед началом работ готовят рабочий план крупного масштаба 1:100 или 1:50. Вертикальную проекцию вычерчивают, пользуясь табл. 15 (составлена автором). В таблице даны превышения  $\Delta h$  над горизонтом через каждые два метра по горизонтали для радиусов дуги в 100, 120, 140, 160, 180, 200 м. Для промежуточных радиусов превышения определяют интерполяцией.

Начало дуги проходят с высотными реперами, заданными по горизонтали (рис. 104). Реперы задают ступеньками до тех пор, пока отметка почвы забоя позволит задать переходное направление. Каждый горизонт реперов привязывают в плане к какой-нибудь условной точке (А, А<sub>1</sub>), от которой ведут счет расстояниям до скобок. Вертикальные переменные скобки от горизонта реперов до почвы выработки определяют графически по профилю выработки через равные интервалы.

Переходное направление планируют заранее. Для этого на вертикальной проекции прочерчивают линию реперов таким образом, чтобы она прошла через точки почвы, имеющие проектную отметку. Одна из

этих точек имеет табличную отметку, другая — проектную отметку начала наклонной выработки. По разнице высотных отметок концов линии и ее горизонтальному проложению вычисляют угол наклона направления. Максимальная скобка при этом не должна быть больше 1,5—1,6 м.

Намечают на плане, а затем в выработке временную точку П. Определяют из теодолитного и нивелирного ходов координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$  точки П. Наносят ее на план и вертикальную проекцию. Определяют отметку уровня реперов под точкой. Начиная от точки П, через равные интервалы графически определяют скобку до почвы по нормали к линии реперов.

В шахте переходное направление задают «основным способом» (см. § 36). Под углом  $90^\circ$  к оси выработки отмечают на бортах начало счета интервалов. После отхода забоя от точки П на 10—12 м реперы проверяют и переносят ближе к забою. Привязку интервалов не меняют.

Когда будет пройдена выработка по дуге, в забое снова закрепляют точку теодолитного хода и передают на нее высотную отметку. С этой точки задают направление наклонной выработке «основным способом»

**З а д а н и е   н а   п р а в л е н и я   п о   ш н у р у.** В околовольных выработках с углами наклона  $30^\circ$ — $55^\circ$  и длиной 20—60 м (бункерах, ходках различного назначения, выработках для чистки зумпфов стволов и др.) направление в вертикальной плоскости по требованиям техники безопасности нельзя задавать только боковыми реперами.

Чтобы обеспечить безопасность, достаточную точность и удобство пользования направлением, его задают с помощью шнура от одной пары высотных боковых реперов.

Боковые высотные реперы располагают в устье выработки так, чтобы они находились в заданной наклонной плоскости. Для этого предварительно определяют координаты  $x$ ,  $y$ ,  $z$  вспомогательных точек, пользуясь теодолитом и нивелиром, затем по плану и вертикальному разрезу определяют домеры до исходных боковых реперов и скобку до почвы. Пример вычисления высот такой пары реперов дан в работах при проходке разгрузочной ямы и наклонного бункера (см. § 50).

Боковые реперы обозначают в натуре деревянными пробками, забитыми в специально пробуренные шпурсы. В пробки забивают гвозди, к которым прикрепляют шнуры.

В забое пользуются шнуром и деревянным, тупоугольным треугольником, в середине длинной стороны которого вбит гвоздь с отвесом. На одной из сторон треугольника нанесена риска, соответствующая положению отвеса, при котором длинная сторона будет расположена под заданным углом.

В забое натягивают шнур и перемещают его конец в вертикальной плоскости до совмещения отвеса с риской при одновременном касании шнура длинной стороной треугольника. Отмечают на стенке выработки одну или две точки по шнуру. Точно так же отмечают положение

наклонной плоскости на другой стенке выработки и по скобке проверяют положение почвы.

Следует помнить, что на шнуре имеется только одна пара точек, через которые можно провести прямую, параллельную прямой, проходящей через концы шнура. С увеличением угла наклона эта пара точек перемещается от середины шнура к его нижнему краю (закон цепной линии). Поэтому для уменьшения стрелы провеса используют легкую и прочную нить.

Точность направления по шнуру достаточна для практических целей. Отклонения от проектного положения не превышают 40—60 мм в конце шестидесятиметрового участка выработки.

#### § 49. КОНТРОЛЬ ТЮБИНГОВОЙ КРЕПИ

Гладкостенная тубинговая крепь КузНИИШахтостроя представляет собой часть кольца, собираемого из отдельных элементов. Установка ее требует тщательного соблюдения заданных размеров. Перекос крепи при сборке ведет к неравномерному распределению горного давления на элементы крепи, что приводит к быстрому ее разрушению.

При внедрении тубинговой крепи было испытано много вариантов контроля правильности геометрической формы «кольца». Первоначально контроль сборки осуществлялся измерением радиуса. После сборки «кольца» определялось положение его центра и затем шаблоном, равным радиусу, проверялось положение отдельных тубингов. Способ этот не получил применения, ввиду того что ошибки обнаруживались после сборки всего кольца и определение положения центра кольца отнимало много времени у проходчиков. Способы контроля по хордам и ординатам от оси выработки также себя не оправдали. По мере освоения тубинговой крепи росли темпы проходки. Необходим был такой контроль при сборке кольца, который бы гарантировал хорошее качество и не требовал больших затрат времени.

Наиболее простым и точным оказался контроль по нижним тубингам. Точная установка нижних тубингов по высоте от реперов (размер  $h$ ), по «развалу» (размер  $p$ ) и по ширине (размер  $B$ ) гарантирует правильную сборку «кольца» (см. рис. 86). В обязанность маркшейдера входит определение проектных размеров  $h$ ,  $p$ ,  $B$  и их систематический контроль. Колебания размера  $h$  не должны превышать 20 мм (только со знаком плюс), колебания размера  $p$  должны быть в пределах  $\pm 10$  мм, колебания размера  $B$  не более  $\pm 20$  мм.

При использовании прибора ЛУН-7 контроль крепи осуществляют только по радиусу, так как луч прибора устанавливают и по центру кольца, и по проектному уклону выработки. При установке нижних тубингов используют боковые высотные реперы.

#### § 50. РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РАЗГРУЗОЧНОЙ ЯМЫ И НАКЛОННОГО БУНКЕРА

Разгрузочная яма и бункер — единый комплекс горных выработок, осуществляющий перегрузку полезного ископаемого или породы с горизонта в ствол.

**Разгрузочная яма** — выработка переменного сечения с двумя скошенными стенками, которые футеруются рельсами.

**Бункер** — наклонная выработка прямоугольного сечения, 6—8 м<sup>2</sup> в свету. Почва бункера футеруется рельсами. Размеры бункера зависят от производительности подъема и могут достигать в длину 25—40 м.

**Сопряжение бункера с ямой** — вертикальная выработка прямоугольного сечения. Практически можно выделить два варианта сопряжений. Первый вариант — короткая ось ямы и ось бункера расположены в разных вертикальных плоскостях, которые пересекаются под углом  $\alpha > 0^\circ$ ; второй вариант — короткая ось ямы и ось бункера расположены в одной вертикальной плоскости, где  $\alpha = 0^\circ$  (см. рис. 112).

В маркшейдерских работах при проведении разгрузочной ямы и бункера необходимо учитывать, следующее:

бункер всегда идет на сбойку с камерой загрузки скипов или камерой питателя; точность сбойки должна быть высокой;

ограничена работа с угломерными инструментами и нивелиром; практически все разбивки и привязки осей делают на поверхности ямы до начала проходческих работ;

сечения бункера и ямы не позволяют пользоваться контрольными отвесами (разместить в бункере, а точнее, в сопряжении можно только два отвеса);

от взаимного расположения осей бункера и ямы зависит конфигурация сопряжения бункера с ямой, что отражается на подготовке исходных данных.

Разграничить резко маркшейдерские работы на первоочередные и последующие практически невозможно. И для ямы, и для бункера направления и привязки задают одновременно.

*Подготовка исходных данных.* Работу начинают с проверки и увязки проектных размеров в горизонтальной и вертикальной плоскостях для обеспечения сбойки бункера с камерой загрузки. Для этой работы подбирают следующие материалы: журнал проходки ствола, чертеж сечения ствола, схему привязки ямы и бункера к стволу, рабочие чертежи камеры разгрузки вагонеток и камеры загрузки скипов, рабочие чертежи ямы и бункера, координаты точек проектного полигона, координаты пунктов полигонометрии в районе камеры разгрузки вагонеток, фактические координаты центра ствола и профиль камеры разгрузки.

Составляют схему в двух проекциях в крупном масштабе (рис. 105). На нее с рабочих чертежей выписывают размеры  $a$ ,  $c$ ,  $h_t$ ,  $h_f$ ,  $h_n$ ,  $l_n$ , угол  $\beta$ .

По фактическим координатам центра ствола  $x_{\text{ц}}$ ,  $y_{\text{ц}}$  и координатам центра ямы из проектного полигона  $x_5$ ,  $y_5$  определяют длину и дирекционный угол линии Ц-5. Сличают вычисленный дирекционный угол линии Ц-5 с фактическим дирекционным углом оси ствола. Разница  $\epsilon$  не должна превышать  $\pm 3'$ . Если разница значительная, то определяют смещение  $n$  точки 5 по линии проектного полигона и вычисляют координаты

наты исправленной точки  $5_{и}$ . Здесь возможны два случая. Из рис 106, а определяем

$$n = \frac{a_{выч} \sin \varepsilon}{\sin \varphi}; \quad a_{и} = \frac{a_{выч} \sin (\varphi - \varepsilon)}{\sin \varphi},$$

где  $a_{выч}$  — длина линии Ц-5 из обратной задачи;  $\varphi$  — угол между осью ствола и осью ямы;  $a_{и}$  — расстояние между центром ствола и новым (исправленным) центром ямы.

Во втором случае (рис. 106, б) определяем

$$a_{и} = \frac{a_{выч} \sin (180^\circ - \varphi - \varepsilon)}{\sin \varphi}.$$

По координатам  $x_{ц}$ ,  $y_{ц}$ ,  $x_{5и}$ ,  $y_{5и}$  решают обратную задачу: проверяют  $a_{и}$  и дирекционный угол линии Ц-5<sub>и</sub>. Исправляют размер  $a$  на схеме и одновременно высоту бункера и ямы.

Вычислять координаты  $x_{5и}$ ,  $y_{5и}$  можно только тогда, когда величина  $n$  позволяет сдвинуть яму в пределах камеры без нарушения правил техники безопасности. Обычно  $n \leq 0,5$  м. Вычисляют угол  $\alpha = 90^\circ - \varphi$ .

Из рабочего профиля выписывают на схему проектную отметку головки рельсов на центре ямы  $H_5$  (см. рис. 105). Из журнала проходки ствола выписывают фактическую отметку кровли камеры загрузки или камеры питателя  $H_4$ . Если этой отметки в журнале проходки ствола нет, то ее определяют непосредственной передачей по стволу с горизонта.

Очевидно, что

$$H_5 - H_4 = h_t + h_б + h_{я},$$

где  $h_t$  — проектная высота сопряжения бункера с камерой загрузки;  $h_б$  — высота бункера;  $h_{я}$  — проектная высота разгрузочной ямы с сопряжением. Если равенство не соблюдается, то исправляют  $h_{я}$ .

Возможны случаи, когда ось бункера и ось ствола образуют между собой угол на точке 4. Проверка проектных размеров в этих случаях принципиально ничем не отличается от изложенной, только предварительно по фактическим координатам центра ствола, дирекционному углу оси ствола и размеру  $c$  вычисляют координаты точки 4. После проверки и исправления параметров общей схемы начинают подготовку направлений по высоте. Переходят от размеров по

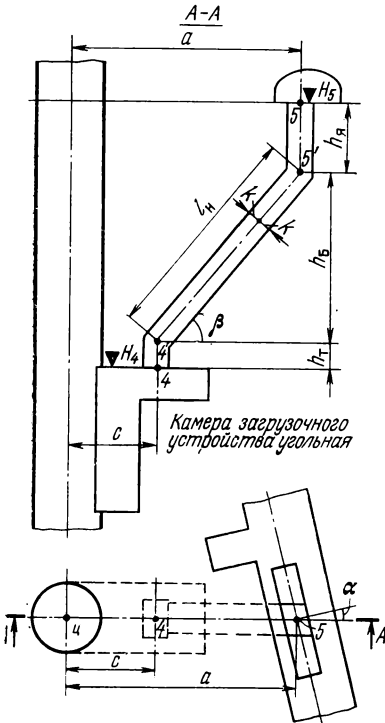


Рис. 105. Схема привязки разгрузочной ямы и бункера к стволу

Рис. 106. К определению смещения центра разгрузочной ямы

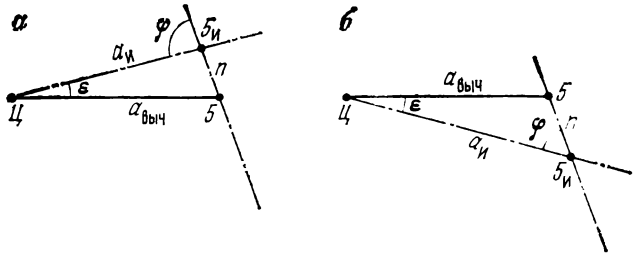
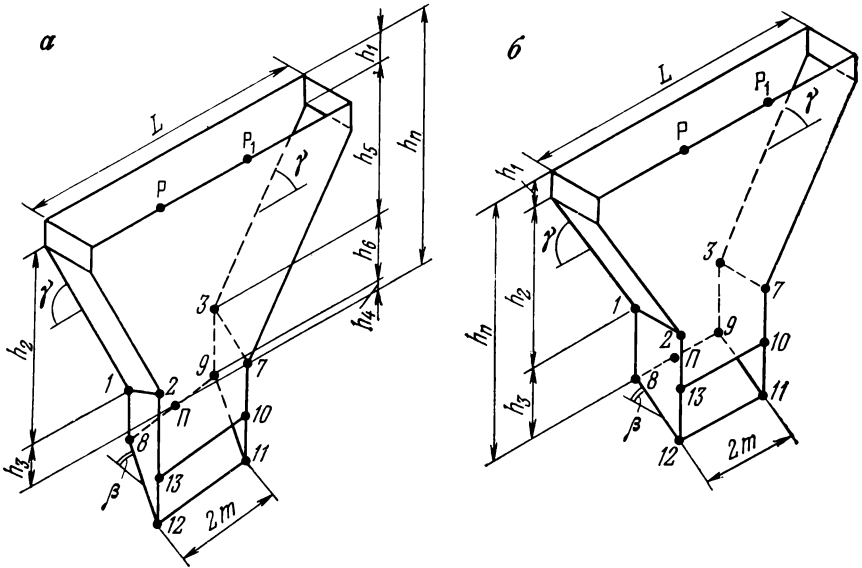


Рис. 107. Разгрузочная яма



осям к реальным размерам объекта. Вычисляют высотные отметки точек пересечения трех плоскостей в сопряжении ямы с бункером.

В а р и а н т п е р в ы й (рис. 107, а). Здесь короткая ось ямы и ось бункера расположены в разных вертикальных плоскостях. Угол между плоскостями  $\alpha$ . Вначале вычисляют высотную отметку точки П, т. е. вспомогательной точки, образованной пересечением задней стенки ямы, почвы бункера и вертикальной плоскости, проходящей через ось бункера,

$$H_{\Pi} = H_5 - h_{\Pi} + \frac{b \operatorname{tg} \beta}{\cos \alpha} - \frac{k}{\cos \beta},$$

где  $b$  — половина ширины ямы;  $k$  — половина высоты бункера по нормали к почве.

Отметки точек 8 и 9 определяют из выражений

$$H_8 = H_{\Pi} - m \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta;$$

$$H_9 = H_{\Pi} + m \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta.$$

Точки 1 и 7 имеют равные отметки. Равные отметки имеют также точки 2 и 3:

$$H_1 = H_7; H_1 = H_5 - h_1 - h_2; H_2 = H_3; H_3 = H_5 - h_1 - h_5;$$

$$h_2 = \operatorname{tg} \gamma \left( 1/2L + b \operatorname{tg} \alpha - \frac{m}{\cos \alpha} \right);$$

$$h_5 = \operatorname{tg} \gamma \left( 1/2L - b \operatorname{tg} \alpha - \frac{m}{\cos \alpha} \right),$$

где  $h_1$  — высота торцевой стенки ямы из проекта;  $L$  — размер ямы по длинной оси;  $m$  — половина ширины бункера.

Отметки точек 11 и 12 вычисляются от отметок точек 9 и 8:

$$H_{11} = H_9 - \frac{2b}{\cos \alpha} \operatorname{tg} \beta;$$

$$H_{12} = H_8 - \frac{2b}{\cos \alpha} \operatorname{tg} \beta.$$

Отметки точек 10 и 13 зависят от высоты бункера:

$$H_{10} = H_{11} + \frac{2k}{\cos \beta};$$

$$H_{13} = H_{12} + \frac{2k}{\cos \beta}.$$

В а р и а н т второй (рис. 107, б). Здесь короткая ось ямы и ось бункера лежат в одной вертикальной плоскости.

Высотную отметку точки П и других характерных точек ямы и сопряжения определяют по формулам первого варианта при условии, что  $\alpha = 0^\circ$ :

$$H_{\Pi} = H_5 - h_n + b \operatorname{tg} \beta - \frac{k}{\cos \beta};$$

$$H_8 = H_9 = H_{\Pi};$$

$$H_1 = H_2 = H_3 = H_7;$$

$$H_1 = H_5 - h_1 - \operatorname{tg} \gamma (1/2L - m);$$

$$H_{11} = H_{12}; H_{11} = H_{\Pi} - 2b \operatorname{tg} \beta;$$

$$H_{10} = H_{13}; H_{10} = H_{12} + \frac{2k}{\cos \beta}.$$

По отметкам точек 1, 2, ..., 13 в дальнейшем при камеральной обработке вычисляют превышения от верхнего края ямы и выдают исполнителям в виде двух эскизов по вертикальным стенкам ямы. Отметки точек 11, 12 нужны также для задания направления бункеру в вертикальной плоскости.

Для пространственной привязки короткой оси и вертикальной стенки ямы пользуются рабочим планом крупного масштаба (1:100, 1:200), чертежами разгрузочной камеры и ямы, координатами пунктов полигонометрии, расположенных рядом с камерой разгрузки вагонеток, координатами центра ямы.

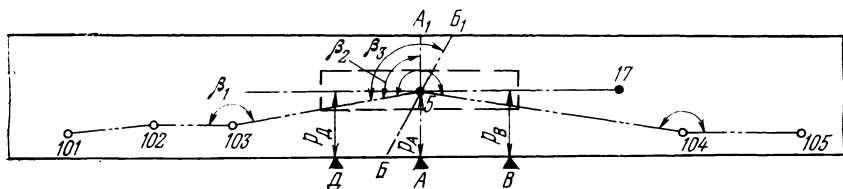


Рис. 108. Схема работ по выноске осей разгрузочной ямы и бункера

Если оси ямы и бункера находятся в разных плоскостях, то подготавливают данные для закрепления в шахте обеих осей. Вначале намечают места закрепления осей на бортах камеры разгрузки. Расстояния от ближайших пунктов полигонометрии до точек осей на бортах камеры определяют графически на рабочих планах. Оси в натуре выносят только тогда, когда им обеспечена долговременная сохранность.

Подготавливают разбивочную схему (рис. 108). Здесь 5 — центр разгрузочной ямы; 17 — точка проектного полигона на длинной оси ямы; 101, 102, 103, 104, 105 — пункты полигонометрии; А — А<sub>1</sub> — короткая ось ямы; В — В<sub>1</sub> — ось бункера. Вычислением находят длину и дирекционный угол линии 103—5 и углы  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ . Выписывают измеренные углы на пунктах 102 и 101, высотные отметки двух пунктов полигонометрии, проектную отметку головки рельсов на центре ямы  $H_5$  и уклон путей.

*Работа в шахте.* Измеряют контрольный угол на пункте 102, а если необходимо, то и на пункте 101. С пункта 103 по углу  $\beta_1$  и длине 103—5 определяют положение точки 5. Временно закрепляют точку 5. Измеряют угол  $\beta_1$  и длину 103—5.

С точки 5 по углам  $\beta_2$  и  $\beta_3$  отмечают на бортах камеры загрузки точки А, А<sub>1</sub>, В, В<sub>1</sub>. Закрепляют оси ямы и бункера. Углы  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  откладывают при правом и левом положении вертикального круга. Измеряют углы  $\beta_2$  и  $\beta_3$ . Для контроля измеряют дополнения до 360°. Измеряют угол  $\sphericalangle 103-5-104$  и длину стороны 5-104.

Устанавливают визирную ось трубы теодолита по длинной оси ямы. Необходимые углы вычисляют на месте. С помощью нивелирной рейки измеряют ординаты  $p_D$ ,  $p_A$ ,  $p_B$  от знаков D, А, В. На рис. 108 знаки показаны темными треугольниками. Знаки D, В намечают примерно на уровне проектной головки рельсов так, чтобы перпендикуляры к длинной оси ямы попали в контур ямы. Знак А расположен на короткой оси ямы. На пункте 104 измеряют угол  $\sphericalangle 5-104-105$ .

С постоянных пунктов полигонометрии задают боковые высотные реперы на короткой оси ямы и на торцевых стенках.

*Камеральная обработка.* Вычисляют теодолитный ход через центр ямы. Фактические координаты центра ямы не должны отличаться от проектных более  $\pm 20$  мм. Дирекционные углы осей не должны отличаться от проектных более  $\pm 3'$ .

Вычисляют рабочие ординаты от знаков D, А, В до стенки ямы:

$$r_D = p_D - b; \quad r_A = p_A - b; \quad r_B = p_B - b,$$

где  $b$  — половина ширины ямы.

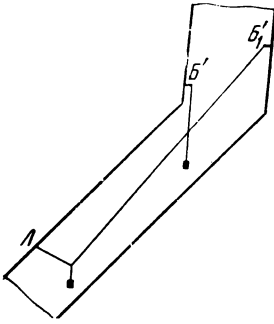


Рис. 109. Схема задания направления несвободным отвесом

Вычерчивают эскиз ямы в двух проекциях. На горизонтальной проекции показывают положение короткой оси ямы, рабочие ординаты до стенки ямы, положение боковых высотных реперов. На вертикальной проекции показывают каждую длинную стенку ямы с размерами от верха ямы до точек 1, 3, 8, 9 и до точек 2, 7, 13, 10, 11, 12. Здесь же обозначают места закладки скоб для переноса и закрепления направления бункера

Размеры ямы от отвесов, опущенных с проволоки, фиксирующей ось, до наклонных стенок, с шагом через 1 м по вертикали вычисляются и контролируются надзором участка.

В горизонтальной плоскости направление для проведения бурения закрепляют на скобах, прочно забетонированных в стены сопряжения. В камере разгрузки натягивают проволоку по оси бункера. С проволоки опускают два отвеса. Пользуясь рулеткой как линейкой, медленно подводят ребро ленты рулетки к отвесам и отмечают створ отвесов на скобах. Выполняют эту операцию несколько раз, после чего створ отвесов закрепляют на скобах насечками (точки  $B'$  и  $B_1'$  на рис. 109).

Проходчики отмечают направление в забое несвободным отвесом. В точке  $B'$  подвешивают обычный отвес, т. е. нить с грузом. В точке  $B_1'$  прикрепляют нить достаточной длины. В забое конец нити держат у кровли бункера (точка  $L$ ). Недалеко от конца нити подвешивают небольшой груз и медленно перемещают конец нити по кровле до касания ее с отвесом точки  $B'$ . В момент касания точка  $L$  займет положение на оси бункера.

Направление в вертикальной плоскости задают одной парой боковых реперов. На точки  $P$  и  $P_1$  поверхности ямы, на продолжении линий 12—2 и 11—7, нивелиром передают высотные отметки (см. рис. 107). Затем рулеткой отмеряют от точек  $P$  и  $P_1$  превышения  $\Delta h_P$  и  $\Delta h_{P_1}$  до боковых реперов. При рабочей высоте бокового репера, равной 1 м,

$$\Delta h_P = H_P - H_{12} + \frac{1}{\cos \beta}; \quad \Delta h_{P_1} = H_{P_1} - H_{11} + \frac{1}{\cos \beta}.$$

Реперы закрепляют в шпурах деревянными пробками с гвоздями. При проходке пользуются шнуром и специально изготовленным треугольником с отвесом.

*Контроль работ.* Вычисления при подготовке исходных данных делают в две руки. Выписку исходных данных в рабочую книжку считают с оригиналом.

Работу в шахте дублировать нет необходимости.

Вычисление хода через центр ямы делают в одну руку.

Передачу высот на боковые реперы делают дважды.

Маркшейдер контролирует проходку и крепление бункера через 8—12 м.

## **§ 51. ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫРАБОТОК ВСТРЕЧНЫМИ ЗАБОЯМИ**

Проходка выработок встречными забоями (сбойка) требует решения ряда крупных и ответственных маркшейдерских задач. Все они сводятся к развитию планового и высотного обоснования заданной точности на поверхности и в шахте. Точность обоснования, т.е. точность выполнения угломерных и линейных измерений, определяют заранее, учитывая ряд факторов.

Различают сбойки по проводнику и без проводника. Работы при проведении выработок встречными забоями (сбойками) по проводнику сложности не представляют и не требуют специальной подготовки.

Все варианты сбоек без проводника, а их очень много, условно делят на две группы по типу маркшейдерских работ. К первой группе относят встречные забои, проходка которых обеспечивается развитием только подземного планового и высотного обоснования. Вторая группа объединяет сбойки, для проходки которых необходимо развитие планового и высотного основания на поверхности и в шахте.

Маркшейдерские работы при проведении выработок встречными забоями без проводника выполняют в следующей последовательности: изучают проект и рабочие чертежи, намечают вершины проектного полигона;

на схеме выработок намечают ориентировочно место встречи забоев; делают необходимые угломерные и линейные измерения в шахте для привязки проектного полигона к существующим выработкам;

вычисляют предварительные координаты вершин проектного полигона, составляют рабочий план выработки в удобном масштабе, определяют проектные скобки;

делают предварительную оценку погрешностей полигонометрических ходов в месте встречи забоев;

определяют необходимую точность передачи в забои высотной отметки;

устанавливают предельную погрешность несовпадения осей выработки в месте встречи забоев, т. е. предельную погрешность сбойки выработок; производят окончательный выбор инструментов и методики каждого вида маркшейдерских работ;

выполняют угловые и линейные измерения на поверхности и в шахте по методике, определенной предварительным расчетом; передают в забои высотную отметку;

производят камеральную обработку полевых измерений;

вводят в проектный полигон необходимые поправки, т. е. делают его зависимым от нового планового обоснования; при необходимости пере-вычисляют проектный полигон и исправляют рабочий план;

работают по проектному полигону: задают направления в горизонтальной и вертикальной плоскостях, делают необходимые съемки, подтягивают полигонометрию и т. п.;

выполняют обязательные контрольные замеры, предупреждают надзор участков и руководство шахты (рудника) о положении забоев, как того требуют инструкции:

после сбойки выработок определяют фактическую погрешность несовпадения их осей по разнице координат забойных точек и разнице высот боковых реперов.

Величина предельной погрешности зависит от технологического назначения выработки, типа постоянного крепления, материальных затрат на исправление выработки после сбойки. Маркшейдер предъявляет руководству шахты (рудника) математически обоснованные критерии точности своих работ и возможности по реализации необходимой точности во времени и средствах. Руководство предприятия утверждает предельную величину погрешности сбойки, учитывая все факторы. Довольно часто экономический фактор преобладает над всеми остальными. Тогда приходится изыскивать пути повышения точности измерений, что всегда связано с увеличением объема работ и числа исполнителей. Исключение, пожалуй, составляют выработки руднора, закрепленные бетонной и железобетонной крепью. Здесь предельная погрешность сбоек известна и не подлежит обсуждению (см. § 38).

Состав маркшейдерских работ и порядок их выполнения при проходе встречными забоями имеют много общего с работами в околоствольных выработках.

Особенностью каждой сбойки является предварительная оценка точности смыкания забоев по ответственному направлению. Формулы для предварительной оценки точности смыкания забоев имеются в справочной и учебной литературе.

Особенностью сбоек протяженных выработок (300—3000 м), которые оборудуются конвейерами, являются работы по заданию в каждом забое первого направления в горизонтальной плоскости. Построение проектного (расчетного) угла на первое направление выполняют точным способом. Необходимую точность построения проектного угла определяют по средней погрешности сбойки, полученной в результате предрасчета. Погрешности дирекционных углов исходных сторон должны гарантировать точность построения проектных углов в каждом забое. Первое направление стараются сохранить до сбойки забоев путем продления его по створу отвесами или лазерными указателями направлений. Приборы УНС-2 не применяют.

Наибольших затрат труда и времени требует прокладка планового обоснования. Ходы полигонометрии приходится делать по выработкам с интенсивной откаткой и вентиляцией. Центрирование инструментов на точках и реперах не только отнимает у исполнителей массу времени, но и снижает точность измерений. В практике стараются центрировать инструмент лишь на нескольких реперах (для привязки хода), основную же длину хода проходят на потерянных точках, т. е. применяют многостативную систему с автоматическим центрированием теодолита и сигналов.

Следует иметь в виду, что двойной ход (в прямом и обратном направлениях) не дает возможности строго оценить точность положения точек хода. Только три хода позволяют давать оценку погрешности узловых точек и делать вывод о соответствии выполненных работ расчетной точности. Как правило, ходы должны быть выполнены разными исполнителями и разными мерными приборами.

## Глава 6

# МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ КОПРОВ И ГОРНОШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

---

### § 52. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Монтажные работы выполняют шахтомонтажные, шахтопроходческие и шахтостроительные организации. Часть оборудования монтируют сами эксплуатационные шахты.

В подготовительный период, перед монтажом, выполняют наибольший объем маркшейдерских работ. В этот отбъем входят:

изучение рабочих чертежей и монтажных схем;

знакомство с нормативными документами (СНиПом, ГОСТом), техническими условиями на монтаж и эксплуатацию оборудования;

производство контрольных измерений и приемка в официальном порядке фундаментов и конструктивов для последующего монтажа оборудования;

подготовка разбивочных схем и проверка чертежей;

разбивка и закрепление основных, вспомогательных и монтажных осей;

подготовка различного рода приспособлений.

Особое внимание уделяют выбору монтажных осей и их привязке. Не всегда можно и нужно пользоваться технологическими осями. Иногда для установки малогабаритного стандартного оборудования, размеры которого жестко определены ГОСТом, целесообразнее использовать оси крепежных отверстий оборудования. При монтаже и установке нестандартного оборудования выбор монтажных осей и их привязку следует делать после проверки фактических размеров отдельных его узлов. Различного рода шаблоны и приспособления проверяют перед их использованием.

В процессе монтажа выполняют контрольные измерения при сборке и установке в проектное положение конструкции или отдельных элементов оборудования. Маркшейдер непосредственно участвует в монтажном процессе, его контрольные измерения служат элементами монтажных работ. Следует всегда стремиться к тому, чтобы передвижка сооружения или оборудования по размерам, полученным из контрольных измерений, производилась целенаправленно. Расчеты всевозможных подкладок и поворотов, хотя и делаются приближенно, близки к оптимальным, и без них невозможно вести установку оборудования или сооружения. Нельзя допускать такого положения, при котором сооружение двигают «немного» вправо, потом «чуть-чуть» влево, потом снова вправо и т. д.

При монтажных работах погрешности разбивок, т. е. погрешности угловых и линейных измерений, накладываются на погрешности изготовления и сборки конструкции. Характер и величины этих погрешно-

стей выявляются, как правило, в конце монтажа, когда исправления уже невозможны. Поэтому при разбивках и закреплении осей следует отдавать предпочтение прямым измерениям и максимально использовать совпадение осей. Переходить от одной оси к другой нужно лишь в тех случаях, когда прямые измерения невозможны.

После завершения монтажных работ делают исполнительную съемку конструкции или главных элементов оборудования с целью показать соответствие их фактического пространственного положения проектному. Съемку и проверку установленного оборудования выполняют, как правило, с тех же осей, которыми пользовались монтажники. Поэтому так важны правильный выбор монтажных осей и их закрепление в подготовительный период.

### § 53. УСТАНОВКА ПРОХОДЧЕСКОГО ШАТРОВОГО КОПРА

В настоящее время для оснащения стволов приняты копры ВНИИОМШСа — трубчатые, сборно-разборного типа, обшиваемые шифером. На копре размещаются направляющие шкивы подъемных и направляющих канатов, а также шкивы канатов проходческих лебедок, предназначенных для подвески проходческого оборудования в стволе, приемная и разгрузочная площадки. Техническая характеристика копров приведена в табл. 16.

Сборку копра, как правило, производят рядом со стволом на специальной монтажной площадке. Постановку копра на фундаменты выполняют самоходными подъемными кранами либо частями, либо полностью в сборе. На этой стадии монтажа маркшейдер никаких разметок на копре не делает.

Подготовительные работы. Перед постановкой копра на фундаменты нивелируют центры опорных пят фундаментов.

Таблица 16

Тип копра	Техническая характеристика копров					
	Глубина ствола, м	Диаметр ствола в свету, м	Высота копра, м	Разнос ног, м	Высота приемной площадки, м	Масса копра, т
<b>Станковые копры</b>						
1	До 150	4,5—6,5	16	14×14	7,58	42
2	150—300	4,5—6,5	16	15×15	6,6	56,5
3	300—600	5,5—7,5	19	15×15	9,6	79,8
4	600—1000	До 8	22	15—16	9,6	77,6
<b>Бесстанковые копры</b>						
I	200	4,5—6,0	16,34	10×10	—	37,1
II	400	5,0—6,5	17,34	12×12	—	38,5
III	600	5,5—6,5	17,44	12×12	—	45,3
IV	800	6,0—7,5	18,05	14×14	—	54,0
V	1000	7,5—8,0	18,54	14×14	—	66,2

По разнице проектной и фактических высотных отметок определяют толщину подкладки на каждом фундаменте. Подкладки делают наборными из листовой стали, небольшими по площади, в виде пирамидки. Укрепляют подкладки на центрах опорных пят фундаментов. Верхние пластины ( $\sim 20$  мм) оставляют свободными, чтобы в случае необходимости их можно было убрать.

После постановки копра на фундаменты делают разметку осей подшивной площадки. Оси располагают симметрично углам внутреннего проема подшивной площадки. Проверяют линейными засечками перпендикулярность осей. При необходимости делают исправления. Если оси копра не совпадают с осями ствола, то делают разметку последних. Закрепляют оси на наружных краях подшивной площадки временно краской и размечают в обе стороны от оси короткие линейки шашками через 5 мм. По этим линейкам теодолитом делают оценку смещения осей от проектного положения, не поднимаясь на подшивную площадку.

Измеряют наклонную высоту ( $h_A, h_B, h_V$  и  $h_C$ ) каждого угла подшивной площадки над точкой края плиты, расположенной на оси отверстий для болтов (в дальнейшем будем называть эту точку точкой плиты). Все четыре высоты должны быть равны (на рис. 110 показаны высоты  $h_B$  и  $h_C$ ). Они нужны для того, чтобы контролировать горизонтальность подшивной площадки. Точки плит фиксированы на диагоналях копра, удобны для постановки нивелирной рейки и проведения нивелирования. Кроме того, выбором этих точек учитывается соотношение параметров копра: в копре ВНИИОМШСа диагональный размер между опорами примерно равен высоте копра. Это означает, что сдвиг центра подшивной площадки в диагональном направлении по абсолютной величине равен изменению превышения между диагональными опорами.

Определяют нивелировкой высотные отметки «точек плиты»  $H_A, H_B, H_V, H_C$ . Вычисляют высотные отметки углов подшивной площадки

$$\begin{aligned} H'_A &= H_A + h_A; & H'_E &= H_E + h_E; \\ H'_B &= H_B + h_B; & H'_C &= H_C + h_C. \end{aligned}$$

По разнице отметок диагональных углов подшивной площадки вычисляют толщину дополнительных подкладок на опорах. На одной опоре уменьшают подкладку на половину разницы высот, а на другой увеличивают на ту же величину. Так же исправляют перекося подшивной площадки по другой диагонали.

После выравнивания подшивной площадки хорошо юстированным теодолитом с осевых реперов при двух положениях трубы определяют отклонения  $b_1, b_2, d_1, d_2$  от проектного положения осевых точек копра 5, 6, 7, 8 и составляют схему (рис. 111). На схеме обозначают опоры А, Б, В, Г, выписывают величины  $b_1, b_2, d_1, d_2$  и стрелками, параллельными осям ствола, показывают направления, по которым нужно двигать опоры, чтобы они заняли проектное положение. Затем, руководствуясь этой схемой, на каждом фундаменте делают монтажную разметку. Два угла опорной плиты отвесом проектируют на фактическую плоскость

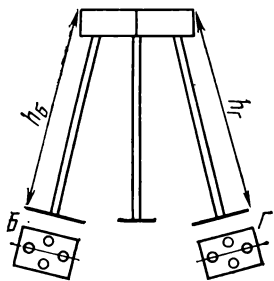


Рис. 110. К определению высот углов подшивной площадки

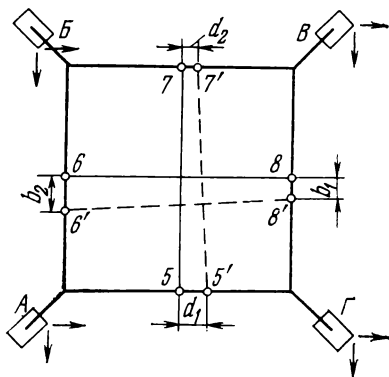


Рис. 111. Схема отклонений осей подшивной площадки

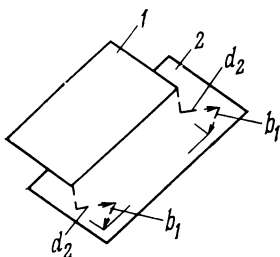


Рис. 112. Проекция углов опорной плиты:

1 — опорная плита копровой ноги; 2 — плоскость опорной пяты фундамента; стрелками показаны отклонения осей подшивной площадки

опорной пяты фундамента. Отмечают проекции углов. От этих точек параллельно осям ствола, последовательно откладывают величины  $b$  и  $d$ . Размеры стараются откладывать горизонтально. Погрешности здесь неизбежны, но они исчисляются миллиметрами. На рис. 112 показана разметка опоры  $B$ . Здесь отложены размеры  $d_2$  и  $b_1$ . На опоре  $\Gamma$  откладывают размеры  $b_1$ ,  $d_1$ , на опоре  $A$  — размеры  $d_1$ ,  $b_2$ , на опоре  $B$  — размеры  $b_2$ ,  $d_2$ . Такой разметкой находят проекции углов опорных плит, когда копер займет положение, близкое к проектному.

*Установка копра в проектное положение.* С помощью одного или двух домкратов двигают копер в такое положение, при котором проекции углов опорных плит совпадут с разметками на фундаментах. После подвижки копра оси подшивной площадки не займут проектного положения, так как изменятся высотные отметки центров опорных плит копра. Соответственно изменятся и высотные отметки углов подшивной площадки.

Определяют высотные отметки «точек плит» и вычисляют новые высотные отметки углов подшивной площадки  $H'_A$ ,  $H'_B$ ,  $H'_B$ ,  $H'_Г$ . Находят разницу отметок по диагоналям копра. Исправляют наклон подшивной площадки по диагонали: на одной опоре уменьшают подкладку на половину разницы высот, а на другой увеличивают на ту же величину. Такое же исправление делают по другой диагонали копра.

При замене подкладок следят, чтобы проекции углов опорных плит совпадали с разметкой на фундаментах.

Проверяют теодолитом положение осей на подшкивной площадке. По Инструкции установка копра считается законченной, когда отклонения в горизонтальной плоскости осей подшкивной площадки от проектного положения не будут превышать  $\pm 25$  мм в направлении, параллельном оси подъема, и  $\pm 50$  мм в направлении, перпендикулярном к оси подъема, а перекося подшкивной площадки в вертикальной плоскости не будет более  $\pm 20$  мм. Описанная здесь методика работ позволяет установить копер с минимальными затратами времени и обеспечивает точность установки подшкивной площадки по осям с отклонениями не более  $\pm 20$  мм.

Оси ствола на подшкивную площадку выносят после подливки бетоном анкерных болтов. Работу заканчивают составлением эскиза, на котором показывают привязку осевых рисок к углам подшкивной площадки. Высотную отметку передают на углы подшкивной площадки. Они нужны для годовых осмотров копра и проверки возможных осадок опор.

#### **§ 54. МОНТАЖ ПОДКОПРОВОЙ РАМЫ**

Подкопровую раму монтируют после производства работ по армированию ствола. Перед сборкой рамы определяют фактические высотные отметки бетона в местах опоры балок, заводят анкерные болты и укладывают в проемах устья подкладки из металла, для того чтобы создать опоры, по которым в процессе установки будут двигать раму. Подкладки располагают перпендикулярно к основным балкам рамы и тщательно выравнивают в горизонтальной плоскости с помощью нивелира. Собственно установка строго в одной горизонтальной плоскости всех подкладок и есть первая работа по монтажу рамы.

Отметка плоскости подкладок должна соответствовать проектной отметке низа основных балок подкопровой рамы. Если балки рамы одновременно служат для установки посадочных кулаков, то высотная отметка подкладок не должна отличаться от проектной более чем на  $\pm 5$  мм. Если подкопровая рама предназначена только для установки копра, то отклонения от проекта по отметкам допускаются до  $\pm 30$  мм. Верхние плоскости подкладок должны быть расположены на одном уровне с точностью  $\pm 1$  мм. Подкладки проваривают сваркой и надежно расклинивают в проемах устья ствола.

На основных балках подкопровой рамы по рабочим чертежам делают разметку осей балок и точек, лежащих на оси ствола. Оси основных балок отмечают в местах соединений с другими балками и на опорных пластинах под ногами копра. Точки осей ствола на основных балках размечают от отверстий опорных пластин. На остальных балках рамы точки осей ствола определяют от осей основных балок после сборки рамы (рис. 113). Осевые точки закрепляют кернами.

Собирают подкопровую раму или непосредственно в стволе, или на монтажной площадке.

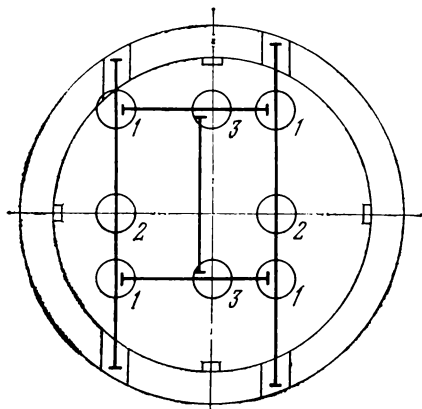


Рис. 113. Схема разметки подкопровой рамы:

1 — точки на осях основных балок; 2, 3 — точки на осях ствола

Установку рамы в горизонтальной плоскости производят от осей ствола, закрепленных в устье, что обеспечивает правильность взаимного расположения копра и армировки. Пользуясь отвесами и рулеткой, передвигают раму в положение, когда размеры от осей ствола до соответствующих меток на раме будут равны проектным, а точки, лежащие на осях ствола, совпадут с острями отвесов. Проверяют диагонали рамы и ее положение в вертикальной плоскости. Отметки рамы определяют над подкладками. При необходимости корректируют положение рамы. Рама должна быть установлена строго по осям и горизонтально.

После установки подкопровой рамы в проектное положение ее надежно раскрепляют и дают разрешение на подливку бетоном.

По окончании работ составляют акт, в котором указывают положение рамы в плане и по высоте, а также исходные данные, использованные при монтаже.

## § 55. МОНТАЖ И УСТАНОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОПРОВ С УКОСНЫМИ НОГАМИ

Различают следующие способы монтажа копров:

1. Станок копра собирают рядом со стволом в горизонтальном положении, затем поднимают поворотом на специальных шарнирах (рис. 114, а). Отдельно поднимают укосные ноги (рис. 114, б). В настоящее время это основной способ монтажа копров.

2. Станок копра наращивают отдельными секциями над стволом. Затем монтируют и поднимают укосные ноги (рис. 115).

3. Сборку и монтаж всего копра делают в стороне от ствола, а затем надвигают готовый копер в проектное положение по специальному настилу.

При подъеме станка поворотом маркшейдерские работы заключаются в разбивке и закреплении осей специального шарнира, контроле монтажной фермы и подготовительных операций для установки копра в проектное положение.

Шарнир для подъема копрового станка представляет собой массивную металлическую конструкцию с двумя цилиндрическими вкладышами. Станок копра соединяется с шарниром монтажной фермой. Иногда шарнир крепят непосредственно к подкопровой раме.

Разбивку осей шарнира в горизонтальной плоскости делают от осей симметрии болтовых отверстий в подкопровой раме (рис. 116). Ось

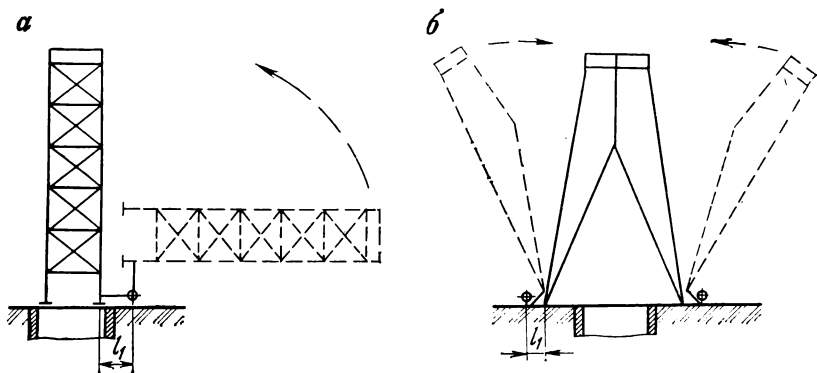


Рис. 114. Схема монтажа копра поворотом

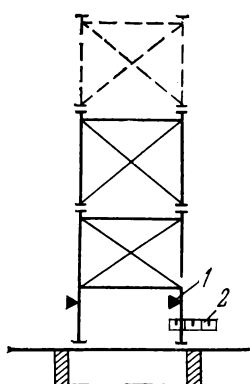
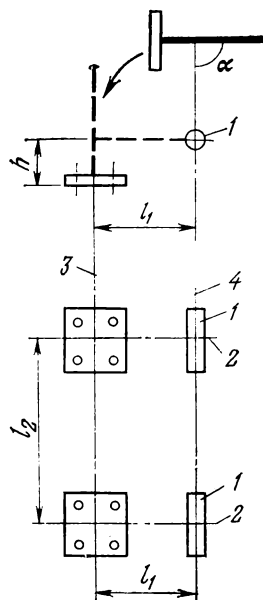


Рис. 115. Схема монтажа копра наращиванием:

1 — метка на опоре; 2 — линейка

Рис. 116. Схема разбивки осей шарниров:

1 — шарнир; 2, 3 — оси опорной плиты на подкопровой раме; 4 — ось шарниров



опорной плиты копровой стойки, поперечная ось шарнира и ось симметрии болтовых отверстий в подкопровой раме 2 должны совпадать. Оси симметрии отверстий на подкопровой раме 2, 3 вначале отмечают зубилом, а затем переносят на обноску с помощью проволоки и отвесов.

Для бетонирования фундаментов шарниров обноска может быть деревянной в виде отдельных столбиков. В фундаментах предусматривают закладные детали, к которым в дальнейшем сваркой крепят небольшие рамки для фиксации осей 2, 4 и высотной отметки. Рамки должны быть выше шарниров на 100—150 мм. Ось 4 выносят от оси 3, откладывая размер  $l_1$  между проволоками на осях 3 и 4. Точность положения осей 2 и 4 должна быть высокой. Каких-либо официальных допусков на

эти работы нет, но в практике закрепляют оси 2 и 4 с точностью  $\pm 3$  мм, что достигается многократными промерами рулеткой.

Можно производить разбивку осей шарниров и от точек, лежащих на оси ствола. При этом точность фактического положения осей 2 и 4 не увеличивается, а уменьшается, что нежелательно для монтажных работ.

В вертикальной плоскости оси шарниров устанавливают по размеру  $h$  от подкопровой рамы. Допуск на этот размер всегда с плюсом. Его расчетную величину дают в ППР и указывают на монтажной схеме. При подъеме копра на каждый шарнир давит масса в 100—200 т, что приводит к деформации шарниров. Монтажный допуск на размер  $h$  частично учитывает величину этой деформации, что позволяет уменьшить вертикальное усилие на болты шарниров в момент касания станины подкопровой рамы.

Передачу проектной отметки на ось шарниров производят с точностью  $\pm 1$  мм. За исходную высотную отметку принимают отметку опорных плит подкопровой рамы. Промежуточные точки для передачи высотных отметок на ось 4 делают на металлической обноске.

Особое внимание уделяют соосности шарниров. Погрешность соосности шарниров не должна превышать  $\pm 0,5$  мм как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости. В горизонтальной плоскости этого добиваются в безветренную погоду с помощью тонких (0,3 мм) отвесов и тонкой проволоки, натянутой на металлической обноске. В ветреную погоду соосность устанавливают построением параллельной линии, используя теодолит и линейку с миллиметровыми делениями. В вертикальной плоскости соосность шарниров устанавливают точной нивелировкой.

Перед монтажом проверяют соответствие рабочим чертежам фактических размеров  $h_1$ ,  $l_1$  и угла  $\alpha$  на монтажной ферме ( $\alpha = 90^\circ$ ).

В процессе монтажа контрольные операции выполняют монтажники (замер диагоналей, прямолинейности стыков стоек и т. п.).

Перед подъемом станины копра на подшкивной площадке размечают точки, которые в проектном положении копра должны лежать в одних вертикальных плоскостях с осями подъема и ствола. Разметку начинают с нахождения точек, соответствующих центрам канатов. Для этого на нижнем и верхнем ярусах копра, в местах крепления проводников, натягивают проволоки по оси проводников и по оси плоскости шкивов, т. е. по оси подъемного сосуда. Створ этих проволок переносят на края проемов подшкивной площадки либо тонким шнуром, либо теодолитом, используя способ построения параллельной линии. Затем размечают ось подъема и ось ствола. Проверяют прямые углы между осями. Делают эскиз расположения центров канатов и осевых точек. Точки осей ствола закрепляют на краях подшкивной площадки краской. В обе стороны от оси открашивают короткую линейку в виде шашек по 5 мм.

После подъема станины копра с осевых реперов фиксируют отклонения осевых точек на подшкивной площадке и составляют эскиз. Такое предварительное определение величин отклонений осевых точек

нужно для принятия правильных решений при установке копра в проектное положение.

**Установка копра в проектное положение.** Установить копер в проектное положение — это, прежде всего, установить подшивную площадку так, чтобы ось подъема находилась на проектном расстоянии от оси ствола, а точки сбега канатов с направляющих шкивов соответствовали проекту. Поэтому контроль установки копра делают по подшивной площадке.

При установке подшивной площадки в проектное положение необходимо учитывать следующие особенности конструкции копра. После соединения укосных ног с подшивной площадкой образуется жесткая ферма «подшивная — укосина». Сдвинуть или наклонить подшивную площадку в какую-либо сторону можно только вместе с укосными ногами. Станина копра как бы зажата между подкопровой рамой и фермой «подшивная — укосина». И подкопровая рама и укосина крепятся внизу на разных уровнях.

Станок копра в поперечном сечении представляет собой прямоугольную коробчатую конструкцию, которая может деформироваться за счет податливости в соединениях лишь на небольшую величину. Конструкция станка наиболее слабая во всем копре, поэтому нельзя допускать его большой «закрутки». Это может привести к нежелательным деформациям отдельных элементов станины.

Подшивная площадка изготавливается в заводских условиях. Места установки и крепления направляющих шкивов согласованы со всей геометрической схемой копра, и в первую очередь с системой проводников. Поэтому, при установке в проектное положение копров, по которым подъемные сосуды поднимаются на небольшую высоту, величина смещения подшивной площадки от проектного положения по любой оси не должна превышать половины диаметра каната. Для копров, по которым подъемные сосуды поднимаются на значительную высоту, величина смещения подшивной площадки по любой оси не должна превышать 20—25 мм.

Установку копра в проектное положение производят в пасмурную погоду и утром, когда не сказывается односторонний нагрев копра солнечной радиацией (смещение подшивной площадки вследствие одностороннего нагрева копра может достигать 12—15 мм).

На осевых реперах с четырех сторон копра устанавливают теодолиты. Если условия промплощадки не позволяют работать сразу с четырех сторон, то ограничиваются двумя-тремя теодолитами. Минимальное количество теодолитов — два, но в этом случае усложняется и значительно замедляется процесс установки копра. Для определения смещения подшивной площадки с противоположной от наблюдателя стороны нельзя будет использовать рисованную разметку на копре. Потребуется вешать и укреплять на копре отвес в 1,0—1,5 м от поверхности и линейки, имеющие светлые шкалы с миллиметровыми делениями.

Определяют отклонения осевых точек на подшивной площадке. Сравнивают их с теми, которые были определены после установки станины. Разницы отклонений  $d$  дадут величину деформации станины

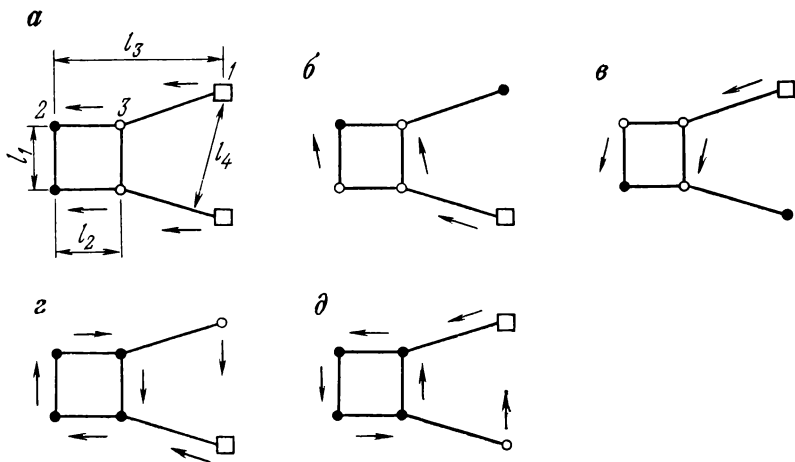


Рис. 117. Схемы установки копра в проектное положение:  
 1 — домкраты; 2 — закрепленная опора; 3 — свободная опора; стрелками показано движение элементов копра

копра по осям. Наибольшие разности обычно наблюдаются в направлении укосных ног, т. е. параллельно оси подъема.

Делают в любом масштабе на миллиметровой бумаге несколько заготовок схем, аналогичных тем, которые показаны на рис. 117. На одну из схем выписывают разности  $d$ . Схему эту сохраняют до полной установки копра. На другую схему выписывают фактические отклонения осевых точек от проектного положения. Намечают на схеме стрелками направления необходимого движения осевых точек подшкивной площадки в проектное положение.

Изменения положения подшкивной площадки можно добиться: вращением копра вокруг мнимой оси, проходящей через опоры двух стоек копра (рис. 117, а);

вращением копра вокруг мнимой оси, проходящей через одну опору укосины и одну опору стойки станка (рис. 117, б, в);

разворотом только подшкивной площадки (рис. 117, г, д).

В варианте а две стойки копра, ближние к укосным ногам, делают свободными, для чего отпускают болты так, чтобы стойки могли подняться на 4—5 мм. Опоры, вокруг которых происходит вращение копра, закрепляют жестко.

В вариантах б и в делают свободными три стойки станка.

В вариантах г и д все стойки станка закрепляют жестко, а одну из опор укосины делают свободной в горизонтальной плоскости, но только в сторону, показанную стрелкой. В этих вариантах подшкивную площадку разворачивают только на половину величины  $d$ , т. е. на половину разности отклонений до и после стыковки станка с укосными ногами.

В некоторых случаях возможен вариант, противоположный показанному на рис. 117, а. Тогда следует убрать лишние подкладки под укосными ногами или срубить слой бетона фундаментов.

В проектное положение копер перемещают при помощи гидравлических домкратов, постепенно исправляя отклонения подшкивной площадки. Распорная ферма между укосиной и станком не должна быть затянута болтами.

Вначале делают исправления по той оси, где наибольшие отклонения. Определяют приближенные величины подкладок

$$p = \varepsilon l/h,$$

где  $\varepsilon$  — среднее из двух отклонений по соответствующей оси ствола;  $l$  — расстояние от свободной опоры или домкрата до оси вращения, т. е.  $l_1, l_2, l_3, l_4$ ;  $h$  — высота копра.

Одновременно с работой домкрата наблюдают теодолитом движение осевых точек.

После каждого поворота копра определяют отклонения осевых точек подшкивной площадки и составляют новую схему, производят дальнейшую подвижку копра. Каждое определение отклонений делают после тщательной проверки положения теодолита.

Установка копра считается завершенной, если отклонения осевых точек от проектного положения не будут превышать заданных допусков. При невозможности установить подшкивную площадку с заданными погрешностями, выполняют съемку подшкивной площадки, съемку станка, составляют необходимые планы и профили. Материалы съемки передают руководству монтажной организации и заказчику для решения вопроса о месте установки направляющих шкивов.

После закрепления копра переносят на подшкивную площадку оси ствола дважды с разных точек. Для работы берут среднее из двух определений, разница между ними не должна превышать 10 мм. Закрепляют оси ствола насечками на перекрытии подшкивной площадки. Составляют эскиз местоположения осей ствола с привязкой к углам подшкивной площадки и проемам под направляющие шкивы. С помощью нивелира и рулетки передают с ближайшего репера высотную отметку на балки направляющих шкивов.

При наращивании копра над стволом маркшейдерские работы заключаются в систематическом контроле вертикальности станка и операций при установке копра в проектное положение.

Собранную нижнюю секцию станка ставят на подкопровую раму. Теодолитом проверяют вертикальность стоек в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Одновременно с проверкой производится затяжка болтовых соединений. Нижняя секция станка, как правило, сразу не утепляется, что позволяет делать выверку по ребрам стоек. После выверки нижняя секция закрепляется на подкопровой раме и усиливается дополнительными временными связями.

Для дальнейшего маркшейдерского контроля монтажных работ на стойках нижней секции делают краской метки, ниже которых укрепляют с помощью струбицы линейки с белыми шкалами. Метки на стойках служат нулевым отсчетом при проверке следующих секций станка. Ребра стоек верхних секций обычно не совпадают с ребрами более мощной нижней секции. Кроме того, верхние секции монтируют уже

утепленными, с наружной обшивкой. Поэтому наблюдать стойки верхних секций приходится в местах соединений со следующими секциями. Чтобы обозначить ребро стойки, на пластину ставят прямоугольный треугольник и сетку нитей наводят на край треугольника.

Точки ребер стоек очередной секции проектируют теодолитом, при двух положениях вертикального круга, на линейку и берут отсчеты. Затем проектируют на линейку, при одном положении вертикального круга, метку и снова берут отсчет по линейке. Разность отсчетов дает величину отклонения от «нулевой вертикали». Сравнивая между собой отклонения соседних секций, определяют величину наклона той или иной секции. При правильной сборке отклонения соседних секций не должны превышать  $\pm 10$  мм.

Одновременно с монтажом вычерчивают профиль стоек, с которым маркшейдер систематически знакомит руководство монтажной организации.

Можно контролировать монтаж станка и с осей ствола. В этом случае ось ствола выносят на горизонтальные связи каждой секции и сравнивают с ранее намеченными точками. Метод такого контроля более громоздок. Он требует предварительной разметки осей и центрирования теодолита на четырех осевых реперах (точках), что неизбежно при обшито копре. Точность контроля при этом не повышается, так как разметку осевых точек выполняют от тех же стоек станка. Контроль по стойкам более легок и мобилен (свободный выбор мест постановки инструмента, не требуется центрировка теодолита, любое отклонение от нормы легко контролируется на стыке секций).

После монтажа подшкивной площадки определяют положение центров канатов. На нижнем и верхнем ярусах копра, в местах крепления проводников, натягивают проволоки по оси проводников и по оси подъемного сосуда. Створ этих проволок переносят на подшкивную площадку с помощью отвесов. Закрепляют створы на краях проемов для направляющих шкивов. Затем размечают ось подъема и ось ствола. Проверяют прямые углы между осями. Составляют эскиз расположения центров канатов и осевых точек.

Установку копра в проектное положение делают после стыковки станка с укосными ногами.

При монтаже копра способом надвиги маркшейдерские работы состоят: в разбивке осей котлована (траншеи) и монтажных осей; контроле укладки шпал, балок и монтажной плиты в горизонтальной и вертикальной плоскостях; контроле монтажа станины копра и установке копра в проектное положение. Состав маркшейдерских работ при этом способе монтажа отличается от рассмотренных тем, что производятся разбивочные работы для монтажной площадки. Исходными данными для такой разбивки служит подкопровая рама.

На месте сборки копра сооружают котлован или траншею такой глубины, чтобы после укладки монтажной плиты отметки ее совпали с отметкой подкопровой рамы. Перед разбивкой котлована ставят у ствола в 0,5—0,8 м над поверхностью почвы обноску. Ориентируют проволоку с отвесами над осью симметрии болтовых отверстий подкопровой рамы. Устанавливают теодолит над проволокой и продляют оси подкоп-

ровой рамы до монтажной площадки. По проекту производства работ (ППР) делают разбивку котлована. В горизонтальной плоскости все размеры берут с точностью до сантиметра. Если требуется, то отдельно делают разбивку траншеи под укосные ноги.

Установку монтажной плиты по высоте делают с точностью  $\pm 5$  мм.

Сборку копра ведут на саянх, установленных на монтажной плите. Нижнюю секцию копрового станка после сборки выверяют по вертикали и по осям подкопровой рамы. Принимают положение нижней секции за исходное и разбивают оси опор для укосных ног. Размеры по осям и высотные отметки берут из ППР.

Надвижка собранного копра производится после перекрытия ствола и удлинения монтажной плиты до сопряжения с подкопровой рамой.

После надвижки копра на ствол производят его установку в проектное положение, как рассмотрено ранее.

## § 56. МОНТАЖ РАЗГРУЗОЧНЫХ КРИВЫХ

Разгрузочные кривые изготавливают в заводских условиях из листовой стали и уголкового профиля в виде правой и левой панели. Панели разгрузочных кривых подвешивают на монтажных балках или небольших монтажных фермах, которые крепят к элементам копра.

Положение разгрузочных кривых в пространстве зависит от положения проводников и приемного бункера. За счет накопления ошибок при монтаже подкопровой рамы и копра высотные отметки элементов кривых могут не совпадать с отметками, указанными на рабочих чертежах.

Правильное положение кривых в пространстве соответствует выполнению следующих условий: одноименные точки желобов должны быть на проектном расстоянии от оси проводников; прямые, проведенные через одноименные точки желобов правой и левой панели, должны быть горизонтальны и параллельны плоскости проводников; плоскость симметрии желобов и проводников должна быть перпендикулярна к плоскости проводников; расстояние от точки начала нижнего закругления до края приемного бункера должно соответствовать проекту.

Маркшейдерские работы при установке разгрузочных кривых в проектное положение выполняют в таком порядке: определяют установочные размеры, размечают на конструкциях копра монтажные точки и оси, делают исполнительную съемку после монтажа.

Установочные размеры определяют следующим образом. Укладывают на плоскость рядом обе панели, левую и правую. Находят оси желобов на прямолинейных участках. Прочерчивают оси до края панели и закрепляют их (точки  $O_1, O_2, O_3$  на рис. 118). Непосредственным измерением на каждой панели находят точку начала нижнего закругления  $P_3$ . Измеряют расстояние  $c_2$  (от точки  $P_3$  до точки  $O_2$ ) и расстояние  $c_3$  (от точки  $P_3$  до с оси верхнего ряда монтажных отверстий). Уточняют положение точки  $P_3$  по рабочим чертежам. При необходимости корректируют размеры  $c_2$  и  $c_3$ . Закрепляют точку  $P_3$ , просверливая через панель отверстие диаметром 5 мм. Точно так же закрепляют точку  $O_3$ . Проверяют размер  $c_1$  (от оси желоба до монтажных

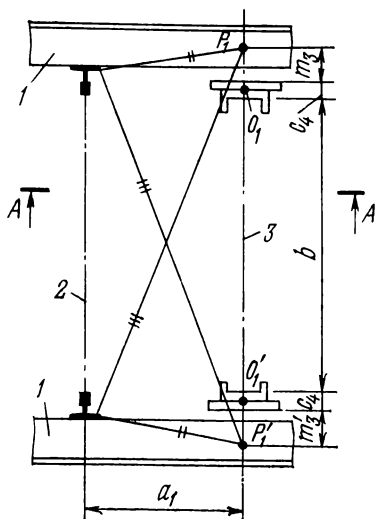
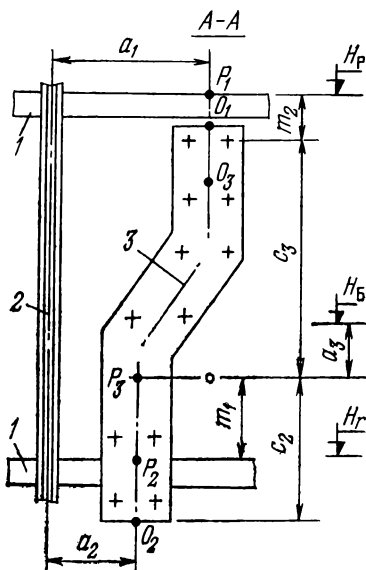


Рис. 118. Схема определения установочных размеров для монтажа разгрузочных кривых:

1 — расстрел копра; 2 — ось проводников; 3 — ось желоба

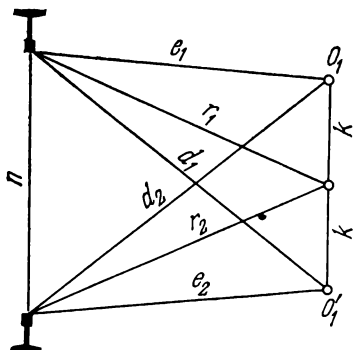


Рис. 119. Схема замеров при съемке разгрузочных кривых

отверстий верхнего ряда) непосредственным измерением. Определяют толщину панели  $c_4$ .

Разметку монтажных точек и осей делают на элементах копра. Чтобы пользоваться этой разметкой при навеске панелей кривых, нужно перенести оси желобов на тыльную сторону панелей. Для этого прочерчивают линии  $O_1O_3$  и  $P_3O_2$  на тыльных сторонах панелей.

Непосредственно на ярусах установки разгрузочных кривых размечают оси проводников и линии, соединяющие одноименные точки осей желобов  $O_1, O_1'$ . Оси проводников размечают по подошвам рельсов. От оси проводников верхнего яруса откладывают проектный размер  $a$ . Затем засечками с помощью рулетки стоят равнобокую трапецию. Боковые стороны и диагонали измеряют от края подошвы рельсов. Не следует стремиться к построению прямоугольника, так как — на расстре-

лах копра это всегда затруднительно. Закрепляют насечками монтажные точки  $P_1, P'_1$  и измеряют расстояние между ними.

Вычисляют установочный размер  $m_3$  (от точек  $P_1$  и  $P'_1$  до задних стенок панелей):

$$m_3 = \frac{1}{2} (P_1 P'_1 - b - 2c_4),$$

где  $b$  — проектное расстояние между желобами левой и правой панели. Точно такую же разметку делают на нижнем ярусе монтажа. Здесь размечают точки  $P_2, P'_2$  и определяют установочный размер  $m'_3$ .

Определяют фактическую высотную отметку верхней кромки приемного бункера  $H_6$  при помощи рулетки и нивелира. Определяют высотные отметки на монтажных ярусах копра  $H_p$  и  $H_r$ . Вычисляют установочные размеры  $m_1$  и  $m_2$ , используя отметки  $H_6, H_p, H_r$  и величины  $c_2, c_3, a_3$ . Величину  $a_3$  берут с проекта.

Навеску панелей разгрузочных кривых монтажки производят по установочным размерам  $m_1, m_2, m_3, m'_3$ , пользуясь точками  $P_1, P'_1$  и  $P_2, P'_2$ . Следует помнить, что размеры  $m_1$  и  $m_2$  могут быть разными для левой и правой панели.

Отклонения от установочных размеров при монтаже не должны превышать  $\pm 5$  мм, тогда положение осей кривых будет удовлетворять требованиям инструкции.

Исполнительную съемку разгрузочных кривых выполняют как с временных полков, так и со скипа. Через точки  $O_1$  и  $O'_1$  верхнего среза панелей натягивают проволоку и на одинаковом расстоянии от этих точек вешают отвес. Затем делают серию замеров в горизонтальной плоскости. Схема этих замеров дана на рис. 119, где  $n$  — расстояние между проводниками,  $2k$  — расстояние между желобами разгрузочных кривых;  $e_1, e_2, d_1, d_2, r_1, r_2$  — расстояния от проводников до соответствующих точек разгрузочных кривых. Точно такие же измерения делают по нижнему срезу панелей, используя точки  $O_2, O'_2$ . Нивелировкой определяют отметки бункера и точек  $P_3$  и  $P'_3$ . (см. рис. 118).

Погрешность установки осей разгрузочных кривых в плане от проводников не должна превышать  $\pm 10$  мм. Отклонения одноименных точек кривых на правой и левой панели по высоте не должны быть больше  $\pm 10$  мм. Плоскости панелей должны быть параллельны расстрелам копра, отклонения не должны превышать  $\pm 5$  мм.

## § 57. УСТАНОВКА НАПРАВЛЯЮЩИХ ШКИВОВ

На новом копре перед монтажом шкивов ось подъема и ось ствола размечают на перекрытии подшкивной площадки рядом со шкивами. Проволоками, натянутыми выше перекрытия, и отвесами с них пользуются в редких случаях, когда нельзя обозначить оси на перекрытии.

Шкив устанавливают по точке схода каната, выравнивают плоскость симметрии его параллельно оси подъема, приводят в горизонтальное положение ось вращения. Все работы выполняют одновременно.

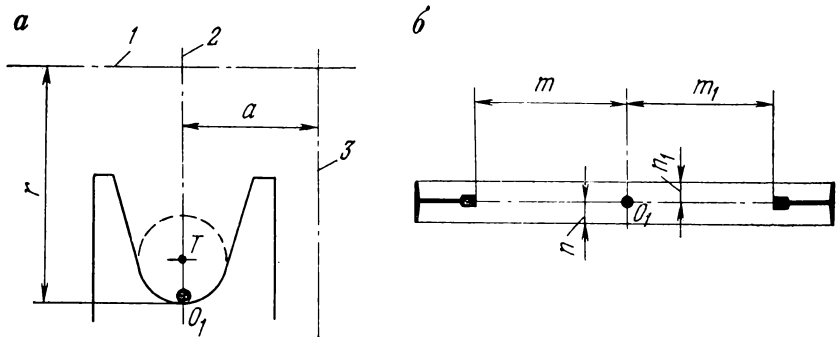


Рис. 120. Установка шкива по точке схода каната:  
 1 — ось ствола; 2 — плоскость симметрии шкива (ось ручья); 3 — ось подъема

Точку схода каната определяют по рабочим чертежам, если копёр установлен с допусками, указанными в § 55. В остальных случаях и при установке шкивов на старых копрах точку схода каната определяют специально на отметке наивысшего подъема сосуда.

Установку вала вращения шкива в горизонтальное положение производят при помощи накладного брускового уровня, если подшипники вала имеют съемную верхнюю крышку. Если же они неразборные, то устанавливают в вертикальное положение плоскость симметрии шкива. Установку производят с помощью двух отвесов, опущенных с проволоки, натянутой примерно параллельно оси подъема. Отвесы располагают в 25—30 см по обе стороны от вала шкива. Регулируя подкладками положение вала шкива, добиваются равенства размеров и от отвеса до реборды.

По точке схода каната шкив устанавливают, используя размеры  $a$  и  $r$  от оси ствола и оси подъема (рис. 120, а). Размер  $a$  от оси подъема до оси ручья шкива берут с рабочего чертежа сечения ствола. Размер  $r$  вычисляют из выражения

$$r = f + \frac{1}{2} d,$$

где  $f$  — проектное расстояние от оси ствола до центра каната;  $d$  — диаметр каната. Если точка схода каната находится на оси ствола, то  $f = 0$ . По ручью шкива опускают отвес  $O_1$ . Двигая шкив, добиваются установки отвеса  $O_1$  в проектное положение по размерам  $a$  и  $r$ .

Фактическое положение шкивов проверяют по точкам схода канатов и углам девиации.

Проверку положения шкива по точке схода каната выполняют на подшивной площадке, на нулевой площадке ствола и на отметке наивысшего подъема сосуда. На подшивной площадке величины  $a$  и  $r$  не должны отличаться от проектных более чем на 10 мм. На нулевой площадке и на отметке наивысшего подъема сосуда определяют размеры  $n$ ,  $n_1$  и  $m$ ,  $m_1$  соответственно от шнуров, натянутых «обвязкой» между проводниками, и от лицевых поверхностей проводников до отвеса  $O_1$

(рис. 120, б). При правильной установке шкивов  $m - m_1 \leq d$ ;  $n - n_1 \leq d$ . Все измерения делают, поворачивая шкив на  $180^\circ$ .

Разворот каждого шкива определяют по предварительной разметке на уровне перекрытия подшкивной площадки. В этом случае измерения выполняют от неподвижных точек, расстояния между которыми меньше диаметра шкива.

Не следует определять разворот шкива по диаметру, так как в этом случае все измерения приходится делать от отвесов, что не всегда возможно со стороны укусных ног. Кроме того, сами измерения от отвесов отнимают много времени и не повышают точности.

Не всегда есть возможность сделать непосредственные измерения от оси подъема до реборды шкива. Если шкив выступает за пределы подшкивной площадки, то прямые измерения заменяют косвенными. Изготавливают две легкие деревянные рейки длиной, примерно равной диаметру шкива. Одна рейка рабочая, другая контрольная. Проверяют прямолинейность реек. К обоим концам рабочей рейки прикрепляют короткие поперечины. Длина поперечин должна быть одинаковой, а по абсолютной величине такой, чтобы во время касания ими реборды шкива рабочая рейка свободно лежала на перекрытии подшкивной площадки, не касаясь подшипников шкива. Укладывают рабочую рейку на подшкивную площадку, сдвигают ее до касания поперечинами реборды шкива. Теперь рабочая рейка параллельна плоскости симметрии шкива. Замеряют от рейки до оси подъема расстояния в удобных точках и делают подсчет величин, необходимых для подсчета углов девиации.

Другие способы определения разворота шкива не только вносят в измерения непредсказуемые ошибки, но и гораздо сложнее в исполнении.

После всех проверок и необходимых исправлений просверливают отверстия в подшкивных балках и закрепляют шкивы.

Если шкивы расположены под углом к осям ствола (веерообразно), что встречается крайне редко при двухподъемной установке, то на подшкивной площадке делают разметку осей обоих подъемов. Все размеры, необходимые для такой разметки, берут с рабочих чертежей сечения ствола и подшкивной площадки. Вычислением определяют положение точек осей подъемов на осях ствола и на краях подшкивной площадки. Вычисления точек плоскостей вращения шкивов не делают, так как ими невозможно пользоваться при монтаже.

На проходческих шатровых копрах работу по установке шкивов начинают с закрепления осей на ограждении подшкивной площадки, т. е. поднимают оси выше подшкивных балок. Затем от оси подъема и оси ствола на краях подшкивной площадки размечают оси симметрии шкивов и подшкивных балок. Устанавливают подшкивные балки, приводят их в горизонтальное положение и только потом ставят на них шкивы. Точной установки шкивов в проектное положение добиваются незначительным перемещением их по подшкивным балкам. Точку сбегания каната выставляют по отвесу, опущенному на нулевую площадку. Перед закреплением шкивов проверяют горизонтальность валов вращения.

## § 58. МОНТАЖ ПОДЪЕМНОЙ МАШИНЫ

Если тормозная система подъемной машины расположена в подвальном помещении, то перед монтажными работами восстанавливают и закрепляют оси шарниров стоек тормозных колодок. При этом пользуются рабочими чертежами, на которых нанесены результаты исполнительной съемки фундаментов машины.

Оси шарниров стоек, параллельные оси вала машины, закрепляют на бетоне фундаментов. На тех же фундаментах закрепляют условный горизонт.

Закрепление осей шарниров и условного горизонта обязательно следует выполнять до начала такелажных работ. От этого зависит правильная установка и регулировка тормозной системы.

Установка вала машины в горизонтальной плоскости. Ось вала машины и ось подъема, а точнее, точки вертикальных плоскостей, в которых находятся эти оси, закрепляют ниже мостового крана. При монтаже подъемной машины, имеющей зубчатую муфту, кроме двух основных осей, закрепляют еще вспомогательную ось, параллельную оси вала. Расстояние между осью вала и вспомогательной осью делают на 10—15 см больше радиуса вала. Вспомогательной осью монтажники пользуются при установке соосности валов барабанов и редуктора.

Вначале устанавливают постаменты под подшипники или основную раму, в зависимости от марки подъемной машины.

Раму укладывают одновременно со смонтированными на ней подшипниками главного вала (без верхних крышек). В расточку подшипников вставляют деревянные бруски, на которые наносят риски, соответствующие оси вала. Центрируют раму по отвесам, опущенным с осевых проволок. При этом добиваются точной, до  $\pm 1$  мм, установки по оси вала и симметричного расположения рисков относительно оси подъема.

Одновременно с установкой по осям проверяют положение рамы в вертикальной плоскости.

После закрепления рамы или постамента укладывают главный вал машины и точную установку в плане и по высоте делают после установки редуктора.

Установка вала машины в вертикальной плоскости. Допустимые отклонения оси вала от горизонтального положения устанавливаются техническими условиями на монтаж и эксплуатацию каждой подъемной машины. Допуски, как правило, очень жесткие. Превышения одного конца вала над другим необходимо определять до десятых долей миллиметра.

Установку главного вала подъемной машины в вертикальной плоскости выполняют в несколько приемов: сначала добиваются горизонтальности рамы или постаментов под подшипники, затем выравнивают грубо ось вала и, наконец, точно устанавливают вал вместе с редуктором в горизонтальное положение.

Горизонтальности рамы машины или постаментов под подшипники добиваются с помощью обычной нивелировки. Не следует добиваться

равенства отметок углов рамы, поскольку ее конструкция на стендах не проверяется. Главное, чтобы площадки для установки подшипников вала были в одной горизонтальной плоскости и не имели перекосов более  $\pm 1$  мм.

Привязку рамы по высотным отметкам делают от реперов, фиксирующих уровень чистого пола в здании подъема. Погрешность установки рамы или постаментов не должна превышать 2 см по отношению к отметке чистого пола.

Грубую установку главного вала в вертикальной плоскости делают монтажники одновременно с установкой редуктора.

Точную установку вала машины и редуктора выполняют при помощи прецизионной передачи высотных отметок (см. § 12). Муфта, соединяющая вал машины с валом редуктора, жесткая, поэтому требуется очень высокая точность соосности валов. В связи с этим одновременно с исправлением положения валов машины и редуктора в вертикальной плоскости добиваются соосности в горизонтальной плоскости. Наибольшую трудность представляет передача отметки на вал редуктора со стороны, противоположной барабанам.

Работу выполняют в следующем порядке. Закрепляют три вспомогательные точки, представляющие собой жесткие простые металлические конструкции, не имеющие связи с подшипниками главного вала и редуктора. Две точки располагают примерно на одном уровне с верхними образующими валов и на линии визирования, третью — ниже оси вала редуктора на 50—100 мм и чуть в стороне оси вала, рядом с корпусом редуктора. Это делается для того, чтобы не поворачивать нивелир вокруг вертикальной оси и не менять резко фокусировку трубы.

Передают отметки на вспомогательные точки с одного репера с точностью  $\pm 0,1$  мм (см. пример 7). Работают в условной системе, поэтому за исходный репер принимают какой-нибудь металлический предмет в задании подъема, удобно расположенный для нивелирования.

Определяют диаметры шеек валов в местах постановки линеек. Замеряют расстояния от мест постановки линеек до опор валов. За точки опор принимают середину постаментов под подшипники. Точки постановки линеек определяют с помощью брускового уровня на верхних образующих шеек валов.

Передают отметки на валы. С линейкой работают двое: один держит пальцами штырек линейки на точке вала (поверхность вала шлифованная), а другой покачивает линейку в плоскости визирования. Учитывая диаметры валов, вычисляют отметки осей валов.

Передачу отметки на ось вала редуктора выполняют следующим образом. Устанавливают одну линейку на вспомогательную точку, а другую, со скошенным краем, прикладывают вертикально к торцу вала. Берут отсчеты по обеим линейкам. Одновременно тот, кто держит линейку у вала, берет отсчеты по диаметрально противоположным краям проточки вала. Набирают серию из трех отсчетов, сдвигая линейку у вала редуктора. Изменяют высоту инструмента и снова набирают серию отсчетов. При этом меняется исполнитель, держащий линейку у вала редуктора. Делают это для того, чтобы исключить ошибки исполнителей при взятии отсчетов по краям проточки вала.

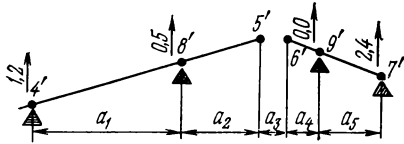


Рис. 121. Схема установки вала подъемной машины в вертикальной плоскости

По высотным отметкам осей вала вычисляют толщину подкладок под опоры (см. пример 12). Исправляют положение валов. Если необходимо, то работы повторяют и вычисляют новые величины подкладок.

При полной соосности валов и разнице высот менее 0,3 мм на остальных точках установку считают законченной, так как добиться большей точности этим способом невозможно.

*Пример 12.* Расчет превышений при установке вала подъемной машины и вала редуктора. Для удобства вычислений составляем схему (рис. 121). Отметки точек 4', 5', 6', 7' из нивелировки равны:  $H_{4'} = 0,1243$ ;  $H_{5'} = 0,1263$ ;  $H_{6'} = 0,1265$ ;  $H_{7'} = 0,1231$ . Расстояния между опорами и точками измерений превышений

$$a_1 = 5,00 \text{ м}; \quad a_2 = 0,65 \text{ м}; \quad a_3 = 0,03 \text{ м}; \quad a_4 = 0,72 \text{ м}; \quad a_5 = 1,60 \text{ м}.$$

Вычисляем превышения между точками измерений

$$\Delta h_1 = H_{5'} - H_{4'} = 0,0020; \quad \Delta h_2 = H_{6'} - H_{7'} = 0,0034.$$

Определяем отметки осей валов на опорах в точках 8' и 9'

$$H_{8'} = H_{4'} + \frac{\Delta h_1 a_1}{a_1 + a_2} \quad \text{или}$$

$$H_{8'} = H_{5'} - \frac{\Delta h_1 a_2}{a_1 + a_2};$$

$$H_{8'} = 0,1243 + \frac{0,0020 \cdot 5,00}{5,65} = 0,1250;$$

$$H_{9'} = H_{7'} + \frac{\Delta h_2 a_5}{a_4 + a_5} \quad \text{или}$$

$$H_{9'} = H_{6'} - \frac{\Delta h_2 a_4}{a_4 + a_5};$$

$$H_{9'} = 0,1231 + \frac{0,0034 \cdot 1,60}{2,32} = 0,1255.$$

Сравниваем высотные отметки на опорах

$$H_{4'} = 0,1243; \quad H_{8'} = 0,1250;$$

$$H_{6'} = 0,1265; \quad H_{9'} = 0,1255; \quad H_{7'} = 0,1231.$$

По разнице высотных отметок между самой высокой точкой 9' и всеми остальными находим величины подкладок: 1,2 мм; 0,5 мм; 0,0; 2,4 мм.

## § 59. УСТРОЙСТВО ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ ДЛЯ МОСТОВЫХ ПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

Мостовые подъемные краны служат для перемещения грузов в ремонтных мастерских, зданиях подъемных машин и других производственных помещениях.

Подкрановый путь представляет собой конструкцию из рельсов, уложенных по верхнему поясу подкрановых балок. Нижним поясом балки опираются на консоли колонн, если их сечения постоянные, или плоскости уступов колонн, если сечения переменные. К точности монтажа элементов конструкции подкрановых путей СНиПом предъявляются высокие требования. Наиболее сложно выдержать горизонтальность подкрановых путей, так как они располагаются на значительной высоте и, кроме того, в процессе производства нивелирных работ неизбежны погрешности измерений.

Разбивка на консолях осей рельсовых путей. Ось подкрановой балки, как правило, совпадает с осью рельса. Поэтому разбивают и закрепляют в натуре оси рельсов. От внутренних граней торцовых колонн откладывают на консолях проектный размер до оси рельса и фиксируют временными рисками положение осей на пластинах консолей. Через риски консолей торцевых колонн натягивают тонкую проволоку, след которой фиксируют временно на каждой промежуточной консоли. Измеряют на каждой консоли расстояния от временных осевых рисок до внутренних граней колонн. По этим размерам вычисляют зазор между наиболее выступающей деталью крана и колонной. Величина зазора не должна быть меньше предусмотренной правилами безопасности. При необходимости в первоначальную разбивку вносят коррективы, после чего закрепляют постоянными рисками оси рельсов на торцевых колоннах. Измерение колеи, т. е. расстояния между осями рельсов, делают компарированной рулеткой на весу с введением всех поправок.

Дальнейшую разбивку и закрепление осей рельсов подкранового пути выполняют несложной передачей оси по вертикали (см. рис. 122). Вешают на консолях торцевых колонн парные отвесы, совместив нить отвесов с рисками осей рельсов. Под одним из отвесов центрируют теодолит и в створе отвесов отмечают на противоположных стенах здания следы осей. Закрепляют в стенах здания, выше уровня будущих рельсов, сксбы. Натягивают между сксбами струну (тонкую стальную проволоку). Перемещая по сксбам проволоку, с помощью отвесов находят такое ее положение, при котором отвесы совпадут с осевыми рисками на торцевых колоннах. Закрепляют оси рельсов насечками на сксбах. Теперь проволоки служат монтажными осями при установке балок и рельсов. Отмечают на пластинах консолей колонн положение осей.

Оси путей значительной протяженности нельзя зафиксировать проволокой, закрепленной только в торцевых стенах. В этом случае закрепляют ее дополнительными подвесками на балках перекрытия. Состав работы при этом не меняется, только в створ двух отвесов выставляют дополнительные.

При монтаже подкрановых путей значительной протяженности разбивку осей часто производят

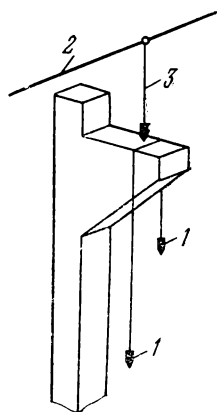


Рис. 122. Схема использования отвесов при разметке оси рельса:

1 — парный отвес для установки осевых сксб; 2 — монтажная ось; 3 — отвес для установки балок и рельсов

теодолитом, установленным прямо на консоли колонны. Такая работа возможна только при наличии подвесной монтажной люльки (корзины) и механической передвижной лестницы.

**Нивелирование опорных поверхностей консолей.** Нивелирование пластин на консолях производят до установки подкрановых балок. Цель нивелирования — определить превышения пластин консолей и выбрать условную отметку монтажного горизонта, т. е. горизонта нижнего пояса подкрановых балок. Выполняют нивелирование либо при помощи реек, прикрепленных к Г-образному брусу со штырем, либо при помощи коротких линейек.

В первом случае нивелир устанавливают на полу, примерно в центре помещения. Перед взятием отсчета по рейке брусок опирают штырем на пластину консоли, а рейку приводят в вертикальное положение при помощи круглого уровня. В этом варианте установка рейки производится вслепую, так как реечник не видит места постановки штыря. Размеры подкладок, вычисленные по данным этой нивелировки, приходится уточнять повторной нивелировкой несколько раз.

Во втором случае нивелир устанавливают непосредственно на консоль торцевой колонны. Измеряют высоту инструмента линейкой по объективу зрительной трубы, наводят трубу на линейку дальней колонны, проверяют установку инструмента и закрепляют трубу. Нивелируют опорные поверхности консолей, двигаясь с линейкой к инструменту. С этой же установки инструмента определяют превышения на нескольких консолях второго ряда. Затем переставляют нивелир на торцевую колонну второго ряда и производят те же работы.

По результатам нивелирования составляют профиль опорных поверхностей консолей вдоль осей подкрановых балок в масштабах: горизонтальном — 1:100 и вертикальном — 1:10. Наивысшую из отметок консолей принимают за монтажный горизонт. Толщину подкладок (металлических пластин) для приведения опорных поверхностей на монтажный горизонт вычисляют как разность наивысшей отметки и всех остальных.

**Исполнительная съемка подкрановых путей.** По завершении монтажа производят исполнительную съемку путей по головкам рельсов. Все измерения, плановые и высотные, делают в местах опор, т. е. на консолях колонн. Измеряют колею, определяют отклонения пути от прямой линии, нивелируют головку рельсов. Пример оформления исполнительной съемки дан на рис. 131.

Для оценки горизонтальности пути на практике пользуются соотношением  $i \leq 0,005$ , где  $i$  — продольный или поперечный уклон пути в пролетах между опорами.

## § 60. УСТРОЙСТВО ПУТИ ДЛЯ ПЕРЕКАТНОЙ ТЕЛЕЖКИ

Перекатная тележка в системе обмена вагонов у ствола в надшахтном здании выполняет функции нескольких стрелочных переводов и компенсатора высоты. Совершенствование средств автоматизации позволило широко применять перекатные тележки, особенно в блоковых надшахтных зданиях. Постановка рудничных вагонов на тележку и

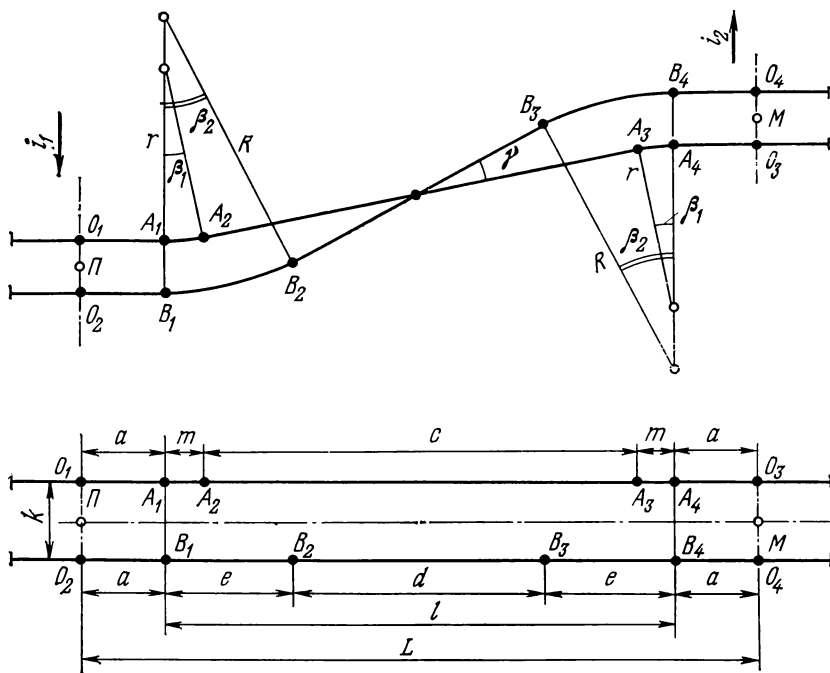


Рис. 123. Схема пути для перекатной тележки

скатывание их с тележки происходит автоматически за счет больших уклонов. Перекатные тележки относятся к нестандартному оборудованию, поэтому для монтажных работ некоторые параметры нужно определять непосредственным замером на готовой конструкции.

Для разновысокой перекатной тележки, т. е. такой, в которой расстояния от площадки до осей колесных пар различны, рельсовые пути имеют несложную прямолинейную форму. Здесь рассмотрены маркшейдерские работы при устройстве наиболее сложного пути — пути для равновысокой перекатной тележки.

Составление разбивочной схемы. Перед составлением схемы замеряют базу тележки  $b$ , высоту реборды  $r$  колеса, полную высоту тележки  $h_T$ , т. е. высоту от нижней точки колеса до уровня головки рельсов на тележке.

Плановое положение пути для перекатной тележки на рабочих чертежах дано привязкой к осям клетки в точках П и М, т. е. в точках пересечения осей откаточных путей с осью пути для перекатной тележки (рис. 123). Все дополнительные размеры для разбивок в горизонтальной плоскости вычисляют при проверке высотной схемы путей.

В вертикальной плоскости пути для тележки имеют сложную форму, поэтому для разбивочных работ определяют высотное и плановое положение нескольких характерных точек каждого рельса. От проект-

ных отметок головки рельсов откаточных путей в точках П и М переходят к отметкам головки рельсовых путей для тележки в точках  $O_1, O_2, O_3, O_4$ :

$$H_{O_1} = H_{\Pi} + \frac{1}{2} i_1 k - h_{\tau}; \quad H_{O_2} = H_{\Pi} - \frac{1}{2} i_1 k - h_{\tau};$$

$$H_{O_3} = H_{\text{М}} - \frac{1}{2} i_2 k - h_{\tau};$$

$$H_{O_4} = H_{\text{М}} + \frac{1}{2} i_2 k - h_{\tau},$$

где  $i_1$  — уклон откаточных путей в нижней позиции тележки;  $i_2$  — уклон откаточных путей в верхней позиции тележки;  $k$  — ширина колеи пути для перекаточной тележки.

Рельсы на участках  $O_1A_1, A_4O_3, O_2B_1, B_4O_4$  горизонтальны, поэтому высотные отметки точек  $A_1, A_4, B_1, B_4$  соответственно равны:

$$H_{A_1} = H_{O_1}; \quad H_{A_4} = H_{O_3};$$

$$H_{B_1} = H_{O_2}; \quad H_{B_4} = H_{O_4}.$$

Кривые каждого рельса вертикальной плоскости могут быть запроектированы с одним или разными радиусами. Центральные углы закружений  $\beta_1, \beta_2$  для каждого рельса различны. Обычно для одного рельса радиус внешней кривой равен радиусу внутренней кривой, равны и центральные углы. Соответствие между радиусами кривых и центральными углами проверяют по следующим формулам:

$$r = \frac{l \operatorname{tg} \beta_1 - \Delta h_1}{2 \operatorname{tg} \beta_1 \operatorname{tg} \frac{\beta_1}{2}}; \quad R = \frac{l \operatorname{tg} \beta_2 - \Delta h_2}{2 \operatorname{tg} \beta_2 \operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2}},$$

где  $l$  — горизонтальное проложение линий  $A_1A_4$  и  $B_1B_4$ ;  $\Delta h_1$  и  $\Delta h_2$  — превышения концов линий  $A_1A_4$  и  $B_1B_4$ . Если условия формул не выполняются, то вносят коррективы в размеры радиусов. Если же размеры радиусов взяты минимально допустимые для базы тележки, то вносят коррективы в углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$ .

Отметки точек сопряжения кривых с прямолинейными участками вычисляют по формулам

$$H_{A_2} = H_{O_1} + r(1 - \cos \beta_1); \quad H_{A_3} = H_{O_3} - r(1 - \cos \beta_1);$$

$$H_{B_2} = H_{O_2} + R(1 - \cos \beta_2); \quad H_{B_3} = H_{O_4} - R(1 - \cos \beta_2).$$

Горизонтальные расстояния  $m$  и  $e$  определяют из выражений

$$m = r \sin \beta_1, \quad e = R \sin \beta_2.$$

Углы наклона прямых участков рельсов между точками  $A_2$  и  $A_3$ ,  $B_2$  и  $B_3$  равны соответственно  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , поэтому угол  $\gamma$ , между рельсами в проекции на вертикальную плоскость на этом же участке равен  $\gamma = \beta_2 - \beta_1$ .

Проекции прямых  $A_2A_3$  и  $B_2B_3$  на горизонтальную плоскость зависят от превышений и углов наклона:

$$c = \Delta h_3 \operatorname{ctg} \beta_1; d = \Delta h_4 \operatorname{ctg} \beta_2,$$

где  $\Delta h_3 = H_{A_3} - H_{A_2}$ ;  $\Delta h_4 = H_{B_3} - H_{B_2}$ .

Контроль вычислений производят по формулам

$$L = 2a + 2m + c; L = 2a + 2e + d.$$

Последний и, пожалуй, самый важный контроль перед разбивкой делают по базе перекатной тележки. При движении тележка опирается на рельсы тремя колесами, четвертое колесо висит и касается рельса только ребордой. Необходимо, чтобы при максимальном перекосе рельсов заход реборды за рельс был не меньше установленного допуска. Наибольший перекося рельсов в середине пути между точками  $B_2$  и  $B_3$ . Величина перекося на базе тележки будет

$$n = b \operatorname{tg} \gamma.$$

Сравнивают  $n$  с фактической высотой реборды  $p$ . Для нормальной работы перекатной тележки должно выполняться условие  $n + t \leq p$ , где  $t$  — допуск, зависящий от диаметра колеса тележки,  $t \approx 25$  мм.

Разбивка и закрепление осей. Для разработки котлована закрепляют на обносках оси  $O_1O_2, O_3O_4$ , ПМ. На обноску выносят высотные отметки двух уровней, соответствующих высотам точек  $O_2$  и  $O_3$ .

После сооружения котлована и опорных стенок снова выносят и закрепляют оси  $O_1O_2, O_3O_4$ , ПМ. Теперь закрепление осей делают на низкой металлической обноске, на уровне опорных стенок. Закончив контрольные измерения, откладывают от оси ПМ в обе стороны расстояния  $k : 2 + \Delta k$ , где  $\Delta k$  — поправка для перехода к оси рельса. Натягивают по осям рельсов проволоку и проверяют разбивку. Закрепляют оси рельсов на обноске и вертикальными линиями на опорных стенках. В точках  $O_1, O_3, O_2, O_4$  вешают отвесы, от которых рулеткой и подвижными отвесами по размерам  $a, m, e$  находят положение остальных точек рельсов.

Для закрепления в натуре характерных точек рельсов изготавливают из круглого железа диаметром 12—16 мм П-образные скобы. Высота скоб 0,5—0,7 м, ширина немного больше ширины подошвы рельса. Концы скоб заостряют. Центрируют скобы под отвесом так, чтобы перекладины их располагались перпендикулярно к оси рельса, незначительный перекося не играет роли. Забивают скобы постепенно, контролируя высотную отметку перекладины и ее горизонтальность нивелиром. Отметка верха скоб должна соответствовать отметке подошвы рельса. После закрепления всех точек рельсов делают контрольные измерения и нивелировку. При необходимости вносят исправления.

Бетонируют вначале скобы. Затем отмечают на каждой скобе ось рельса и края подошвы рельса. Монтаж пути выполняют без участия маркшейдера. На скобы укладывают рельсы и слегка прихватывают их сваркой. Крепежные элементы (болты и др.) закрепляют на рельсах, после чего производят бетонировку. Исполнительную съемку выполняют по точкам разбивочной схемы после установки тележки.

## § 61. МОНТАЖ ОПОРНЫХ БАЛОК ДЛЯ ПОСАДОЧНЫХ КУЛАКОВ

Посадочные кулаки на нулевой площадке и горизонтах монтируют после армирования ствола. Установку и бетонировку опорных балок для посадочных кулаков делают либо вместе с армировкой ствола, либо после ее окончания. При установке опорных балок пользуются вертикальным разрезом по стволу, сечением ствола и установочным чертёжом опорных балок.

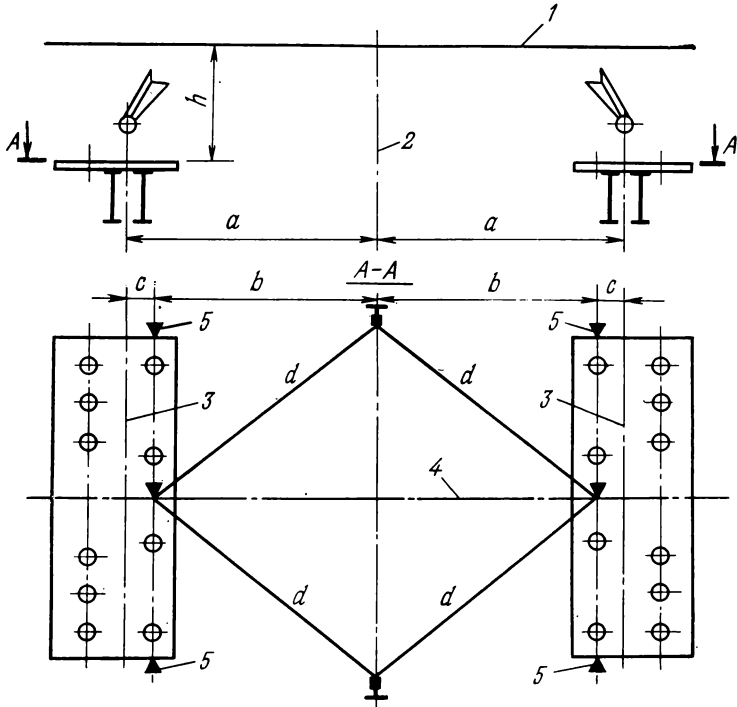


Рис. 124. Схема установки опорных балок для посадочных кулаков:

1 — уровень головки рельсов клетки; 2 — ось проводников; 3 — ось вала посадочных кулаков; 4 — ось клетки; 5 — установочные риски

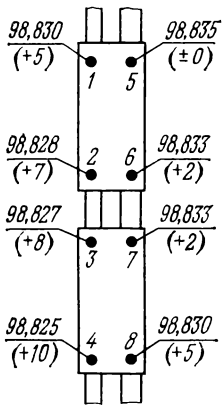


Рис. 125. Запись результатов нивелирования опорных балок для посадочных кулаков в точках 1—8

В горизонтальной плоскости исходными для установки балок служат оси проводников (лежек) или, в крайнем случае, оси ствола.

Посадочные кулаки относятся к стандартному оборудованию. Используя симметричное расположение осей валов посадочных кулаков относительно плоскости проводников, за монтажную ось принимают ось крепежных отверстий на опорной плите балок. Закрепляют ее насечками (рисками). Определяют размер  $b = a - c$  ( $a$  — расстояние между осью клетки и осью посадочного кулака;  $c$  — расстояние от оси кулака до оси монтажных отверстий), по которому и выставляют опорные балки в проектное положение. При установке используют диагональные размеры  $d$  (рис. 124).

В вертикальной плоскости верх опорных плит ставят в проектное положение, учитывая высотную отметку головки рельсов клетки и размер  $h$ . Очень важно, чтобы верх опорных плит не был выше уровня, заданного проектом. Нужно устанавливать их либо точно на проектную отметку, либо на несколько миллиметров ниже. Это объясняется тем, что завышенная постановка балок нарушает высотную схему обмена вагонов у ствола и трудно поддается исправлению, низкая же постановка балок позволяет установить клетку на проектную отметку за счет регулировки высоты посадочных кулаков небольшими металлическими подкладками.

После установки опорных балок в проектное положение дается разрешение на подливку их бетоном. Когда бетон схватится, производят исполнительную съемку. Фактические размеры  $b$  определяют по крайним отверстиям опорных плит. Отклонения фактических размеров от проектных не должны превышать  $\pm 5$  мм. Фактические высотные отметки определяют по отверстиям для каждого посадочного кулака (рис. 125).

Установку посадочных кулаков производят монтажники без участия маркшейдера, пользуясь исполнительной съемкой.

## § 62. РАБОТЫ В КАМЕРЕ ЗАГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Монтаж оборудования в камере загрузочных устройств скипа производят после армирования ствола. Исходными данными для разбивки осей загрузочного устройства служат только расстрелы и проводники. Осями ствола не пользуются.

На рис. 126 показаны камеры загрузочных устройств для двух пар скипов. Штриховкой обозначены фундаменты под оборудование. Для монтажных работ закрепляют оси  $A - A$ ,  $A' - A'$ ,  $B - B$ ,  $B' - B'$ . т. е. оси весовых устройств. Других осей не закрепляют; их определяют промерами от этих основных осей. Для устройства фундаментов те же оси обозначают рисками на бетоне стен, примерно на высоте 1 м над почвой камеры.

Разбивку осей выполняют после закрепления скоб в стенах камер. Высоту, на которой закрепляют скобы, определяют по монтажным чертежам. Работы по разбивке осей начинают с построения вспомогательных осей 1—1, 2—2. Устанавливают теодолит на почве камеры так,

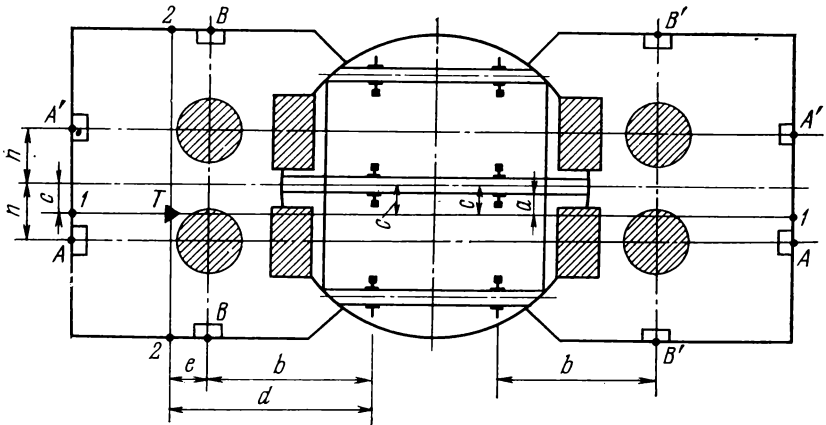


Рис. 126. Схема разбивки осей в камере загрузочных устройств

чтобы линия визирования прошла мимо рабочих плоскостей проводников. По ближайшему расстрелу, расположенному выше или ниже теодолита, строят линию, параллельную оси расстрела (см. § 14), т. е. определяют размер  $a$  от полки расстрела до линии визирования. Исходные точки на краях полки расстрела выбирают так, чтобы расстояние между ними было максимальным. Построение линии, параллельной оси расстрела, выполняют при двух положениях вертикального круга теодолита, так как визирование на линейки происходит со значительным изменением вертикального угла. Дважды отмечают на стенах камер вспомогательную ось  $1-1$ . Из двух определений берут среднее. Под углом в  $90^\circ$  к оси  $1-1$  отмечают на стенках камеры вспомогательную ось  $2-2$ .

Замеряют ширину полки расстрела  $p$ . Пользуясь размером  $a$ , определяют  $c = a + p/2$ , т. е. находят смещение вспомогательной оси  $1-1$  от оси подъема. Горизонтальное расстояние  $d$  измеряют от теодолита до оси проводников. Для этого делают обвязку проводников шнуром и измеряют расстояния  $d_1$  и  $d_2$ .  $d = (d_1 + d_2)/2$ .

Обозначают на стенах камер ось подъема. Затем по проектным размерам  $b$ ,  $n$  и домеру  $e$  определяют положение проектных осей  $A-A$ ,  $A'-A'$ ,  $B-B$  сначала на стенках камеры, а затем на скобах. Точно такую же работу по выноске осей производят в противоположной камере. Выход на оси  $AA$  и  $A'-A'$  будет контролем работ. Отклонения на осях  $A-A'-A'$  из двух определений обычно не превышают  $5-7$  мм (в основном за счет фиксации осей).

Высотную привязку фундаментов загрузочного устройства делают только от уровня пола камеры питателей. На стенах камеры загрузочного устройства обозначают несколькими реперами условный горизонт на  $1$  м выше уровня проектного пола камеры.

Фундаменты загрузочного устройства просты. Опалубку для них делают в виде рамки с пробками для анкерных колодцев. Установка опалубки не представляет сложности. Монтаж загрузочного устройства производят без участия маркшейдера.

## § 63. РАБОТЫ В НАСОСНОЙ КАМЕРЕ

Маркшейдерские работы в насосной камере выполняют до монтажа оборудования. Чтобы обеспечить нормальную работу проходчиков и монтажников, в натуре закрепляют ось фундаментов под насосы, оси всасов, монтажный горизонт и дают привязку к оси пути.

Разбивку и закрепление осей производят с учетом следующих условий: камера имеет большую высоту, 5 м и выше; пути в камере строго горизонтальны; фундаменты под насосы строго привязаны к осям водозаборных колодцев; монтаж труб ведется готовыми секциями; пунктов полигонометрии в камере нет — обычно они расположены перед камерой и за камерой.

*Подготовка исходных данных.* Особой подготовки для разбивки монтажного горизонта не требуется — пользуются боковыми высотными реперами.

Для привязки оси пути и разбивки в натуре осей всасов готовят следующие данные (рис. 127). Вычисляют по дирекционному углу стороны  $AB$  и дирекционному углу оси пути (из проектного полигона) угол  $\beta_1$ . По координатам пункта  $A$  и точки  $71$  проектного полигона определяют смещение точки  $A$  относительно оси пути (размер  $a_1$ ). Вычисляют длину линии  $71-A$  и ее проекцию на ось пути  $L$ . Зная  $L$ , вычисляют размер  $n_5$ , от точки  $A$  до первой оси всасов,

$$n_5 = L - n_6 - n_1 - n_2 - n_3 - n_4,$$

где  $n_6, n_1, n_2, n_3, n_4$  — проектные размеры.

Привязку оси фундаментов насосов выполняют способом непосредственного выхода на ось. Для этого по рабочему плану крупного масштаба и чертежам камеры определяют размер  $c$  (между осями пути и фундаментов) и выбирают положение точки  $P$  на оси фундаментов. Транспортиром на плане определяют величину угла  $\beta_3$ . По углу  $\beta_3$  и размеру  $a_2 = a_1 + c$  вычисляют длину стороны  $AP$ . По дирекционному углу оси и углу  $\beta_3$  находят дирекционный угол стороны  $PA$ . По дирекционным углам сторон  $PA$  и  $BA$  вычисляют угол  $\beta_2$ . Выписывают все вычисленные и проектные размеры в рабочую книжку в виде схемы.

*Работа в шахте.* Монтажную плоскость отмечают на стенах камеры с помощью нивелира от одной пары боковых реперов, т. е. на уровне 1 м от проектной головки рельсов. Желательно для строительных и монтажных работ весь горизонт прочертить сплошной линией, так как

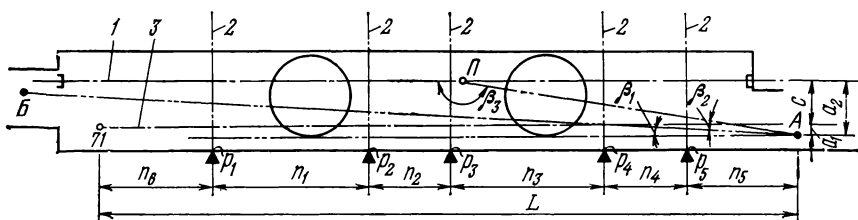


Рис. 127. Схема работ в насосной камере:

1 — ось фундаментов под насосы; 2 — оси всасов; 3 — ось пути

от него идет разметка фундаментов, разметка кронштейнов для трубной обвязки, укладка пути и заливка пола. Сплошную линию в практике не прочерчивают, а отмечают монтажный горизонт через каждый метр короткой линией длиной 5—10 см. При выноске горизонта желательно пользоваться высокоточным нивелиром.

Разбивку осей всасов и привязку пути делают от линии, параллельной оси пути. Устанавливают теодолит в точке  $A$ , наводят трубу на точку  $B$ , откладывают угол  $\beta_1$  и по размерам  $n_5, n_5, n_3, n_2, n_1$  отмечают на стене, на уровне головки рельсов, условные значки в виде треугольников, от которых с помощью нивелирной рейки измеряют ординаты  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$  от стены до визирной плоскости. По размеру  $a_1$  и ординатам  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$  дают привязку пути (способ измеренных ординат). Один размер, например  $n_5 + n_4$ , отмечают точкой на почве. Переходят на эту точку с теодолитом и отмечают на стенах одну ось всаса. Остальные оси всасов размечают рулеточными промерами по расстояниям  $n_1, n_2, n_3, n_4$ . Оси всасов отмечают на стене краской по отвесу, от монтажного горизонта до пяты свода крепи, короткими линиями.

Ось фундаментов под насосы определяют и закрепляют в таком порядке. По углу  $\beta_2$  и длине  $AP$  находят точку  $P$  и временно закрепляют ее на почве. Угол  $\beta_2$  откладывают при двух положениях вертикального круга. С точки  $P$  по углу  $\beta_3$  на предварительно закрепленных в торцевых стенах скобах отмечают ось фундаментов. Угол  $\beta_3$  откладывают дважды: при правом и левом положениях вертикального круга. Скобы должны быть закреплены на высоте 2 м от пола камеры.

Разметку мест под кронштейны (около 50) делает сменный надзор.

Обычно маркшейдер не делает съемку фундаментов под насосы. Но, в отдельных случаях, по требованию монтажников такая съемка производится.

*Камеральная обработка.* Составляют эскиз с нанесением всех осей и ординат до оси пути. Ординаты определяют из суммы  $r_i = a_1 + p_i$  (см. § 15). Эскиз выдается исполнителям.

#### § 64. УСТРОЙСТВО ПОДКРАНОВОГО ПУТИ В ЗАРЯДНОЙ КАМЕРЕ

Особенность монтажа пути для крана КЭД в шахтных условиях заключается в том, что каждая нитка пути крепится к стене камеры на консолях (кронштейнах). В шахтах, опасных по газу или пыли, где применение сварочных работ ограничено, а в некоторых случаях невозможно, установка кронштейнов требует большой точности. Обычно проектами в типовых камерах предусматривается сборка пути на болтовых соединениях.

В обязанность маркшейдера входит закладка реперов и разбивка осей, по которым производится установка и бетонирование кронштейнов. Оси и реперы должны обеспечить горизонтальное положение кронштейнов, перпендикулярность их к оси пути, точное положение отверстий для болтов, гарантирующее проектную величину колеи и сборку каждой нитки пути без применения сварочных работ. Задача заключается в том, чтобы закрепить направления в трех плоскостях. Практически в натуре закрепляют горизонтальную плоскость (низ

кронштейнов), вертикальные плоскости, проходящие через оси кронштейнов, и вертикальную монтажную плоскость, параллельную оси пути.

*Подготовка исходных данных.* Вычисляют отметку горизонтальной плоскости, фиксирующей низ кронштейнов. Исходными для вычисления отметки служат боковые высотные реперы, которыми пользовались при проходке камеры, и проектное сечение камеры (рис. 128). Для обозначения вертикальных плоскостей, проходящих через парные кронштейны, размеры определяют по чертежу камеры. На рис. 129 это размеры 3650 и 5000.

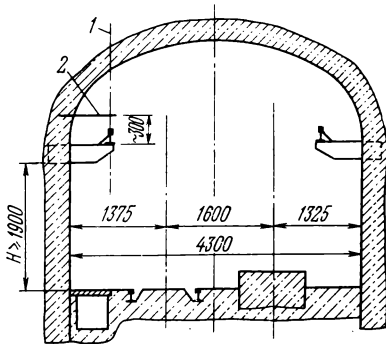


Рис. 128. Сечение зарядной камеры:

1 — монтажная плоскость; 2 — штырь

Из паспорта крана или справочника выписывают ширину колеи. Размеры для обозначения монтажной плоскости определяют по ширине колеи, чертежу камеры и детализировочным чертежам пути. Монтажную плоскость намечают либо по центрам отверстий в кронштейнах, либо по краям кронштейнов. Привязку монтажной плоскости делают к стороне проектного полигона на двух точках полигонометрического хода, расположенных в начале и конце камеры (размеры  $c_{70}$  и  $c_{73}$  на рис. 129).

На рабочем плане намечают места закладки штырей для закрепления точек монтажной плоскости. Определяют размеры штырей и их количество. Штыри должны выступать за монтажную плоскость внутрь камеры на 50—60 мм и крепиться в стене через 25—28 м. Диаметр штырей 16—20 мм.

Для того чтобы при бетонировании обеспечить постоянство размера колеи и постоянство расстояния между соседними парами кронштейнов, изготавливают поперечные и продольные шаблоны. Размеры шаблонов определяют по расстояниям между центрами отверстий на кронштейнах (рис. 130). Поперечный шаблон фиксирует ширину колеи, обеспечивает перпендикулярность кронштейнов к оси пути и горизонтальность обеих кронштейнов. Поперечный шаблон представляет собой уголок 65·65 или 70·70 с четырьмя фиксаторами. Диаметр фиксаторов на 0,5 мм меньше отверстий в кронштейнах. Два фиксатора, по одному с каждой стороны, делают с резьбой. Шаблон накладывают сверху на пластины кронштейнов и плотно притягивают к ним гайками. Продольный шаблон аналогичен поперечному, но имеет только три фиксатора без резьбы. Назначение продольного шаблона — фиксировать расстояние между парами кронштейнов.

Кронштейны и шаблоны тщательно проверяют. Никаких отклонений от проектных размеров между осями отверстий не допускается.

*Работа в шахте.* Строго по перпендикуляру к оси камеры намечают плоскость первой пары кронштейнов. Рулеточным промером от первой пары размечают плоскости остальных кронштейнов. Следы плоскостей закрепляют краской ниже лунок на 300—400 мм.

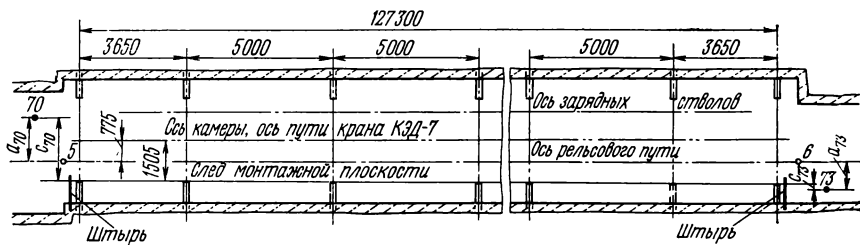


Рис. 129. План зарядной камеры

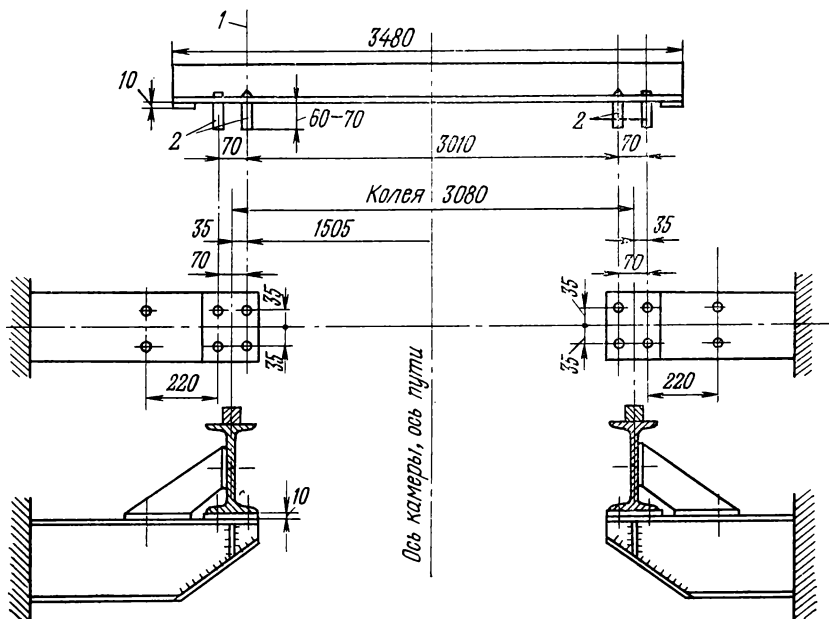


Рис. 130. Определение размеров поперечного шаблона:

1 — монтажная плоскость; 2 — фиксаторы

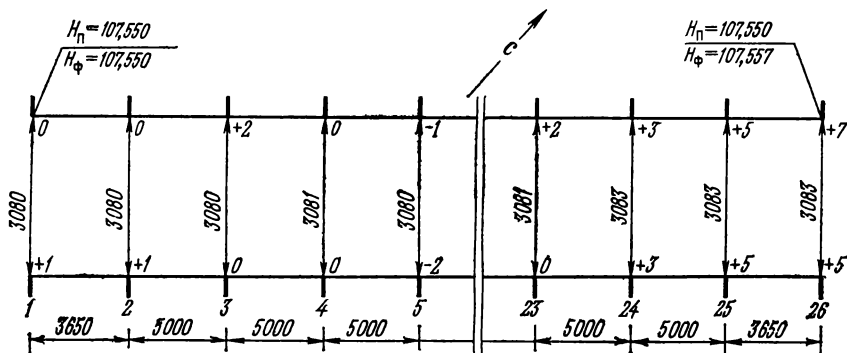


Рис. 131. Исполнительная съемка подкранового пути

Нивелиром отмечают условный горизонт, высотную отметку которого вычисляют от боковых реперов. Затем по отвесу от условного горизонта рулеткой отмечают след горизонтальной плоскости, фиксирующей низ кронштейнов. След закрепляют краской с обеих сторон каждой лунки. Желательно эту работу выполнять высокоточным нивелиром, например *Ni 007*.

Места закладки штырей для фиксации точек монтажной плоскости намечают на 30 сантиметров выше кронштейнов.

После того как будут закреплены штыри и готовы лунки для закладки кронштейнов, выполняют остальные маркшейдерские работы. Восстанавливают следы плоскости, фиксирующей низ кронштейнов. Способом «двух перпендикуляров» по размерам  $c_{70}$  и  $c_{73}$  отмечают на штырях монтажную плоскость. Желательно все риски на штырях делать визированием вперед с одной установки инструмента.

При монтаже между рисками штырей натягивают проволоку, с которой опускают отвесы для центрирования фиксаторов поперечного шаблона.

Контролируют установку и бетонировку двух первых пар кронштейнов. Шаблоны не убирают до тех пор, пока не схватится бетон.

После монтажа пути производят исполнительную съемку, которая состоит из замеров фактической ширины колеи на каждой паре кронштейнов и нивелировки. Нивелировку делают по каждой нитке рельсов. Превышения определяют на каждом кронштейне высокоточным нивелиром с помощью рейки, имеющей Г-образный зацеп.

*Камеральные работы* заключаются в составлении и вычерчивании профиля пути (рис. 131). Инструкция крана КЭД требует, чтобы путь был горизонтальным. Но даже самая тщательная работа при монтаже пути не может быть абсолютно безошибочной. Если в инструкциях не заданы абсолютные значения уклонов или превышений (концов вала, пути и др.), то горизонтальность линии или площадки оценивают в тысячных долях метра. Применительно к подкрановому пути продольный и поперечный уклоны согласно паспорта крана должны удовлетворять условию  $i \leq 0,0005$ .

Фактическая ширина колеи не должна отличаться от проектной более  $\pm 4$  мм.

## § 65. МОНТАЖ ПУТИ НА РАЗГРУЗОЧНОЙ ЯМЕ

Рельсовый путь в разгрузочной яме крепят на кронштейнах с подкосами. Кронштейны устанавливают парами через 700—800 мм. При длине ямы в 11 м устанавливают 13 пар.

Маркшейдер выносит в натуру оси и реперы, которые должны обеспечить точное положение кронштейнов по высоте, перпендикулярность их к оси пути, точное положение отверстий для болтов, гарантирующее проектную величину колеи и сборку пути без применения сварочных работ. При этом нужно учитывать следующее: вес одного кронштейна 80—90 кг, верхний срез балки кронштейна совпадает или почти совпадает с верхом ямы, длина ямы незначительная, кронштейны при

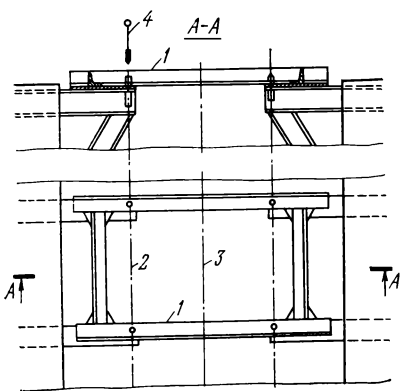


Рис. 132. Шаблон для установки кронштейнов на разгрузочной яме:

1 — шаблон; 2 — монтажная ось; 3 — ось пути; 4 — подвижные отвесы на осевой проволоке

штейна. Отметки у торцов ямы вычисляют по проектному уклону пути от короткой оси.

Размеры для обозначения монтажной плоскости определяют по ширине колеи и детализировочным чертежам кронштейнов. Монтажную плоскость намечают по центрам отверстий в кронштейнах.

Привязку монтажной плоскости выполняют от пунктов полигонометрии, расположенных с обеих сторон ямы.

Для того чтобы обеспечить при монтаже постоянство размера колеи и размера между соседними парами кронштейнов, изготавливают один шаблон в виде прямоугольной рамы (рис. 132). Шаблон не только обеспечивает постоянство размеров, но и удерживает во время бетонировки верх четырех кронштейнов в одной плоскости. Размеры шаблона определяют так же, как в зарядной камере для подкранового пути, см. рис. 130. Длину шаблона делают немного меньше ширины ямы для того, чтобы создать большую площадь опоры. Два фиксатора по монтажной оси затрачивают на конус. Все фиксаторы делают с резьбой. Шаблон тщательно проверяют по центрам отверстий. Никаких отклонений от заданных размеров по сторонам и диагоналям не допускается. Проверяют все кронштейны по осям отверстий. Кронштейны, имеющие разнос отверстий, отличный от проекта, бракуют.

**Работа в шахте.** На стенках ямы, в районе короткой оси и у торцов, с помощью нивелира отмечают след плоскости по отметкам низа кронштейнов. Затем отмечают след плоскости через каждые 0,8 м, т. е. ходят всеми лунками на обеих стенках ямы. Поскольку отметить приходится на шершавых бетонных стенках, следует заготовить деревянный брусок длиной 2—3 м, который служит линейкой. Пользоваться рулеткой вместо линейки не следует.

С помощью теодолита закрепляют след монтажной плоскости на легких металлических конструкциях, которые крепят с обеих сторон ямы

установке очень неустойчивы в вертикальной плоскости. Учитывая все условия, в натуре закрепляют монтажную плоскость и след наклонной плоскости (уклон).

**Подготовка исходных данных.** Вычисляют отметки следа наклонной плоскости, фиксирующей низ кронштейнов. Вычисления делают для точек на короткой оси ямы и у торцевых стенок. Отметка низа ямки кронштейна на короткой оси бмы будет

$$H_{кр} = H_{г.р} - h_p - h_b,$$

где  $H_{г.р}$  — проектная отметка головки рельсов;  $h_p$  — высота рельса;  $h_b$  — высота балки с пластиной из детализировочного чертежа кронштейна.

на шпалах временных путей. Выноску оси делают по способу «двух перпендикуляров».

Наиболее трудной является установка первых двух пар кронштейнов. Маркшейдер принимает участие в их установке. Шаблон не убирают до тех пор, пока не схватится бетон.

Механизмы для открывания и закрывания люков вагонов проходчики устанавливают без участия маркшейдера.

Специальной съемки путей на яме не требуется, если монтаж кронштейнов выполнен качественно.

## § 66. РАБОТЫ ПРИ НАСТИЛКЕ ПОСТОЯННЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПУТЕЙ В КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

С переходом шахт на колею 900 мм появились тяжелые локомотивы и вагоны большой емкости. Строение рельсового пути изменилось: стали применяться железобетонные шпалы и рельсы *P-33*. Вес одного звена путей с железобетонными шпалами превышает 900 кг. Повысились требования к устройству и эксплуатации рельсовых путей. Все это наложило отпечаток на маркшейдерские работы. Без участия маркшейдера качественное устройство откаточных путей в стесненных условиях горных выработок стало невозможным. Наиболее ответственными для маркшейдера стали работы по выноске в натуру оси пути, привязке стрелочных переводов и контролю за соблюдением проектного уклона.

*Привязка стрелочных переводов.* Шахтостроители применяют стрелочные переводы из рельс *P-33* двух заводов: Дружковского и Прокопьевского. Стрелки изготавливают по заводским нормальям, так как ГОСТа на них не существует. Размеры стрелок Дружковского завода значительно отличаются от аналогичных Прокопьевского завода. Укладку стрелочных переводов на узлах (сопряжениях) следует производить по размерам, фиксирующим ось пути и центр крестовины (рис. 133). Размеры  $b$ ,  $b_1$ ,  $d$  даются в рабочих чертежах сопряжений. Размер  $c$  вычисляется. Он зависит от марки стрелочного перевода. Марка стрелочного перевода определяется отношением ширины колеи к расстоянию от центра крестовины до пересечения осей пути, т. е. тангенсом угла  $\text{tg } \gamma = \text{колея}/a$ . Если колея равна 900 мм, то для  $\text{tg } \gamma = 1/3; 1/4; 1/5$  размер  $a$  соответственно равен 2700, 3600, 4500.

В связи с тем что горные выработки всегда имеют какие-то отклонения от проектных размеров, в обязанность маркшейдера входит корректировка размера  $c$ . Корректировка зависит от фактического положения тумбы узла (размеры  $\kappa_1$  и  $\kappa$ ) и от положения оси пути (размеры  $b$  и  $b_1$ ). При корректировке следует учитывать величину выбега вагона с внешней стороны кривой. Величину выбега на стрелочных

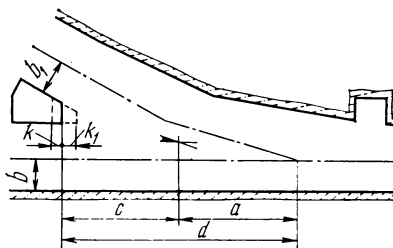


Рис. 133. Схема привязки стрелочных переводов

Форма 1

Пункт полигонометрии	№ пикета	Размер $P$ от нижнего знака до плоскости визирования, мм	Размер $L$ от верхнего знака до плоскости визирования, мм	Ширина выработки $B$ на высоте 1,8 м от тротуара, мм

переводах и закруглениях с радиусами до 20 м включительно принимают равной 300 мм. Это значит, что зазор, предусмотренный правилами безопасности, увеличивают на 300 мм.

*Привязка оси пути на прямолинейных участках.* Работы по устройству рельсовых путей производят на почве выработки. Зveno пути или стрелочный перевод — конструкции, имеющие малую высоту. Применение отвесов для установки таких конструкций крайне неудобно для исполнителей. Поэтому ось пути задают на уровне головки рельсов ординатами от условных точек.

Вычисляют на точках теодолитного хода ординаты  $a_1, a_2, \dots, a_n$  до проектной оси пути. Вычисления выполняют так, как это изложено в § 15. Длины сторон хода здесь не лимитируются. В рабочей книжке делают зарисовку теодолитного хода, выписывают размеры  $a_1, a_2, \dots, a_n$  и заготавливают форму для работы в шахте (форма 1).

В шахте работу начинают с проверки всех высотных боковых реперов. На каждом пикете, примерно на уровне проектной головки рельсов, отмечают условным знаком в виде треугольника места измерения ординат (нижние знаки). На высоте 1,80 м от тротуара такими же знаками отмечают верхние места измерений ординат. Измеряют ширину выработки на уровне верхних знаков (размер  $B$ ). По размерам  $a_1, a_2, \dots, a_n$  способом «двух перпендикуляров» устанавливают плоскость визирования теодолита на ось пути. Если такой возможности нет, то плоскость визирования трубы устанавливают параллельно оси пути. Теодолитом по нивелирной рейке измеряют ординаты от плоскости визирования до нижних и верхних знаков (размеры  $P$  и  $L$ ).

При камеральной обработке все вычисления сводят в таблицу по форме 2. Вначале размеры  $P$  и  $L$  приводят к оси пути, если плоскость визирования не совпадала с осью пути, т. е. находят  $P_{\text{и}}$  и  $L_{\text{и}}$ . Выписывают из рабочей книжки в таблицу ширину выработки  $B$ . Выписывают проектное расстояние между осями путей на двухпутевых участках

Форма 2

№ пикета	Размер $P_{\text{и}}$ от нижнего знака до оси пути, мм	Размер $L_{\text{и}}$ от верхнего знака до оси пути, мм	Зазор $\Gamma_x$ с ходовой стороны, мм	Расстояние $M$ между осями путей, мм	Ширина выработки $B$ на высоте 1,8 м от тротуара, мм	Зазор $\Gamma$ с неходовой стороны, мм

выработки  $M$ . Вычисляют зазоры между стенкой выработки и вагоном с ходовой и неходовой сторон:

$$G_x = L_{II} - 1/2C; \quad G = B - M - L_{II} - 1/2C,$$

где  $C$  — ширина вагона (из проекта).

Сравнивают вычисленные зазоры с проектными. Если зазоры близки к проектным или больше, чем требуют Правила безопасности, размер  $P_{II}$  выписывают в виде таблицы и выдают проходчикам. В практике обычно выдают размер от нижнего знака до внутренней кромки рельса, ближайшего к стене, т. е.  $P_{II} - 1/2 \kappa$ , где  $\kappa$  — ширина колеи.

Если зазоры на отдельных пикетах не удовлетворяют требованиям Правил безопасности, то главный маркшейдер принимает решение либо исправить крепь выработки, либо сдвинуть ось пути. Следует помнить, что передвижка оси пути возможна только на такую величину, при которой зазоры по всей выработке будут больше требуемых Правилами безопасности или равны им. Нет смысла «спасать» несколько метров выработки за счет уменьшения зазоров на большом участке. Кроме того, передвижка оси пути на сопряжениях связана с изменением привязки стрелочного перевода.

При настилке пути фактические размеры от нижних знаков до рельса не должны отличаться от заданных ординат более чем на 20 мм, причем путь должен быть прямолинейным.

*Привязка оси пути на закруглении.* Привязку оси пути дают только для закруглений с центральным углом  $90^\circ$  и больше.

На закруглении всегда есть несколько точек полигонометрического хода. Эти точки и используют для привязки оси пути. Непосредственно на точках хода делают точно такие же замеры, как и в прямолинейных выработках. Также заполняют форму 1. Если пунктов полигонометрии недостаточно, то дополнительные замеры делают в створе двух соседних пунктов.

Обработку замеров и заполнение формы 2 делают в том же порядке. Сначала все замеры приводят к проектной оси пути, затем вычисляют зазоры между стенкой выработки и вагоном с ходовой и неходовой стороны. При этом учитывают выбег вагона (300 мм) в сторону внешней стенки выработки. Если ходовая сторона расположена у внешней стенки и Правилами безопасности предусмотрен зазор в 700 мм с ходовой стороны и 250 мм — с неходовой, то для контрольных расчетов принимают  $G_x' = 1000$  мм,  $G' = 250$  мм.

Очевидно, что  $G_x \geq 1000$ , а  $G \geq 250$ , в противном случае выработку нужно перекреплять. Следует иметь в виду, что изменение радиуса закругления в сторону уменьшения возможно только на 5 %, большую величину следует согласовывать с проектировщиками.

Изгибают рельсы непосредственно на месте работ по шаблонам. Шаблоны деревянные в виде сегмента с хордой примерно в 3 м.

Установку головки рельсов на проектную отметку бригада путейцев делает при балластировке пути по боковым высотным реперам. После небольшой обкатки окончательно устанавливают профиль пути с помощью нивелира. Маркшейдер работает вместе с бригадой путейцев.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. *Васютинский И. Ю., Рязанцев Г. Е., Ямбаев Х. К.* Геодезические приборы при строительномонтажных работах. М., Недра, 1982.
2. *Инструкция* по производству маркшейдерских работ. М., Недра 1986.
3. *Левчук Г. П., Новак В. Е., Конусов В. Г.* Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. М., Недра, 1981.
4. *Маркшейдерские работы* при установке и эксплуатации шахтного подъемного оборудования/И. И. Добкин, В. В. Лебедев, М. Н. Галинская и др. М., Недра, 1983.
5. *Маркшейдерское дело*/В. И. Борщ-Компониец, А. М. Навитный, Г. М. Кныш. М., Недра, 1985.
6. *Маркшейдерское дело*/Д. А. Казаковский, Г. А. Кротов, В. Н. Лавров и др. М., Недра, 1970.
7. *Миндели Э. О., Тюркян Р. А.* Сооружение и углубка вертикальных стволов шахт. М., Недра, 1982.
8. *Муравьев А. В., Гойдышев Б. И.* Инженерная геодезия. М., Недра, 1981.
9. *Правила безопасности* в угольных и сланцевых шахтах, М., Недра, 1976.
10. *Справочник* по геодезическим разбивочным работам/Г. В. Багратуни, В. Ф. Лукьянов, Я. А. Сокольский и др. М., Недра, 1982.
11. *Справочник* по маркшейдерскому делу. Под ред. А. Н. Омельченко. М., Недра, 1976.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Таблицы поправок для приведения к горизонту линий, измеренных 24-м мерными приборами (составлены Л. А. Башлавиным)

---

#### Объяснения к таблицам

Поправка за наклон измеренной длины пролета к горизонту

$$\Delta l = l_0 - l = \frac{h^2}{2l} - \frac{h^4}{8l^3} - \frac{h^6}{16l^5},$$

где  $l_0$  — горизонтальное проложение длины пролета;  $l$  — измеренная длина пролета между центрами целиков двух соседних штативов;  $h$  — разность высот центров целиков тех же штативов.

Поправка для длины каждого пролета складывается из основной (всегда отрицательной) поправки и дополнительной. Дополнительная поправка отрицательна, если длина пролета менее 24 м, и положительна, когда длина пролета более 24 м. Основные поправки в миллиметрах даются для значений  $h$  от 0 до 4800 мм через интервалы в 1 мм. Дополнительные поправки в миллиметрах вычислены для значений  $h$  с интервалами в 100 мм для уклонов длин пролетов от 24 м на величины  $d$ , равные 20, 40, 60, 80 и 100 мм. Дополнительные поправки выбираются по величине  $(\Pi + \Sigma)$ , сложенной с поправкой  $p$  за компарирование.

С помощью таблиц можно определять поправки для приведения к горизонту линий любой длины. Измеренную длину пролета исправляют за провес, температуру и компарирование. Затем из пропорции  $h_{24} : h = 24 : l$  определяют  $h_{24}$ , т. е. разницу высот для пролета в 24 м. В таблице по  $h_{24}$  находят поправку  $\Delta l_{24}$  для пролета в 24 м. Решая пропорцию  $\Delta l : \Delta l_{24} = l : 24$ , определяют поправку для измеренной длины, т. е.  $\Delta l$ . Обе пропорции решают на логарифмической линейке. Поправки округляют до 0,1 мм.

#### Примеры.

1.  $(\Pi + \Sigma) = 28,5$  мм;  $p = -4,7$  мм;  $h = 847$  мм;  $d = (\Pi + \Sigma) + p = -28,5 + (-4,7) = 23,8$  мм;  $l = 24$  м + 23,8 мм.

Из таблиц: основная поправка равна  $-14,95$  мм, дополнительная  $+0,02$  мм. Отсюда  $\Delta l = -14,93$  мм.

2.  $l = 38,256$  м;  $h = 1842$  мм;  $h_{24} : 1842 = 24 : 38,256$ ;  $h_{24} = 1156$  мм.

Из таблиц:  $\Delta l_{24} = -27,9$  мм;  $\Delta l : 27,9 = 38,256 : 24$ ;  $\Delta l = -44,5$  мм.

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
2	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
3	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
4	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
5	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
6	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10
7	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13
8	0,13	0,14	0,15	0,15	0,16
9	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20
10	0,21	0,22	0,22	0,23	0,24
11	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
12	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34
13	0,35	0,36	0,37	0,38	0,40
14	0,41	0,42	0,43	0,44	0,46
15	0,47	0,48	0,49	0,51	0,52
16	0,53	0,55	0,56	0,57	0,59
17	0,60	0,62	0,63	0,64	0,66
18	0,68	0,69	0,70	0,72	0,74
19	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82
20	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90
21	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99
22	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08
23	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18
24	1,20	1,22	1,24	1,26	1,28
25	1,30	1,32	1,34	1,36	1,39
26	1,41	1,43	1,45	1,47	1,50
27	1,52	1,54	1,56	1,59	1,61
28	1,63	1,66	1,68	1,70	1,73
29	1,75	1,78	1,80	1,82	1,85
30	1,88	1,90	1,92	1,95	1,98
31	2,00	2,03	2,05	2,08	2,11
32	2,13	2,16	2,19	2,21	2,24
33	2,27	2,30	2,32	2,35	2,38
34	2,41	2,44	2,46	2,49	2,52
35	2,55	2,58	2,61	2,64	2,67
36	2,70	2,73	2,76	2,79	2,82
37	2,85	2,88	2,91	2,94	2,98
38	3,01	3,04	3,07	3,10	3,14
39	3,17	3,20	3,24	3,27	3,30

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
40	3,33	3,37	3,40	3,44	3,47
41	3,50	3,54	3,57	3,61	3,64
42	3,68	3,71	3,75	3,78	3,82
43	3,85	3,89	3,92	3,96	4,00
44	4,03	4,07	4,11	4,14	4,18
45	4,22	4,26	4,29	4,33	4,37
46	4,41	4,45	4,49	4,52	4,56
47	4,60	4,64	4,68	4,72	4,76
48	4,80	4,84	4,88	4,92	4,96
49	5,00	5,04	5,08	5,13	5,17
50	5,21	5,25	5,29	5,34	5,38
51	5,42	5,46	5,50	5,55	5,59
52	5,63	5,68	5,72	5,76	5,81
53	5,85	5,90	5,94	5,99	6,03
54	6,08	6,12	6,17	6,21	6,26
55	6,30	6,35	6,40	6,44	6,49
56	6,53	6,58	6,63	6,68	6,72
57	6,77	6,82	6,86	6,91	6,96
58	7,01	7,06	7,11	7,16	7,20
59	7,25	7,30	7,35	7,40	7,45
60	7,50	7,55	7,60	7,65	7,70
61	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
62	8,01	8,06	8,11	8,17	8,22
63	8,27	8,32	8,38	8,43	8,48
64	8,53	8,59	8,64	8,70	8,75
65	8,80	8,86	8,91	8,97	9,02
66	9,08	9,13	9,19	9,24	9,30
67	9,35	9,41	9,47	9,52	9,58
68	9,64	9,69	9,75	9,81	9,86
69	9,92	9,98	10,04	10,09	10,15
70	10,21	10,27	10,33	10,39	10,44
71	10,50	10,56	10,62	10,68	10,74
72	10,80	10,86	10,92	10,98	11,04
73	11,10	11,17	11,23	11,29	11,35
74	11,41	11,47	11,53	11,60	11,66
75	11,72	11,78	11,85	11,91	11,97
76	12,04	12,10	12,16	12,23	12,29
77	12,36	12,42	12,48	12,55	12,61
78	12,68	12,74	12,81	12,87	12,94
79	13,01	13,07	13,14	13,20	13,27

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
400	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
500	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02
600	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
700	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04

24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
80	13,34	13,40	13,47	13,54	13,61
81	13,67	13,74	13,81	13,88	13,94
82	14,01	14,08	14,15	14,22	14,29
83	14,36	14,42	14,49	14,56	14,63
84	14,70	14,78	14,84	14,92	14,99
85	15,06	15,13	15,20	15,27	15,34
86	15,41	15,48	15,56	15,63	15,70
87	15,77	15,85	15,92	15,99	16,06
88	16,14	16,21	16,29	16,36	16,43
89	16,51	16,58	16,66	16,73	16,81
90	16,88	16,96	17,03	17,11	17,18
91	17,26	17,33	17,41	17,49	17,56
92	17,64	17,72	17,79	17,87	17,95
93	18,03	18,10	18,18	18,26	18,34
94	18,42	18,49	18,57	18,65	18,73
95	18,81	18,89	18,97	19,05	19,13
96	19,21	19,29	19,37	19,45	19,53
97	19,61	19,69	19,77	19,85	19,94
98	20,02	20,10	20,18	20,26	20,35
99	20,43	20,51	20,59	20,68	20,76
100	20,84	20,93	21,01	21,09	21,18
101	21,26	21,35	21,43	21,51	21,60
102	21,68	21,77	21,86	21,94	22,03
103	22,11	22,20	22,28	22,37	22,46
104	22,54	22,63	22,72	22,80	22,89
105	22,98	23,07	23,16	23,24	23,33
106	23,42	23,51	23,60	23,69	23,77
107	23,86	23,95	24,04	24,13	24,22
108	24,31	24,40	24,49	24,58	24,67
109	24,76	24,86	24,95	25,04	25,13
110	25,22	25,31	25,41	25,50	25,59
111	25,68	25,77	25,87	25,96	26,05
112	26,15	26,24	26,34	26,43	26,52
113	26,62	26,71	26,81	26,90	27,00
114	27,09	27,19	27,28	27,38	27,47
115	27,57	27,66	27,76	27,86	27,95
116	28,05	28,15	28,24	28,34	28,44
117	28,54	28,63	28,73	28,83	28,93
118	29,03	29,12	29,22	29,32	29,42
119	29,52	29,62	29,72	29,82	29,92

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
800	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06
900	0,01	0,03	0,04	0,06	0,07
1000	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09
1100	0,02	0,04	0,06	0,08	0,11

24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
120	30,02	30,12	30,22	30,32	30,42
121	30,52	30,62	30,72	30,82	30,93
122	31,03	31,13	31,23	31,33	31,44
123	31,54	31,64	31,74	31,85	31,95
124	32,05	32,16	32,26	32,36	32,47
125	32,57	32,68	32,78	32,89	32,99
126	33,10	33,20	33,31	33,41	33,52
127	33,63	33,73	33,84	33,94	34,05
128	34,16	34,26	34,37	34,48	34,59
129	34,69	34,80	34,91	35,02	35,13
130	35,23	35,34	35,45	35,56	35,67
131	35,78	35,89	36,00	36,11	36,22
132	36,33	36,44	36,55	36,66	36,77
133	36,88	36,99	37,10	37,21	37,33
134	37,44	37,55	37,66	37,77	37,89
135	38,00	38,11	38,22	38,34	38,45
136	38,56	38,68	38,79	38,91	39,02
137	39,13	39,25	39,36	39,48	39,59
138	39,71	39,82	39,94	40,05	40,17
139	40,29	40,40	40,52	40,64	40,75
140	40,87	40,98	41,10	41,22	41,34
141	41,45	41,57	41,69	41,81	41,93
142	42,05	42,16	42,28	42,40	42,52
143	42,64	42,76	42,88	43,00	43,12
144	43,24	43,36	43,48	43,60	43,72
145	43,84	43,96	44,08	44,21	44,33
146	44,45	44,57	44,69	44,82	44,94
147	45,06	45,18	45,31	45,43	45,55
148	45,68	45,80	45,92	46,05	46,17
149	46,30	46,42	46,55	46,67	46,80
150	46,92	47,05	47,17	47,30	47,42
151	47,55	47,68	47,80	47,93	48,05
152	48,18	48,31	48,44	48,56	48,69
153	48,82	48,95	49,07	49,20	49,33
154	49,46	49,59	49,72	49,85	49,97
155	50,10	50,23	50,36	50,49	50,62
156	50,75	50,88	51,01	51,15	51,28
157	51,41	51,54	51,67	51,80	51,93
158	52,06	52,20	52,33	52,46	52,59
159	52,73	52,86	52,99	53,13	53,26

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
1200	0,03	0,05	0,08	0,10	0,13
1300	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15
1400	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17
1500	0,05	0,08	0,12	0,16	0,20

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
160	53,39	53,53	53,66	53,79	53,93
161	54,06	54,20	54,33	54,47	54,60
162	54,74	54,87	55,01	55,14	55,28
163	55,42	55,55	55,69	55,82	55,96
164	56,10	56,24	56,37	56,51	56,65
165	56,79	56,92	57,06	57,20	57,34
166	57,48	57,62	57,75	57,89	58,03
167	58,17	58,31	58,45	58,59	58,73
168	58,87	59,01	59,15	59,29	59,43
169	59,58	59,72	59,86	60,00	60,14
170	60,28	60,43	60,57	60,71	60,85
171	61,00	61,14	61,28	61,43	61,57
172	61,71	61,86	62,00	62,14	62,29
173	62,43	62,58	62,72	62,87	63,01
174	63,16	63,30	63,45	63,60	63,74
175	63,89	64,03	64,18	64,33	64,47
176	64,62	64,77	64,91	65,06	65,21
177	65,36	65,51	65,65	65,80	65,95
178	66,10	66,25	66,40	66,55	66,70
179	66,84	66,99	67,14	67,29	67,44
180	67,60	67,75	67,90	68,05	68,20
181	68,35	68,50	68,65	68,80	68,96
182	69,11	69,26	69,41	69,56	69,72
183	69,87	70,02	70,18	70,33	70,48
184	70,64	70,79	70,94	71,10	71,25
185	71,41	71,56	71,72	71,87	72,03
186	72,18	72,34	72,49	72,65	72,81
187	72,96	73,12	73,28	73,43	73,59
188	73,75	73,90	74,06	74,22	74,38
189	74,53	74,69	74,85	75,01	75,17
190	75,33	74,49	75,64	75,80	75,96
191	76,12	76,28	76,44	76,60	76,76
192	76,92	77,08	77,24	77,41	77,57
193	77,73	77,89	78,05	78,21	78,37
194	78,54	78,70	78,86	79,02	79,19
195	79,35	79,51	79,68	79,84	80,00
196	80,17	80,33	80,50	80,66	80,82
197	80,99	81,15	81,32	81,48	81,65
198	81,81	81,98	82,15	82,31	82,48
199	82,64	82,81	81,98	83,14	83,31

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
1600	0,04	0,09	0,13	0,18	0,22
1700	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
1800	0,06	0,11	0,17	0,23	0,28
1900	0,06	0,13	0,19	0,25	0,31

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
200	83,48	83,65	83,81	83,98	84,15
201	84,32	84,49	84,65	84,82	84,99
202	85,16	85,33	85,50	85,67	85,84
203	86,01	86,18	86,35	86,52	86,69
204	86,86	87,03	87,20	87,37	87,54
205	87,71	87,88	88,06	88,23	88,40
206	88,57	88,74	88,92	89,09	89,26
207	89,44	89,61	89,78	89,96	90,13
208	90,30	90,48	90,65	90,83	91,00
209	91,18	91,35	91,52	91,70	91,88
210	92,05	92,23	92,40	92,58	92,76
211	92,93	93,11	93,29	93,46	93,64
212	93,82	93,99	94,17	94,35	94,53
213	94,71	94,88	95,06	95,24	95,42
214	95,60	95,78	95,96	96,24	96,32
215	96,50	96,68	96,86	97,04	97,22
216	97,40	97,58	97,76	97,94	98,12
217	98,30	98,49	98,67	98,85	99,03
218	99,21	99,40	99,58	99,76	99,94
219	100,13	100,31	100,49	100,68	100,86
220	101,05	101,23	101,41	101,60	101,78
221	101,97	102,15	102,34	102,52	102,71
222	102,90	103,08	103,27	103,45	103,64
223	103,83	104,01	104,20	104,39	104,57
224	104,76	104,95	105,14	105,33	105,51
225	105,70	105,89	106,08	106,27	106,46
226	106,65	106,83	107,02	107,21	107,40
227	107,59	107,78	107,97	108,16	108,35
228	108,55	108,74	108,93	109,12	109,31
229	109,50	109,69	109,89	110,08	110,27
230	110,46	110,66	110,85	111,04	111,23
231	111,43	111,62	111,81	112,01	112,20
232	112,40	112,59	112,79	112,98	113,18
233	113,37	113,56	113,76	113,96	114,15
234	114,35	114,54	114,74	114,94	115,13
235	115,33	115,53	115,72	115,92	116,12
236	116,32	116,51	116,71	116,91	116,11
237	117,31	117,50	117,70	117,90	118,10
238	118,30	118,50	118,70	118,90	119,10
239	119,30	119,50	119,70	119,90	120,10

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
2000	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35
2100	0,08	0,15	0,23	0,31	0,38
2200	0,08	0,17	0,25	0,34	0,42
2300	0,09	0,18	0,28	0,37	0,46

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
240	120,30	120,50	120,70	120,91	121,11
241	121,31	121,51	121,71	121,92	122,12
242	122,32	122,52	122,73	122,93	123,13
243	123,34	123,54	123,74	123,95	124,15
244	124,36	124,56	124,76	124,97	125,17
245	125,38	125,59	125,79	126,00	126,20
246	126,41	126,61	126,82	127,03	127,23
247	127,44	127,65	127,85	128,06	128,27
248	128,48	128,69	128,89	129,10	129,31
249	129,52	129,73	129,94	130,14	130,35
250	130,56	130,77	130,98	131,19	131,40
251	131,61	131,82	132,03	132,25	132,46
252	132,67	132,88	133,09	133,30	133,51
253	133,72	133,94	134,15	134,36	134,57
254	134,79	135,00	135,21	135,43	135,64
255	135,85	136,07	136,28	136,50	136,71
256	136,92	137,14	137,35	137,57	137,78
257	138,00	138,21	138,43	138,65	138,86
258	139,08	139,29	139,51	139,73	139,94
259	140,16	140,38	140,60	140,81	141,03
260	141,25	141,47	141,69	141,90	142,12
261	142,34	142,56	142,78	143,00	143,22
262	143,44	143,66	143,88	144,10	144,32
263	144,54	144,76	144,98	145,20	145,42
264	145,64	145,86	146,08	146,31	146,53
265	146,75	146,97	147,20	147,42	147,64
266	147,86	148,09	148,31	148,53	148,76
267	148,98	149,20	149,43	149,65	149,88
268	150,10	150,33	150,55	150,78	151,00
269	151,23	151,45	151,68	151,90	152,13
270	152,36	152,59	152,81	153,04	153,27
271	153,49	153,72	153,95	154,18	154,40
272	154,63	154,86	155,09	155,32	155,55
273	155,77	156,00	156,23	156,46	156,69
274	156,92	157,15	157,38	157,61	157,84
275	158,07	158,30	158,53	158,77	159,00
276	159,23	159,46	159,69	159,92	160,16
277	160,39	160,62	160,85	161,09	161,32
278	161,55	161,78	162,02	162,25	162,48
279	162,72	162,95	163,19	163,42	163,66

<i>h</i>	0	2	4	6	8
280	163,89	164,13	164,36	164,60	164,83
281	165,07	165,31	165,54	165,78	166,01
282	166,25	166,49	166,72	166,96	167,20
283	167,44	167,67	167,91	168,15	168,39
284	168,63	168,86	169,10	169,34	169,58
285	169,82	170,06	170,30	170,54	170,78
286	171,02	171,26	171,50	171,74	171,98
287	172,22	172,46	172,70	172,94	173,18
288	173,43	173,67	173,91	174,15	174,40
289	174,64	174,88	175,12	175,37	175,61
290	175,85	176,10	176,34	176,58	176,83
291	177,07	177,32	177,56	177,81	178,05
292	178,30	178,54	178,79	179,03	179,28
293	179,52	179,77	180,02	180,26	180,51
294	180,76	181,00	181,25	181,50	181,74
295	181,99	182,24	182,49	182,73	182,98
296	183,23	183,48	183,73	183,98	184,23
297	184,48	184,73	184,98	185,23	185,48
298	185,73	185,98	186,23	186,48	186,73
299	186,98	187,23	187,48	187,73	187,98
300	188,24	188,49	188,74	188,99	189,25
301	189,50	189,75	190,01	190,26	190,51
302	190,77	191,02	191,27	191,53	191,78
303	192,04	192,29	192,55	192,80	193,06
304	193,31	193,57	193,82	194,08	194,33
305	194,59	194,85	195,10	195,36	195,62
306	195,87	196,13	196,39	196,65	196,90
307	197,16	197,42	197,68	197,94	198,20
308	198,45	198,71	198,97	199,23	199,49
309	199,75	200,01	200,27	200,53	200,79
310	201,05	201,31	201,57	201,83	202,09
311	202,36	202,62	202,88	203,14	203,40
312	203,66	203,93	204,19	204,45	204,71
313	204,98	205,24	205,50	205,77	206,03
314	206,29	206,56	206,82	207,09	207,35
315	207,62	207,88	208,15	208,41	208,68
316	208,94	209,21	209,47	209,74	210,01
317	210,27	210,54	210,81	211,07	211,34
318	211,61	211,88	212,14	212,41	212,68
319	212,95	213,22	213,48	213,75	214,02

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
2400	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
2500	0,11	0,22	0,33	0,44	0,55
2600	0,12	0,24	0,36	0,47	0,59
2700	0,13	0,26	0,38	0,51	0,64

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
280	163,89	164,13	164,36	164,60	164,83
281	165,07	165,31	165,54	165,78	166,01
282	166,25	166,49	166,72	166,96	167,20
283	167,44	167,67	167,91	168,15	168,39
284	168,63	168,86	169,10	169,34	169,58
285	169,82	170,06	170,30	170,54	170,78
286	171,02	171,26	171,50	171,74	171,98
287	172,22	172,46	172,70	172,94	173,18
288	173,43	173,67	173,91	174,15	174,40
289	174,64	174,88	175,12	175,37	175,61
290	175,85	176,10	176,34	176,58	176,83
291	177,07	177,32	177,56	177,81	178,05
292	178,30	178,54	178,79	179,03	179,28
293	179,52	179,77	180,02	180,26	180,51
294	180,76	181,00	181,25	181,50	181,74
295	181,99	182,24	182,49	182,73	182,98
296	183,23	183,48	183,73	183,98	184,23
297	184,48	184,73	184,98	185,23	185,48
298	185,73	185,98	186,23	186,48	186,73
299	186,98	187,23	187,48	187,73	187,98
300	188,24	188,49	188,74	188,99	189,25
301	189,50	189,75	190,01	190,26	190,51
302	190,77	191,02	191,27	191,53	191,78
303	192,04	192,29	192,55	192,80	193,06
304	193,31	193,57	193,82	194,08	194,33
305	194,59	194,85	195,10	195,36	195,62
306	195,87	196,13	196,39	196,65	196,90
307	197,16	197,42	197,68	197,94	198,20
308	198,45	198,71	198,97	199,23	199,49
309	199,75	200,01	200,27	200,53	200,79
310	201,05	201,31	201,57	201,83	202,09
311	202,36	202,62	202,88	203,14	203,40
312	203,66	203,93	204,19	204,45	204,71
313	204,98	205,24	205,50	205,77	206,03
314	206,29	206,56	206,82	207,09	207,35
315	207,62	207,88	208,15	208,41	208,68
316	208,94	209,21	209,47	209,74	210,01
317	210,27	210,54	210,81	211,07	211,34
318	211,61	211,88	212,14	212,41	212,68
319	212,95	213,22	213,48	213,75	214,02

<i>h</i>	0	2	4	6	8
280	163,89	164,13	164,36	164,60	164,83
281	165,07	165,31	165,54	165,78	166,01
282	166,25	166,49	166,72	166,96	167,20
283	167,44	167,67	167,91	168,15	168,39
284	168,63	168,86	169,10	169,34	169,58
285	169,82	170,06	170,30	170,54	170,78
286	171,02	171,26	171,50	171,74	171,98
287	172,22	172,46	172,70	172,94	173,18
288	173,43	173,67	173,91	174,15	174,40
289	174,64	174,88	175,12	175,37	175,61
290	175,85	176,10	176,34	176,58	176,83
291	177,07	177,32	177,56	177,81	178,05
292	178,30	178,54	178,79	179,03	179,28
293	179,52	179,77	180,02	180,26	180,51
294	180,76	181,00	181,25	181,50	181,74
295	181,99	182,24	182,49	182,73	182,98
296	183,23	183,48	183,73	183,98	184,23
297	184,48	184,73	184,98	185,23	185,48
298	185,73	185,98	186,23	186,48	186,73
299	186,98	187,23	187,48	187,73	187,98
300	188,24	188,49	188,74	188,99	189,25
301	189,50	189,75	190,01	190,26	190,51
302	190,77	191,02	191,27	191,53	191,78
303	192,04	192,29	192,55	192,80	193,06
304	193,31	193,57	193,82	194,08	194,33
305	194,59	194,85	195,10	195,36	195,62
306	195,87	196,13	196,39	196,65	196,90
307	197,16	197,42	197,68	197,94	198,20
308	198,45	198,71	198,97	199,23	199,49
309	199,75	200,01	200,27	200,53	200,79
310	201,05	201,31	201,57	201,83	202,09
311	202,36	202,62	202,88	203,14	203,40
312	203,66	203,93	204,19	204,45	204,71
313	204,98	205,24	205,50	205,77	206,03
314	206,29	206,56	206,82	207,09	207,35
315	207,62	207,88	208,15	208,41	208,68
316	208,94	209,21	209,47	209,74	210,01
317	210,27	210,54	210,81	211,07	211,34
318	211,61	211,88	212,14	212,41	212,68
319	212,95	213,22	213,48	213,75	214,02

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
2800	0,14	0,28	0,41	0,55	0,69
2900	0,15	0,30	0,44	0,59	0,74
3000	0,16	0,32	0,47	0,63	0,79
3100	0,17	0,34	0,51	0,68	0,84

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
320	214,29	214,56	214,83	215,10	215,37
321	215,64	215,91	216,18	216,45	216,72
322	216,99	217,26	217,53	217,80	218,07
323	218,35	218,62	218,89	219,16	219,43
324	219,71	219,98	220,25	220,52	220,80
325	221,07	221,34	221,62	221,89	222,17
326	222,44	222,71	222,99	223,26	223,54
327	223,81	224,09	224,36	224,64	224,91
328	225,19	225,47	225,74	226,02	226,30
329	226,57	226,85	227,13	227,40	227,68
330	227,96	228,24	228,51	228,79	229,07
331	229,35	229,63	229,91	230,18	230,46
332	230,74	231,02	231,30	231,58	231,86
333	232,14	232,42	232,70	232,98	233,26
334	233,54	233,83	234,11	234,39	234,67
335	234,95	235,23	235,52	235,80	236,08
336	236,36	236,65	236,93	237,21	237,50
337	237,78	238,06	238,35	238,63	238,92
338	239,20	239,49	239,77	240,05	240,34
339	240,63	240,91	241,20	241,48	241,77
340	242,05	242,34	242,63	242,91	243,20
341	243,49	243,77	244,06	244,35	244,64
342	244,92	245,21	245,50	245,79	246,08
343	246,37	246,66	246,94	247,23	247,52
344	247,81	248,10	248,39	248,68	248,97
345	249,26	249,55	249,84	250,14	250,43
346	250,72	251,01	251,30	251,59	251,88
347	252,18	252,47	252,76	253,05	253,35
348	253,64	253,93	254,23	254,52	254,81
349	255,11	255,40	255,70	255,99	256,29
350	256,58	256,87	257,17	257,47	257,76
351	258,06	258,35	258,65	258,94	259,24
352	259,54	259,83	260,13	260,43	260,72
353	261,02	261,32	261,62	262,91	262,21
354	262,51	262,81	263,11	263,41	263,71
355	264,00	264,30	264,60	264,90	265,20
356	265,50	265,80	266,10	266,40	266,70
357	267,00	267,31	267,61	267,91	268,21
358	268,51	268,81	269,11	269,42	269,72
359	270,02	270,32	270,63	270,93	271,23

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
3200	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90
3300	0,19	0,38	0,58	0,77	0,96
3400	0,20	0,41	0,61	0,82	1,02
3500	0,22	0,43	0,65	0,86	1,08

## 24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
360	271,54	271,84	272,14	272,45	272,75
361	273,06	273,36	273,66	273,97	274,27
362	274,58	274,88	275,19	275,50	275,80
363	276,11	276,42	276,72	277,03	277,33
364	277,64	277,95	278,25	278,56	278,87
365	279,18	279,48	279,79	280,10	280,41
366	280,72	281,03	281,33	281,64	281,95
367	282,26	282,57	282,88	283,19	283,50
368	283,81	284,12	284,43	284,74	285,05
369	285,37	285,68	285,99	286,30	286,61
370	286,92	287,24	287,55	287,86	288,17
371	288,49	288,80	289,11	289,43	289,74
372	290,05	290,37	290,68	290,99	291,32
373	291,62	291,94	292,25	292,57	292,88
374	293,20	293,51	293,83	294,15	294,46
375	294,78	295,10	295,41	295,73	296,05
376	296,36	296,68	297,00	297,32	297,63
377	297,95	298,27	298,59	298,91	299,23
378	299,54	299,86	300,18	300,50	300,82
379	301,14	301,46	301,78	302,10	302,42
380	302,74	303,06	303,38	303,71	304,03
381	304,35	304,67	304,99	305,31	305,64
382	305,96	306,28	306,60	306,93	307,25
383	307,57	307,90	308,22	308,54	308,87
384	309,19	309,52	309,84	310,17	310,49
385	310,81	311,14	311,47	311,79	312,12
386	312,44	312,77	313,09	313,42	313,75
387	314,07	314,40	314,73	315,06	315,38
388	315,71	316,04	316,37	316,69	317,02
389	317,35	317,68	318,01	318,34	318,67
390	318,99	319,32	319,65	319,98	320,31
391	320,64	320,97	321,30	321,64	321,97
392	322,30	322,63	322,96	323,29	323,62
393	323,96	324,29	324,62	324,95	325,28
394	325,62	325,95	326,28	326,62	326,95
395	327,28	327,62	327,95	328,29	328,62
396	328,95	329,29	329,62	329,96	330,29
397	330,63	330,97	331,30	331,64	331,97
398	332,31	332,65	332,98	333,32	333,66
399	333,99	334,33	334,67	335,01	335,34

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
3600	0,23	0,46	0,69	0,92	1,14
3700	0,24	0,48	0,73	0,97	1,21
3800	0,26	0,51	0,77	1,02	1,28
3900	0,27	0,54	0,81	1,08	1,35

24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
400	335,68	336,02	336,36	336,70	337,03
401	337,37	337,71	338,05	338,39	338,73
402	339,07	339,41	339,75	340,09	340,43
403	340,77	341,11	341,45	341,79	342,14
404	342,48	342,82	343,16	343,50	343,84
405	344,19	344,53	344,87	345,21	345,56
406	345,90	346,24	346,59	346,93	347,28
407	347,62	347,96	348,31	348,65	349,00
408	349,34	349,69	350,03	350,38	350,72
409	351,07	351,42	351,76	352,11	352,45
410	352,80	353,15	353,50	353,84	354,19
411	354,54	354,89	355,23	355,58	355,93
412	356,28	356,63	356,98	357,32	357,67
413	358,02	358,37	358,72	359,07	359,42
414	359,77	360,12	360,47	360,82	361,17
415	361,52	361,88	362,23	362,58	362,93
416	363,28	363,63	363,99	364,34	364,69
417	365,04	365,40	365,75	366,10	366,46
418	366,81	367,17	367,52	367,87	368,23
419	368,58	368,94	369,29	369,65	370,00
420	370,36	370,71	371,07	371,42	371,78
421	372,14	372,49	372,85	373,21	373,56
422	373,92	374,28	374,64	374,99	375,35
423	375,71	376,07	376,43	376,78	377,14
424	377,50	377,86	378,22	378,58	378,94
425	379,30	379,66	380,02	380,38	380,74
426	381,10	381,46	381,82	382,18	382,55
427	382,91	383,27	383,63	383,99	384,35
428	384,72	385,08	385,44	385,81	386,17
429	386,53	386,89	387,26	387,62	387,99
430	388,35	388,71	389,08	389,44	389,81
431	390,17	390,54	390,90	391,27	391,64
432	392,00	392,37	392,73	393,10	393,47
433	393,83	394,20	394,57	394,93	395,30
434	395,67	396,04	396,41	396,77	397,14
435	397,51	397,88	398,25	398,62	398,99
436	399,36	399,73	400,10	400,47	400,84
437	401,21	401,58	401,95	402,32	402,69
438	403,06	403,43	403,80	404,17	404,55
439	404,92	405,29	405,66	406,04	406,41

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
4000	0,28	0,57	0,85	1,13	1,42
4100	0,30	0,60	0,90	1,19	1,49
4200	0,31	0,63	0,94	1,25	1,57
4300	0,33	0,66	0,99	1,32	1,64

24 M

<i>h</i>	0	2	4	6	8
440	406,78	407,15	407,53	407,90	408,27
441	408,65	409,02	409,40	409,77	410,14
442	410,52	410,89	411,27	411,64	412,02
443	412,40	412,77	413,15	413,52	413,90
444	414,28	414,65	415,03	415,41	415,78
445	416,16	416,54	416,92	417,29	417,67
446	418,05	418,43	418,81	419,18	419,56
447	419,94	420,32	420,70	421,08	421,46
448	421,84	422,22	422,60	422,98	423,36
449	423,74	424,12	424,50	424,89	425,27
450	425,65	426,03	426,41	426,80	427,18
451	427,56	427,94	428,33	428,71	429,09
452	429,48	429,86	430,24	430,63	431,01
453	431,40	431,78	432,17	432,55	432,94
454	433,32	433,71	434,09	434,48	434,86
455	435,25	435,64	436,02	436,41	436,80
456	437,18	437,57	437,96	438,34	438,73
457	439,12	439,51	439,90	440,28	440,67
458	441,06	441,45	441,84	442,23	442,62
459	443,01	443,40	443,79	444,18	444,57
460	444,96	445,35	445,74	446,13	446,52
461	446,91	447,30	447,70	448,09	448,48
462	448,87	449,27	449,66	450,05	450,44
463	450,84	451,23	451,62	452,02	452,41
464	452,80	453,20	453,59	453,99	454,38
465	454,78	455,17	455,57	455,96	456,36
466	456,75	457,15	457,55	457,94	458,34
467	458,74	459,13	459,53	459,93	460,32
468	460,72	461,12	461,52	461,92	462,31
469	462,71	463,11	463,51	463,91	464,31
470	464,71	465,11	465,51	465,91	466,31
471	466,71	467,11	467,51	467,91	468,31
472	468,71	469,11	469,51	469,91	470,32
473	470,72	471,12	471,52	471,93	472,33
474	472,73	473,13	473,54	473,94	474,34
475	474,75	475,15	475,56	475,96	476,36
476	476,77	477,17	477,58	477,98	478,39
477	478,79	479,20	479,61	480,01	480,42
478	480,82	481,23	481,64	482,05	482,45
479	482,86	483,27	483,67	484,08	484,49

<i>h</i>	0	2	4	6	8
----------	---	---	---	---	---

<i>h</i>	<i>d</i>				
	20	40	60	80	100
4400	0,34	0,69	1,03	1,38	1,72
4500	0,36	0,72	1,08	1,44	1,81
4600	0,38	0,76	1,13	1,51	1,89
4700	0,39	0,79	1,18	1,58	1,97
4800	0,41	0,82	1,24	1,65	2,06

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава 1. Геодезическое обеспечение строительства . . . . .</b>	<b>5</b>
§ 1. Схемы планового обоснования. Основные требования . . . . .	5
§ 2. Подходной пункт . . . . .	8
§ 3. Основная полигонометрия . . . . .	11
§ 4. Работы по закреплению осей ствола . . . . .	12
§ 5. Строительная сетка . . . . .	15
§ 6. Опорные линии . . . . .	16
§ 7. Нормы точности разбивочных работ . . . . .	17
§ 8. Паспорта маркшейдерских инструментов . . . . .	18
§ 9. Способы привязки проектной линии . . . . .	22
§ 10. Построение проектного угла . . . . .	24
§ 11. Построение проектной линии . . . . .	27
§ 12. Перенесение в натуру проектной отметки . . . . .	30
§ 13. Построение линии проектного уклона . . . . .	32
§ 14. Построение параллельной линии . . . . .	33
§ 15. Способы определения положения проектных осей в горных вы- работках . . . . .	34
<b>Глава 2. Маркшейдерско-геодезические работы при строительстве зданий и сооружений на промплощадке шахты . . . . .</b>	<b>39</b>
§ 16. Вертикальная планировка . . . . .	39
§ 17. Общий порядок производства работ по разбивке осей фунда- ментов зданий . . . . .	42
§ 18. Особенности работ при разбивке осей блока зданий . . . . .	44
§ 19. Контроль возведения фундаментов зданий . . . . .	45
§ 20. Работы при возведении фундаментов подъемной машины . . . . .	48
§ 21. Работы при возведении фундаментов копров . . . . .	50
§ 22. Установка колонн каркаса здания . . . . .	54
§ 23. Работы при прокладке подземных инженерных коммуникаций . . . . .	56
§ 24. Особенности исполнительной съемки объектов промплощадки . . . . .	60
<b>Глава 3. Маркшейдерские работы при сооружении вертикальных стволов шахт обычным способом . . . . .</b>	<b>62</b>
§ 25. Общие сведения . . . . .	62
§ 26. Проходка устья и технологической части ствола . . . . .	63
§ 27. Оснащение стволов проходческим оборудованием . . . . .	67
§ 28. Контроль проходки и крепления ствола . . . . .	70
§ 29. Сооружение приствольных камер . . . . .	74
§ 30. Работы перед армированием ствола. Приспособления . . . . .	75
§ 31. Установка расстрелов . . . . .	82
§ 32. Погрешности армирования. Допуски . . . . .	88
§ 33. Профильная съемка армировки . . . . .	92
<b>Глава 4. Маркшейдерские работы при сооружении наклонных стволов . . . . .</b>	<b>101</b>
§ 34. Общие сведения. Закрепление осей . . . . .	101
§ 35. Сооружение устья ствола . . . . .	102
§ 36. Задание направления на проходку ствола . . . . .	104
<b>Глава 5. Маркшейдерские работы при строительстве горизонта шахты . . . . .</b>	<b>107</b>
§ 37. Изучение рабочих чертежей проекта . . . . .	107
§ 38. Проектный полигон . . . . .	111
§ 39. Рабочие планы . . . . .	120

§ 40. Общие сведения о задании направлений в горизонтальной плоскости при проведении горных выработок . . . . .	124
§ 41. Задание направления в горизонтальной плоскости для проведения сопряжения ствола . . . . .	125
§ 42. Задание направления в горизонтальной плоскости параллельно оси выработки . . . . .	126
§ 43. Задание направления в горизонтальной плоскости по оси	129
§ 44. Общий случай задания направления в горизонтальной плоскости . . . . .	130
§ 45. Задание направления по створу . . . . .	131
§ 46. Задание направления на проведение закругления . . . . .	133
§ 47. Задание направления на проведение сопряжений горизонтальных выработок . . . . .	137
§ 48. Задание направления в вертикальной плоскости на проведение горных выработок . . . . .	139
§ 49. Контроль тубинговой крепи . . . . .	144
§ 50. Работы при проведении разгрузочной ямы и наклонного бункера	144
§ 51. Закономерности и особенности маркшейдерских работ при проведении выработок встречными забоями . . . . .	151

**Глава 6. Маркшейдерские работы при монтаже копров и горношахтного оборудования . . . . . 153**

§ 52. Общие положения . . . . .	153
§ 53. Установка проходческого шатрового копра . . . . .	154
§ 54. Монтаж подкопровой рамы . . . . .	157
§ 55. Монтаж и установка металлических копров с укосными ногами	158
§ 56. Монтаж разгрузочных кривых . . . . .	165
§ 57. Установка направляющих шкивов . . . . .	167
§ 58. Монтаж подъемной машины . . . . .	170
§ 59. Устройство подкрановых путей для мостовых подъемных кранов	172
§ 60. Устройство пути для перекатной тележки . . . . .	174
§ 61. Монтаж опорных балок для посадочных кулаков . . . . .	178
§ 62. Работы в камере загрузочных устройств . . . . .	179
§ 63. Работы в насосной камере . . . . .	181
§ 64. Устройство подкранового пути в зарядной камере . . . . .	182
§ 65. Монтаж пути на разгрузочной яме . . . . .	185
§ 66. Работы при настилке постоянных рельсовых путей в капитальных горных выработках . . . . .	187

**Список литературы . . . . . 190**

**Приложение. Таблицы поправок для приведения к горизонту линий, измеренных 24-м мерными приборами . . . . . 191**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**Леонид Михайлович Асаченков**

**МАРКШЕЙДЕРСКИЕ  
РАБОТЫ  
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
И РЕКОНСТРУКЦИИ  
ШАХТ**

Редактор издательства *И. А. Лопухина*  
Художественный редактор *О. Н. Зайцева*  
Технический редактор *О. А. Колотвина*  
Корректор *К. И. Савенкова*

ИБ № 6960

---

Сдано в набор 31.07.86. Подписано в печать 23.10.86. Т-22525.  
Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага кн.-журн. Гарнитура Литературная. Печать офсетная.  
Усл.-печ. л. 12,5. Усл. кр.-отт. 12,75. Уч.-изд. л. 14,0. Тираж 5200 экз. Заказ 1976/1092—9.  
Цена 50 коп.

---

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 103633, Москва, Третьяковский проезд, 1/19

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР  
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли  
129041, Москва, Б. Перяславская ул., 46



50 коп.

Недра

П. М. А. С. А. Е. И. К. О. Б

П. М. А. С. А. Е. И. К. О. Б