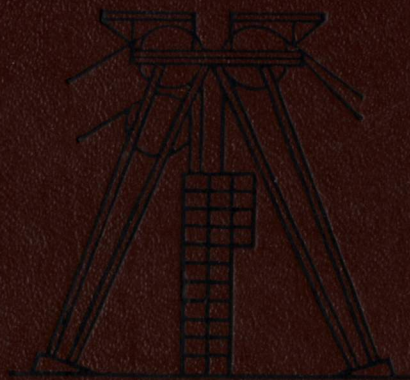


■ ■ ■
MAGNIFICENT PAPERS OF
■ ■ ■

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ
РАБОТЫ
ПРИ УСТАНОВКЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ШАХТНОГО
ПОДЪЕМНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ



МАРКШЕЙДЕРСКИЕ
РАБОТЫ
ПРИ УСТАНОВКЕ
И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ШАХТНОГО
ПОДЪЕМНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ



МОСКВА «НЕДРА» 1983

Маркшейдерские работы при установке и эксплуатации шахтного подъемного оборудования/
И. И. Добкин, В. Б. Лебедев, М. Н. Галинская
и др. М., Недра, 1983. 221 с.

Приведены сведения о подъемных комплексах вертикальных стволов шахт. Изложены маркшейдерские работы при сооружении копров и зданий подъемных машин, монтаже подъемных машин и направляющих шкивов, жесткой и канатной армировки. Рассмотрено влияние соотношений геометрических элементов на безопасную эксплуатацию и износ подъемного оборудования, приведены нормы допустимых отклонений. Изложены методика и техника маркшейдерского контроля за монтажом и эксплуатацией шахтного подъемного оборудования. Описаны современные приборы, устройства и аппаратура для выполнения измерений в шахтных стволах.

Для инженерно-технических работников маркшейдерской службы шахт и шахтостроительных организаций.

Табл. 22, ил. 134, список лит.— 49 назв.

А в т о р ы:

**И. И. Добкин, В. Б. Лебедев,
М. Н. Галинская, Е. Д. Платонов, Ю. В. Ануфриев**

Рецензент инж. В. Г. Янковский (Союзшахтострой)

1. ВВЕДЕНИЕ

«Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» предусмотрено дальнейшее развитие горнодобывающей промышленности. Важное место в выполнении этой задачи принадлежит ритмичной и безопасной эксплуатации подъемных установок.

В связи с концентрацией производства и ростом мощности горных предприятий основная тенденция в развитии шахтного подъема заключается в увеличении массы поднимаемого груза, повышении скорости движения подъемных сосудов, увеличении глубины подъема. Проектирование строительства шахт ориентируется на принципиально новые инженерные решения, на индустриальные методы строительства и современные типы подъемного оборудования, предназначенного для оснащения глубоких стволов

Перевооружение горнодобывающей промышленности, сооружение мощных высокопроизводительных подъемных комплексов налагает на маркшейдерскую службу высокую ответственность за качество горнопроходческих и особенно строительно-монтажных работ. В современных условиях маркшейдер непосредственно участвует в строительном производстве и оказывает существенное влияние на точность монтажа технологического оборудования и, тем самым, на его последующую безопасную эксплуатацию, уровень износа механизмов и на темпы освоения высокой скорости подъема. Все это требует от маркшейдера широкого инженерного кругозора и дополнительных знаний в области технологии шахтного строительства, а также знаний принципов устройства и условий эксплуатации шахтного подъемного оборудования. При выполнении специальных маркшейдерских измерений, при вынесении в натуру геометрических осей сооружений маркшейдер должен учитывать влияние погрешностей монтажных работ на последующую эксплуатацию механизмов и способствовать их безопасной и устойчивой работе в соответствии с проектной производительностью.

Значительная глубина вертикальных стволов шахт, оснащение высокопроизводительным подъемным оборудованием и переход на скоростной режим движения подъемных сосудов не могли не отразиться на методах маркшейдерских работ. Техника измерений в шахтном стволе совершенствуется, а их надежность повышается. Все более важную роль и значение получают измерения, направленные на установление соотношения геометрических элементов подъемного оборудования с целью безопасной эксплуатации и своевременной профилактики износа подъемных канатов, проводников, направляющих устройств и т. п.

ВНИМИ созданы измерительные комплексы для профильной съемки армировки шахтных стволов СИ1 и СИ4, приборы для высокоточной передачи координат и проектирования точек с земной

поверхности в шахту через ствол или буровые скважины — проекциометры ПМ-4 и ПМ-5, гироскопические и лазерные указатели направлений. Описание новых приборов, области их применения и технических возможностей до сих пор имеется лишь в виде кратких статей в научно-технических журналах или сборниках трудов. В настоящей книге авторы уделяют основное внимание созданной в последние годы технике для специальных измерений в стволе. В книге также впервые изложена, с учетом опыта промышленного внедрения, методика контроля за соотношением геометрических элементов многоканатных подъемных установок и канатной армировки, а также методика контроля вертикальности возведения стен башенных копров.

В течение последних 3—5 лет введен в действие ряд нормативных документов и руководящих материалов, содержащих строительные нормы на монтаж подъемного оборудования, а также рекомендации и указания о правильном соотношении геометрических элементов при эксплуатации шахтного подъема. Назрела необходимость в классификации действующих, не всегда согласованных между собой требований к соблюдению допустимых отклонений. Книга дает возможность читателю познакомиться с современным состоянием вопроса о нормах точности и их обосновании.

Авторы надеются, что книга будет полезна работникам маркшейдерской службы шахтостроительных организаций и горнодобывающих предприятий в их практической деятельности.

В книге разделы 1, 3 и подраздел 5.1 написаны И. И. Добкиным, подразделы 6.1 и 6.2 — В. Б. Лебедевым, подразделы 4.3, 4.4 и 6.3 — М. Н. Галинской, раздел 2 и подразделы 5.2—5.6, 6.5 — Е. Д. Платоновым, подразделы 4.1, 4.2, 4.5, 4.6 и 6.4 — Ю. В. Анурьевым.

2. СВЕДЕНИЯ О ПОДЪЕМНЫХ КОМПЛЕКСАХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ

2.1. Общие сведения

Надежная работа шахтного подъема в немалой степени зависит от обеспечения надлежащего расположения элементов подъема при монтаже и соблюдения правильного соотношения в процессе эксплуатации. При сооружении подъемного комплекса маркшейдер принимает непосредственное участие в строительно-монтажных работах. На разных стадиях строительства он производит разбивочные работы и контрольные измерения при установке оборудования, принимает решения о проведении рихтовочных работ, обеспечивая тем самым монтаж оборудования с допустимыми отклонениями. Важная роль принадлежит маркшейдеру при приемке готовых объектов. В период эксплуатации подъемной установки маркшейдер осуществляет постоянный контроль за параметрами и смещениями элементов подъемного оборудования.

Чтобы успешно решать поставленные задачи, маркшейдер должен иметь отчетливое представление о назначении, устройстве и взаимном расположении элементов подъема, а также о технологических схемах монтажа оборудования.

Подъемный комплекс шахты включает подъемную установку, армировку ствола и вспомогательное подъемное оборудование.

Шахтная подъемная установка состоит из подъемной машины, копра, копровых (направляющих) шкивов, подъемных канатов и подъемных сосудов.

Подъемные установки вертикальных шахтных стволов подразделяются по назначению — на главные (грузовые), вспомогательные (грузолюдские) и людские; по типу подъемных сосудов — на бадьевые, клетевые, скиповые и скипо-клетевые; по числу подъемных канатов — на одно- и многоканатные; по типу органов навивки подъемного каната — на машины с постоянным радиусом навивки (с цилиндрическими барабанами, ведущими шкивами трения) и машины с переменным радиусом (с коническими, бицилиндро-коническими барабанами).

Армировка ствола является важной составной частью подъемного комплекса. В зависимости от вида направляющих она разделяется на жесткую и канатную. В отдельных случаях при оборудовании подъема применяют комбинированную армировку: один сосуд движется по жестким проводникам, а второй (противовес) — по канатным.

К вспомогательному подъемному оборудованию ствола и поверхности шахты относятся погрузочно-разгрузочные устройства и приемные площадки.

2.2. Характеристика подъемного оборудования

Подъемные машины

Подъемные машины являются основной частью шахтных подъемных установок. По способу передвижения подъемных канатов они разделяются на барабанные, наматывающие и сматывающие канаты, и движущие шкивы, передвигающие канаты посредством трения. Барабанные подъемные машины бывают с постоянным и переменным радиусом навивки (одно- и двухбарабанные), движущие шкивы в зависимости от числа передвигаемых канатов — одно- и многоканатные. Для оборудования подъемных установок вертикальных шахтных стволов применяются средние и крупные барабанные машины.

Средние подъемные машины изготавливаются с диаметром барабанов 2,5; 3; 3,5 м и скоростью подъема от 7 до 10 м/с, разностью статических натяжений канатов 90—180 кН. Все основные узлы машин собраны на сварной раме коренной части и на раме привода машины. Положение узлов на раме после заводской сборки и наладки фиксируется штифтами или приварными упорами. Монтаж машины производится на железобетонном фундаменте. Основные узлы, из которых состоит машина: сборка главного вала, редуктор, два исполнительных органа тормоза, два тормозных привода, панель управления тормозом, установка компрессора с воздухохранилищем, рама коренной части и рама привода.

Крупные подъемные машины Ново-Краматорского машиностроительного завода им. Ленина (НКМЗ) изготавливаются с диаметром барабана 4—9 м, канатоемкостью до 1560 м, статическим натяжением каната 220—630 кН и разностью статических натяжений канатов 160—400 кН. Машины изготавливаются с одним разрезным цилиндрическим и с двумя цилиндрическими барабанами диаметрами 4; 5 и 6 м или одним разрезным бицилиндрическим барабаном диаметрами 8 и 9 м. Подъемные машины всех типоразмеров выпускаются с редукторным и безредукторным приводами.

Подъемные машины с одним цилиндрическим разрезным барабаном применяются для однослойной навивки каната на двухшкиповых и двухклетевых подъемах, а также для односудных подъемов с противовесом. Согласно ГОСТ 18115—72 они изготавливаются следующих типоразмеров: ЦР-4 × 3/0,7; ЦР-5 × 3/0,6; ЦР-6 × 3/0,6, и ЦР-6 × 3,4/0,6. Наибольшая высота подъема для этих машин составляет от 729 до 964 м.

Основной узел машин (коренная часть) состоит из разрезного цилиндрического барабана — органа навивки каната, главного вала с подшипниками и расцепного устройства. Барабан машины по наружной поверхности имеет винтовую нарезку под канат, величина шага которой делается в зависимости от диаметра каната. Опорами коренного вала служат сферические двухрядные шарикоподшипники, установленные в разъемном корпусе. Левая опора зафиксирована от перемещений, правая — выполнена плавающей.

Двухбарабанные подъемные машины обеспечивают одновременную работу подъемной установки с нескольких горизонтов, расстояние между которыми определяется канатоемкостью одного барабана. Основной узел машин состоит из двух цилиндрических барабанов, главного вала с подшипниками и расцепного устройства. Максимальная высота подъема составляет от 554 до 1047 м (машина 2Ц-6 × 2,8) при однослойной навивке каната и от 1170 м до 2170 м (машина 2Ц-6 × 2,8Д) при двухслойной.

Подъемные машины с одним бицилиндроконическим разрезным барабаном предназначены для оборудования вертикальных подъемных установок глубоких шахт и рудников. Коренная часть подъемных машин состоит из одного разрезного бицилиндроконического барабана, вала-трубы, расцепного устройства и двух бобин с приводами. Барабан машины состоит из двух цилиндров малого диаметра, двух конусов и одного цилиндра большого диаметра.

Подъемные машины с бицилиндроконическим разрезным барабаном изготавливаются двух типоразмеров — БЦК-9/5 × 2,5 и БЦК-8/5 × 2,7 со следующей характеристикой: диаметр большого барабана 9 и 8 м соответственно, диаметр малого цилиндра 5 м; статическое натяжение каната 400 и 630 кН; разность статических натяжений каната 320 и 480 кН; скорость подъема не более 16 м/с; максимальная высота подъема 1562 и 1281 м.

Многоканатные подъемные машины имеют несколько подъемных канатов, каждый из которых присоединен к обоим подъемным сосудам, а движение от приводного шкива к канатам передается за счет трения между футеровкой шкива и канатами. Многоканатные подъемные машины устанавливаются, как правило, на башенных копрах и используются на подъемных установках любого назначения.

Отечественной промышленностью изготавливаются многоканатные подъемные машины грузоподъемностью 3—50 т с диаметрами приводных шкивов 2,1—5 м. Они поставляются в соответствии с ГОСТ 18116—72 серии ЦШ трех типов: четырехканатные — с диаметром канатоведущего шкива 2,1; 2,25; 3,25; 4 и 5 м; шестиканатные — с диаметром шкива 2,25; 2,8 и 5 м; восьмиканатные — с диаметром шкива 5 м.

Подъемная машина с редукторным приводом показана на рис. 2.1. Основными частями машины являются: коренная часть 1, приспособление для проточки желобков на приводном шкиве 2, отклоняющие шкивы 3, приспособление 4 для проточки желобков на футеровке отклоняющих шкивов, приводной электродвигатель 5, редуктор 6 и пульт управления. Конструкции основных узлов многоканатных подъемных машин выполнены идентично конструкциям машин с редукторным приводом, а большая часть узлов унифицирована.

Коренная часть машины состоит из сборки главного вала, защитного кожуха, стопора, исполнительных органов и приводов

двух тормозов, смонтированных на общей раме, что значительно упрощает монтаж машины на копре. Сборка главного вала состоит из приводного шкива с футеровкой, подшипниковых опор и главного вала.

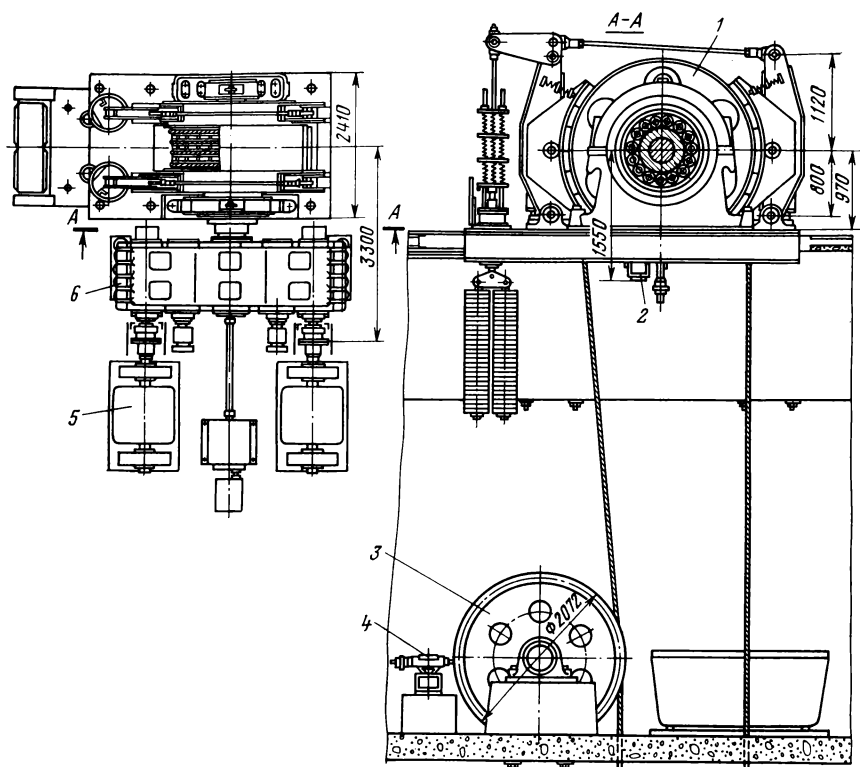


Рис. 2.1. Многоканатная подъемная машина с редукторным приводом

Отклоняющие шкивы предназначены для обеспечения заданного расстояния между осями подъемных сосудов независимо от величины диаметра приводного шкива многоканатной подъемной машины. По ободу они оснащены футеровкой, которая уменьшает износ каната за счет уменьшения контактных удельных давлений. Для уменьшения износа канатов за счет их изгиба угол отклонения канатов шкивами должен быть не более 15° . Обычно на установках используются по одному комплекту шкивов для отклонения канатов одной ветви.

Отклоняющие шкивы устанавливаются под каждый канат и насаживаются на общий вал, вращающийся в подшипниках качения. Один из шкивов заклинивается на валу, остальные имеют свободное вращение, что устраняет проскальзывание канатов. С 1972 г.

отклоняющие шкивы выпускаются двух типоразмеров с диаметрами 2 м — для машин с приводными шкивами диаметрами 2,1—3,25 м и 3 м — для более крупных машин.

Прходческие подъемные машины и лебедки

Для оборудования грузоподъемных установок при проходке вертикальных стволов применяются серийно изготавливаемые однобарабанная Ц-3,5 × 2А и двухбарабанная 2Ц-3,5 × 1,7А подъемные машины, не требующие наличия подвального помещения. Машины имеют следующую характеристику: статическое натяжение каната не более 180 и 150 кН; разность статических натяжений канатов не более 140 и 125 кН; диаметр каната не более 43,5 мм; скорость движения каната 4,25—10 м/с; максимальную высоту подъема 1490 и 1200 м.

В передвижных проходческих подъемных установках используются подъемные машины Ц-1,6 × 1,2; 2Ц-1,6 × 0,8; Ц-2 × 1,5 и 1 × 2,5 × 2 с некоторыми изменениями в компоновке узлов. Серийное производство указанных машин начато в 70-х годах взамен ранее изготавливавшихся подъемных грузоподъемных лебедок типа ЛПЛ и подъемных машин типа БМ.

Однобарабанные проходческие лебедки предназначены для подвески проходческих агрегатов, полков, погружных машин, опалубок, спасательных лестниц и кабелей. Существуют лебедки с электроприводом и пневмоприводом. Техническая характеристика однобарабанных электрических лебедок типа ЛПЭ, устанавливаемых на поверхности, приведена в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Параметр	Тип лебедки						
	ЛПЭ-5/500	ЛПЭ-5/1000	ЛПЭ-10/800	ЛПЭ-10/1500	ЛПЭ-18/1400	ЛПЭ-25/900	ЛПЭ-45/1300
Статическое натяжение каната, кН	50	50	100	100	180	250	450
Диаметр барабана, мм	500	500	800	800	1100	1100	2000
Канатоемкость барабана, м	500	1000	800	1500	1400	900	1300
Диаметр каната, мм	22,5	22,5	33,5	33,5	44,5	54	67
Масса, т	3,15	3,7	8,3	9	22,27	26	64

Прходческие пневматические лебедки, устанавливаемые на полке, предназначены для подвески спасательных лестниц и кабелей, для производства монтажных и вспомогательных работ при проходке неглубоких вертикальных стволов (лебедка ЛППР-2/300),

для подвески проходческого оборудования при углубке стволов (лебедка ЛПП-5/300). Указанные лебедки отличаются грузоподъемностью (соответственно 20 и 50 кН) и массой (1926 и 3250 кг); канатоемкость барабанов 200 м.

Двухбарабанные проходческие лебедки предназначены для подвески трубопроводов вентиляции, водоотлива, цементации и бетоноводов, а также для натяжения направляющих канатов. Двухбарабанные лебедки бывают только с электроприводом и устанавливаются на поверхности. Техническая характеристика лебедок приведена в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Параметр	Тип лебедки		
	2ЛПЭ-5/500	2ЛПЭ-10/600	2ЛПЭ-18/1400
Статическое натяжение каната, кН	50	100	180
Канатоемкость барабана, м	500	600	1400
Диаметр каната, мм	22,5	33,5	44,5
Средняя скорость каната, м/с	0,1	0,1	0,1
Масса, т	5,78	14,5	40,7

Копры

Копры, устанавливаемые над стволом шахты, предназначены для поддержания направляющих шкивов, закрепления проводников и посадочных устройств клетей, разгрузочных кривых, а также для расположения на них многоканатных подъемных машин. Копры воспринимают нагрузку натяжения подъемных канатов, давления ветра и массы оборудования, расположенного на них.

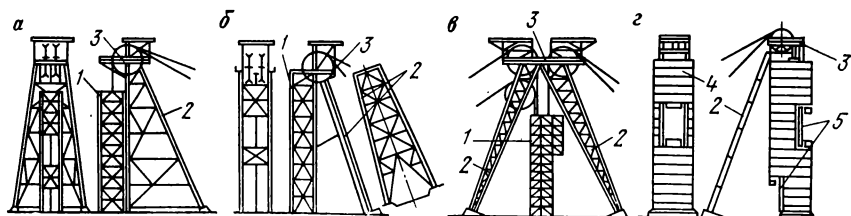


Рис. 2.2. Стальные укосные копры:

а — а-образной системы; б — четырехстоечный; в — шатровый; г — цилиндрический; 1 — вертикальный станок; 2 — укосина; 3 — подшивная площадка; 4 — цилиндрический стакан; 5 — проем

По конструкции шахтные копры можно разделить на две группы: укосные и башенные.

Укосный копер состоит из вертикального станка, укосины (ноги), подпирающей станок в верхней части и укрепленной внизу на бетонном фундаменте, и площадки для направляющих

шківов. Станок копра опирається на підкопрову (опорну) раму, устальовувану в усті стволь. Проходчеськє металлєськє сберно-разбернє копрє сберстє з надстройкє, шатра, разгрузочной площадкє и лєстницє.

Укоснє копрє изготальовлєют из сталє и рєжє из дрєвє. Стальнє укоснє копрє раздєлєютсє на А-образнє, чєтєрє-стєчнє, шатровє и цилєндричєськє (рис. 2.2).

Монтаж укоснє копров вьполнєют над ствольм шахтє или в сторонє от нєго. Сбєрку копра над ствольм произвєдлєт в вертикальном положєнии мєтєдєм нарлщєванєи в слєдующєй послєдоватєльностєи: сберлєют и закрєплєют в усті ствольм подкопрову раму; сооружлєют фундамєнтє под укєсинє копра; на подкопровє рамє сберлєют из отдєльнєх єлємєнтєв, плоскєх и обьємнєх блєкєв металлокєнструкци станка копра; вблизи ствольм сберлєют в горизонтальном положєнии металлокєнструкци укєсинє копра, а злєм поднємлєют в проектнє положєнии и послє вьвєркє закрєплєют.

Сбєрка копров в сторонє от ствольм произвєдлєтсє в горизонтальном или вертикальном положєнии. Копрє массєй до 150—200 т, вьсотєй до 35 м сберлєют на зємлє в горизонтальном положєнии. На стєллажлєх поочєрднє укллдьвлєют двє боковє панєлє и устальовлєют их в вертикальное положєнии; панєлє сбердєнєют мєждє собой связєми и балкамєи в обьємнєй блєк. Отдєльнє обьємнє блєкє сбердєнєют мєждє собой в один блєк станка копра. Укосинє копра сберлєтсє на отдєльнєй площлдькє. Кєнструкци станка

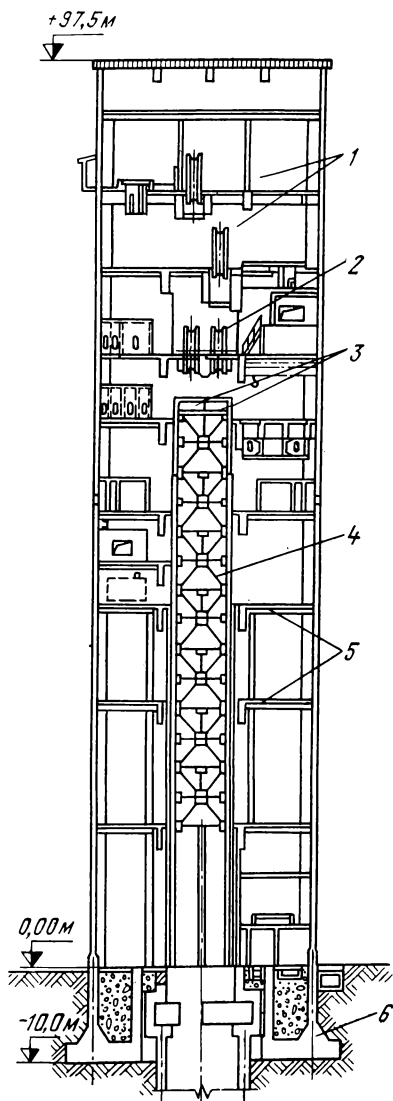


Рис. 2.3. Вертикальный разрез железобетонного башенного копра:

1 — машинные залы; 2 — горизонт отклоняющих шківов; 3 — противометанные камеры; 4 — металлический станок; 5 — междуэтажные перекрытия; 6 — фундамент

и укосины после укрупнительной сборки выверяют и закрепляют постоянными соединениями. Подъем станка копра в проектное положение производят методами поворота или скольжения.

В целях сокращения простоя ствола шахты сборку тяжелых и высоких укосных копров производят в вертикальном положении на временном монтажном стенде. После надвигки копер устанавливается в проектное положение, выверяется и закрепляется постоянными соединениями к подкопровой раме.

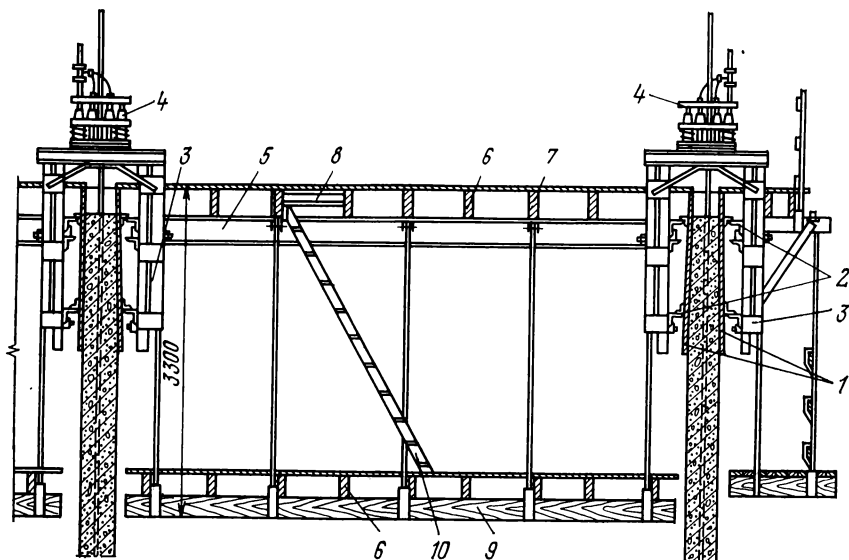


Рис. 2.4. Скользящая опалубка

1 — щиты опалубки; 2 — кружала; 3 — домкратная рама; 4 — гидравлические домкраты; 5 — прогон из двутавра; 6 — деревянные прогоны; 7 — рабочий пол; 8 — люк; 9 — подмости; 10 — лестница

Надшахтные башенные копры представляют собой сооружения, совмещающие функции копров, зданий подъемных машин и отдельных узлов технологических комплексов поверхности шахты. Они состоят из машинного зала, расположенного на верху башни, наружной и внутренней оболочек, связанных по высоте перекрытиями. Внутренняя оболочка выполняет роль станка обычного копра и имеет прямоугольное сечение, наружная — может быть выполнена круглого или прямоугольного сечения.

В отечественной и зарубежной практике получили распространение башенные копры каркасные и с несущими стенами в монолитном или сборном железобетоне. Широкое применение нашли копры с монолитными железобетонными стенами, возводимыми в скользящей опалубке (рис. 2.3). Копры этого типа возводятся высотой от 36 до 127 м, имеют размеры в плане от 14×18 до 18×24 м или диаметр 14,5; 18; 19,4 м.

Фундаменты в копрах применяют ленточные, коробчатые, свайные, а также в виде монолитной железобетонной плиты. Наиболее распространенным является ленточный фундамент, представляющий собой железобетонную монолитную стену кольцевой или прямоугольной формы с уширенной подошвой. Коробчатый фундамент состоит из массивных стен, связанных в жесткую пространственную конструкцию внизу фундаментной плитой, а сверху перекрытием на нулевой отметке.

Бетонирование ленточных, коробчатых и ростверков свайных фундаментов, а также монолитных плит выполняется в стационарной щитовой опалубке. Сначала производится установка опалубки, арматуры и укладка бетона от подошвы котлована (или свайного основания) до низа несущих фундаментных балок. Затем вновь устанавливается опалубка, а также арматурные каркасы, после чего бетонируются балки и перекрытия до нулевой отметки.

Стены башни копра возводят с применением скользящей опалубки (рис. 2.4), устанавливаемой первоначально в проектное положение на верхней фундаментной плите. Существуют две технологические схемы: первая предусматривает подъем опалубки и возведение стен на всю высоту с последующим сооружением перекрытий; вторая — бетонирование стен с перерывами для устройства внутрибашенных перекрытий. Бетонирование перекрытий производится в стационарной деревянной опалубке, опирающейся на леса или инвентарные раздвижные стойки, и в подвесной опалубке. Бетонирование бункеров для приема угля осуществляют преимущественно в обычной стационарной опалубке. Возведение стен машинного зала технологически увязывается с сооружением фундамента под подъемные машины, устройством эркеров и покрытий.

Башенные копры каркасной конструкции имеют, как правило, металлические каркасы с вертикальными и наклонными опорными стойками. Высота этих копров в зависимости от назначения составляет от 31 до 100 м при размерах башни в плане 12×12 и $21 \times 28,5$ м.

Стальной каркас призматической формы решен в виде раскосно-связевой системы. По наружному периметру опорные стойки размещены с шагом 6 м; внутренние стойки расположены по углам станка. Наружные и внутренние стойки на уровне перекрытий связаны системой ригелей и балок. Ограждение стен выполнено из навесных бетонных панелей.

Фундаменты башенных копров со стальным несущим каркасом в большинстве случаев представлены в виде развитых монолитных железобетонных плит. В отдельных случаях применяются фундаменты в виде опускных колодцев и шурфы-фундаменты.

Металлический башенный копер с наклонными опорными стойками (рис. 2.5) состоит из опорной части 1, представляющей из себя три или четыре сборные наклонные стойки, и башенной части 2, монтируемой также из сборных конструкций. Внутри копра рас-

положен станок, основание которого опирается на шейку ствола, а вершина защемляется в перекрытии башни копра. Наклонные опорные стойки копра опираются на отдельно стоящие фундаменты (блоки) 3 или ленточные фундаменты.

При сооружении металлических башенных копров основным видом работ является монтаж металлоконструкций. Монтаж каркаса копра производится отдельными элементами с помощью башенного крана методом вертикального наращивания. Монтаж начинают с установки опорных плит. По окончании полной сборки одной объемной секции, яруса и выверки правильности установки в проектное положение основных несущих элементов производят постоянное закрепление конструкций.

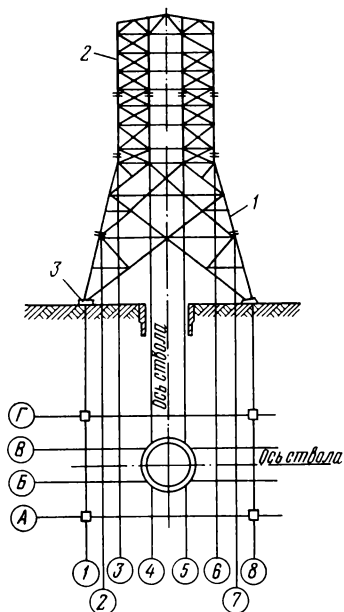


Рис. 2.5. Схема металлического башенного копра с наклонными опорными стойками

Монтаж опорной части копров с наклонными стойками в зависимости от размеров строительной площадки ведут двумя способами. В стесненных условиях монтаж металлоконструкций ведется путем последовательного наращивания по высоте. Сборку начинают с установки колонн на металлические подкладки. Установленные наклонные колонны одного и того же ряда соединяются между собой балками и связями. По окончании монтажа всего объемного блока (яруса) производится выверка правильности установки конструкций и постоянное их закрепление.

На площадках с достаточными размерами сборку опорной части осуществляют в горизонтальном положении по обе стороны станка копра. Подъем опор в проектное положение производится методом поворота вокруг монтажных шарниров.

Станок копра монтируется из двух объемных блоков по окончании монтажа опорной части. Монтаж башенной части копра производится плоскими фермами основным монтажным краном способом вертикального наращивания.

Копровые шкивы

Копровые (направляющие) шкивы, располагающиеся на подшивной площадке копра, служат для поддержания и направления канатов от подъемной машины в ствол шахты. Диаметр копро-

вых шкивов устанавливают в зависимости от диаметра подъемного каната и должен составлять не менее 80 его значений.

По конструкции обода различают копровые шкивы со съемной футеровкой и нефутерованные. В качестве футеровки применяют дерево, резину, мягкие металлы и пресс-массу. Нефутерованные копровые шкивы диаметром 2; 2,5 и 3 м изготовляют с литым ободом из высокопрочного чугуна, шкивы диаметром 4; 5 и 6 м со штампованным ободом — из высокопрочных легированных сталей. В качестве опор для валов копровых шкивов приняты подшипники скольжения или подшипники качения.

Подъемные канаты

В подъемных установках в качестве подъемных канатов используются исключительно стальные проволочные канаты.

Для одноканатных подъемов шахт малой и средней глубины применяются круглопрядные канаты линейного и линейно-точечного касания односторонней свивки, а также трехграннопрядные канаты; при большой глубине стволов — круглопрядные канаты линейного касания крестовой свивки и самозатягивающиеся закрытые канаты, а также самозатягивающиеся многослойные.

Для подъемных машин со шкивами трения наиболее подходящими являются трехграннопрядные канаты, а также канаты закрытой конструкции. Применяются также канаты круглопрядные с линейным касанием проволочек.

Подвесные устройства шахтных подъемных сосудов

Подвесное устройство, соединяющее подъемный сосуд с канатом, состоит из прицепного устройства и элементов конструкции подвески. Подвесное устройство для клетей по правилам безопасности должно иметь двойную независимую подвеску, каждая из которых рассчитывается с 13-кратным запасом прочности. Подвесное устройство для скипов имеет одинарную подвеску, рассчитываемую с 10-кратным запасом прочности.

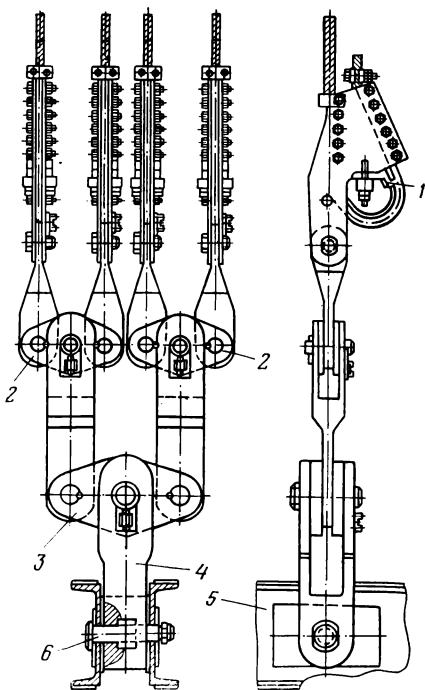


Рис. 2.6. Балансирное уравнильное подвесное устройство для подъемных сосудов многоканатного подъема:

1 — клиновой коуш; 2 — верхние балансиры; 3 — нижний балансир; 4 — вертикальная штанга; 5 — верхняя рама скипа; 6 — палец

По способу прикрепления к канату прицепные устройства разделяют на глухие с постоянным закреплением конца каната (грушевидный коуш с жимками, клиновая муфта) и регулируемые, позволяющие быстро производить перепанцировку конца каната (самозатягивающиеся клиновые и рычажно-клиновые коуши).

Подвесные устройства многоканатных подъемных установок, помимо присоединения сосуда к канатам, выполняют еще и функцию регулирования натяжения между ними. Вследствие простоты конструкции и относительно небольшой массы наиболее широкое применение в отечественной практике находят балансирные подвесные устройства (рис. 2.6).

Подъемные сосуды

Подъемные сосуды разделяются на скипы, клетки, комбинированные сосуды и проходческие бабьи.

Из скипов на шахтах наибольшее распространение получили скипы с неподвижным кузовом, обладающие наилучшими эксплуатационными показателями. Вместимость эксплуатируемых скипов преимущественно составляет 7—15 м³ при одноканатных подъемных машинах и 9,5—15 м³ при многоканатных; в отдельных случаях используются скипы вместимостью соответственно 20 и до 35 м³.

Клетки по конструктивному исполнению бывают неопрокидными (обыкновенные) и опрокидными; по транспортному назначению они разделяются на грузолюдские и людские (инспекторские). В СССР приняты в основном одноэтажные и двухэтажные неопрокидные клетки с одной вагонеткой в этаже.

Проходческие бабьи бывают самоопрокидывающимися (БПН) и самопрокидывающимися (БПС). Бабьи типа БПН — обычно малой вместимости (от 0,5 до 1 м³) — разгружаются вручную и предназначены для проходки стволов малого диаметра и небольшой глубины. Бабьи типа БПС опрокидываются автоматически с помощью специальных разгрузочных устройств. Эти бабьи вместимостью от 1 до 8 м³ применяются для стволов любых диаметров и глубины.

Загрузочно-разгрузочные устройства

Для загрузки скипов в шахте сооружается загрузочное устройство, состоящее из подземных бункеров, течек и затворов с приводами. Главным элементом устройства является дозиммерный бункер. Вместимость и конструкция бункеров и течек разгрузочного устройства зависят от производительности подъема, вида и сорта выдаваемого полезного ископаемого.

В настоящее время преимущественное применение получают загрузочные устройства с объемной дозировкой, с загрузкой скипов на весу (рис. 2.7).

Разгрузка скипов и опрокидных клетей на поверхности осуществляется автоматически с помощью разгрузочных кривых. Разгру-

зочные кривые изготавливаются из листовой стали и уголкового профиля и монтируются в копре.

Для скипов с разгрузкой через дно с секторным затвором конструкция кривых показана на рис. 2.8. К листу 1 привариваются изогнутые по форме кривой профили 2 со съемными полосами 5. С обратной стороны профилей 2 привариваются косынки 3. На

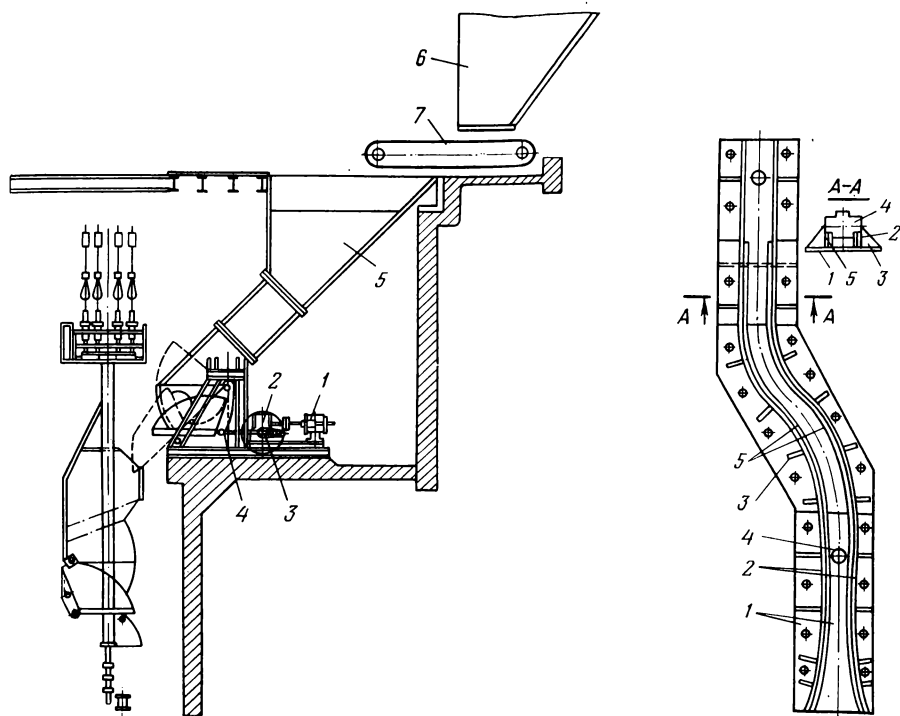


Рис. 2.7. Загрузочное устройство с дозатором и питателем для загрузки угольного скипа на весу:

1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — рычаг; 4 — штанга; 5 — дозатор; 6 — бункер; 7 — питатель

Рис. 2.8. Разгрузочные кривые для скипов

входе в кривые снизу делается раструб, компенсирующий отклонение рамы скипа при входе разгрузочных роликов 4 в кривые. Для предотвращения перекоса кузова в процессе разгрузки и застревания его в кривых требуется точный монтаж кривых на станке копра.

Приемные площадки клетового подъема оснащаются посадочными устройствами для посадки клетей, оборудованием и механизмами для транспортировки шахтных вагонеток и обмена их в клетях, предохранительными устройствами. В настоящее время применяют три вида посадочных устройств: посадочные брусья (только

на нижнем горизонте шахты), посадочные кулаки и качающиеся площадки (применяются на любом горизонте). Наибольшее распространение получили посадочные кулаки.

Армировки вертикальных стволов

Под армировкой шахтного ствола понимают совокупность конструкций, обеспечивающих направленное движение сосудов при заданных режимах работы подъемной установки. Армирование представляет собой соединительное звено между стволом и подъемной установкой и оказывает существенное влияние на производительность, надежность и экономичность подъемной установки.

В практике шахтного строительства известны два типа армировки вертикальных стволов: жесткая и канатная. Большая часть стволов шахт в Советском Союзе оборудована жесткой армировкой. Однако в связи с изменившимися условиями эксплуатации месторождений полезных ископаемых наметилась тенденция к более широкому применению канатной армировки.

Жесткие армировки

Основными элементами жесткой армировки являются проводники и несущие их расстрелы. Проводники, обеспечивающие направленное движение подъемных сосудов, представляют собой непрерывные плети, состоящие из отдельных звеньев, вертикально укрепленных на горизонтальных расстрелах. В качестве проводников применяются деревянные прямоугольного сечения брусья, железнодорожные рельсы, различные профили стального проката прямоугольного очертания рабочих граней (преимущественно корабчатого).

В качестве расстрелов применяются деревянные балки (в основном в сочетании с деревянными проводниками), различные профили стального проката (двутавровые балки, швеллеры, специальные профили).

Расстрельные балки заделываются одним или обоими концами в крепь ствола на определенную расчетную глубину.

Рельсовые проводники прикрепляют к расстрелам специальными зажимными скобами. Для этого подошвы рельсов устанавливают в специальные вырезы, сделанные в верхней и нижней полках двутавровой балки расстрела, или в накладные планки — лежки. При корабчатых проводниках к полкам расстрелов вместо лежек приваривают накладные уголки, в которых зажимают проводники обычными или специальными болтами Т-образной формы. Деревянные проводники прикрепляют к расстрелам с помощью болтов.

В зависимости от расположения относительно подъемных сосудов проводники разделяются на двусторонние — лобовые и боковые — и односторонние. Проводники, расположенные на одном

расстреле и скрепленные на ярусе конструктивно общим узлом, называются парными.

Армирование шахтных стволов производят как после окончания проходки, так и одновременно с проходкой ствола. В первом случае работы выполняют по последовательной, параллельной и совмещенной схемам.

Последовательная схема армирования предусматривает установку расстрелов и навеску проводников последовательно. Сначала с подвешенного полка устанавливают расстрелы в направлении сверху вниз, а затем — проводники с подвесных люлек в направлении снизу вверх.

Параллельная схема предусматривает навеску проводников параллельно установке расстрелов как в нисходящем, так и восходящем порядке. Установку расстрелов ведут с подвешенного двухэтажного или трехэтажного полка, а навеску проводников — с металлических люлек, которые перемещаются за полком.

Совмещенная схема армирования предусматривает установку расстрелов и навеску проводников одновременно, причем работы по армированию производят в направлении сверху вниз или снизу вверх.

Армирование одновременно с проходкой ствола предусматривает последовательное выполнение работ: сначала выполняются работы по выемке породы и возведению крепи ствола, а затем работы по укладке расстрелов и навеске проводников непосредственно с подвешенного полка без люлек.

Канатные армировки

Этот вид армировки применяется в главных, вспомогательных и вентиляционных стволах, не подверженных значительным искривлениям, для одно- и двухконцевых подъемов при размещении в стволе сосудов как одной, так и двух подъемных установок.

К основным конструктивным элементам комплекса канатной армировки (рис. 2.9) относятся: канатные проводники 7, отбойные канаты 6, прицепные устройства 8 для закрепления канатов или грузов, натяжные устройства для канатов 4, натяжная рама 5, направляющие устройства для подъемных сосудов 1, устройства и вспомогательные жесткие направляющие 2 и 3 для фиксации сосудов у мест загрузки и разгрузки, а также на промежуточных горизонтах.

В качестве канатных проводников применяются, как правило, канаты закрытой конструкции: канаты диаметром 32 мм при высоте подъема до 800 м и канаты диаметром 38,5; 42,5 и 45 мм при высоте подъема свыше 800 м. В отечественной практике обычно применяют четыре проводника для каждого подъемного сосуда, для противовеса — четыре или три. При этом проводниковые канаты располагают симметрично по углам подъемного сосуда или попарно только вдоль длинной наружной стороны сосуда. Отбой-

ные канаты навешиваются в стволе в промежутке между подъемными сосудами одного или смежных подъемов на одинаковых от них расстояниях и служат для предохранения сосудов от столкновения. В качестве отбойных канатов используются канаты закрытой конструкции и круглопрядные диаметром не менее 40 мм.

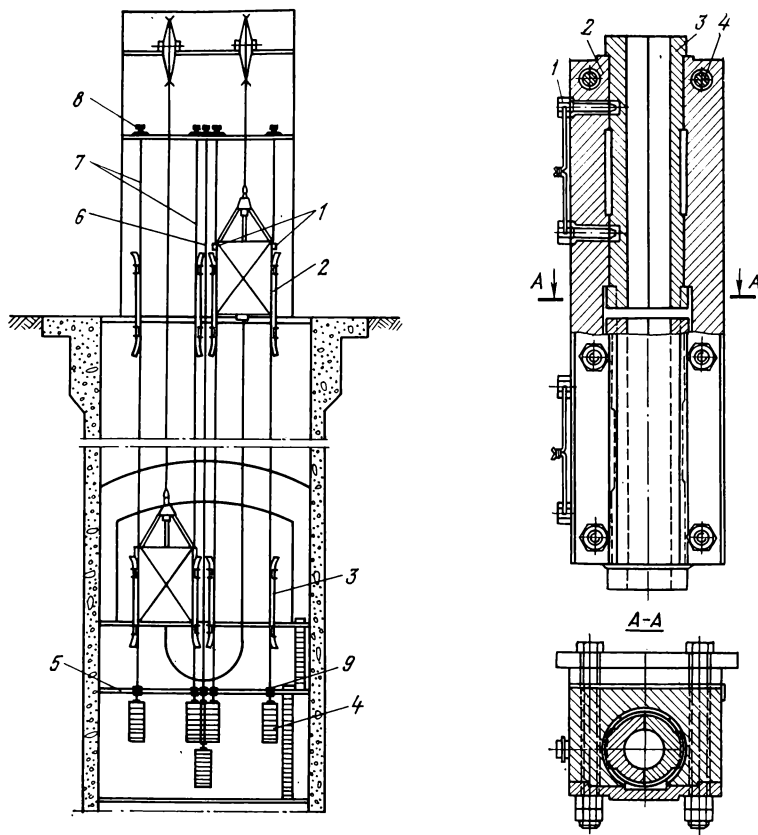


Рис. 2.9. Канатная армировка вертикального ствола

Рис. 2.10. Конструкция направляющей втулки для канатных проводников:

1 — фиксирующие винты; 2 — разъемный корпус; 3 — сменные разъемные вкладыши; 4 — болты крепления

Способы закрепления проводниковых и отбойных канатов зависят от расположения натяжных устройств. Если натяжные устройства располагаются в зумпфе, то верхние концы канатов крепятся в специальных зажимных клиновых муфтах 8 или коушах типа КРГ, устанавливаемых на перекрытии копра (см. рис. 2.9). Для фиксирования нижних концов проводниковых и отбойных канатов последние пропускают через направляющие втулки 9, ко-

торые устанавливают на натяжной раме 5. Если натяжные устройства расположены на копре, то нижние концы канатов закрепляют на натяжной раме жестко. Для натяжения канатов применяют грузы 4, которые подвешивают к концу каждого каната в зумпфе, или гидравлические устройства, устанавливаемые на копре. Грузовой способ как наиболее надежный и универсальный применяется при оборудовании канатными проводниками главных подъемов, а гидравлические устройства — при оборудовании вспомогательных подъемов.

Направляющие устройства устанавливают на подъемных судах по два на каждый проводник. Они состоят из разъемного стального корпуса 2 и сменных вкладышей 3, в качестве которых обычно используют разрезные чугунные или пресс-массовые цилиндрические втулки (рис. 2.10). Кроме того, на подъемных судах устанавливают направляющие башмаки (лапы) обыкновенной конструкции и отбойники для направления движения сосудов в жестких направляющих. Вспомогательные жесткие проводники, в качестве которых применяют рельсы, стальные или деревянные брусья, устанавливают у рабочих горизонтов для обеспечения нормальной работы подъемной установки во время погрузочно-разгрузочных операций.

Навеска проводниковых и отбойных канатов производится обычно с помощью проходческой подъемной машины или лебедки через систему шкивов с полностью набранными на поверхности грузами. Проводниковый канат, намотанный на барабан подъемной машины, с помощью вспомогательной лебедки через шкивы и прицепное устройство, установленное в проектное положение, опускается до верхней приемной площадки. На площадке он крепится к раме груза, нагружается до проектной величины и опускается в ствол на проектную глубину со скоростью не более 0,3 м/с. На натяжной раме закрепляют поперечные балки, ограничивающие раскачивание канатных проводников и натяжных устройств. Затем проводниковые канаты устанавливают в проектное положение и фиксируют направляющими втулками.

3. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Геометрические элементы надшахтной части подъемного оборудования

Маркшейдерские работы по перенесению проекта и разбивкам оборудования подъемной установки выполняются в три этапа.

Первый этап — основные разбивочные работы, задача которых заключается в построении на местности главных осей промплощадки. В практике шахтного строительства это оси шахтных стволов.

К детальным разбивкам относят две стадии работ, составляющих **второй этап**: построение основных (продольной и поперечной) осей зданий, сооружений, фундаментов, оборудования и перенесение на местность контурных точек относительно разбивочной оси.

Третий этап — проверка правильности монтажа после его завершения по отдельным элементам или комплекса оборудования в целом, определение отклонений от проектного положения и сопоставление их с допустимыми. По результатам маркшейдерской проверки устанавливается пригодность подъемной установки к длительной эксплуатации. Маркшейдерская проверка соотношения геометрических элементов подъемной установки периодически выполняется также при эксплуатации подъемного оборудования с целью своевременного установления необходимости возможной рихтовки и предотвращения повышенного износа проводников и подъемных канатов.

Маркшейдеру для обеспечения строительства или эксплуатации шахтного подъема приходится иметь дело с тремя классами нормативных отклонений — с допустимыми отклонениями на монтаж оборудования, с отклонениями от установленного соотношения геометрических элементов, с нормами точности на производство маркшейдерских измерений при выполнении разбивок, контроле и приемке строительно-монтажных работ. Первые два определяют требования горного производства к точности маркшейдерских измерений и в основном установлены Строительными нормами и правилами на производство и приемку работ, которые разрабатываются и утверждаются Госстроем СССР. Нормы точности маркшейдерских измерений устанавливаются Технической инструкцией по производству маркшейдерских работ. Последняя утверждается Госгортехнадзором СССР. Нормы должны быть прогрессивными, иметь научно-техническое и технико-экономическое обоснование, соответствовать современным условиям эксплуатации подъемного оборудования, способствовать снижению износа оборудования и обес-

печивать безаварийность и безопасность шахтного подъема. Надо сказать, что обоснование оптимальных норм — задача непростая в связи с тем, что высокая точность монтажа не всегда может быть достигнута имеющимися техническими средствами и действующими технологическими схемами строительства.

Геометрическая связь всех элементов подъемной установки, необходимая для правильной ее эксплуатации, осуществляется привязкой основных осей оборудования по проектным размерам к осям шахтных стволов.

Расположение на промплощадке зданий и сооружений определяется координатами шахтных стволов и ориентацией их осей. По указанным в проекте размерам относительно осей ствола маркшейдер выполняет детальные разбивки надшахтных зданий, подъездных и внутришахтных путей, связанных с ними складов и погрузочных устройств, конвейерных мостов, эстакад, различных коммуникаций и других строящихся объектов.

В практике шахтного строительства широко используют разбивку методом прямоугольных координат с фиксацией одной из разбивочных осей натянутой проволокой. Относительно проволоки откладывают в нужной точке расстояния по перпендикулярам или предварительно в этой точке к проволоке подвешивают отвес и от него устанавливают заданное расстояние. Для натяжения проволоки в прочной обноске или в стенах существующих зданий по направлению разбивочной оси заделывают скобы.

Правильность перенесения на местность основных осей и характерных точек сооружения маркшейдерская служба проверяет главным образом путем измерения расстояний между ними и сопоставлением их с проектными.

Расстояния между разбивочными осями зданий, сооружений, фундаментов, оборудования, между линиями монтажной сетки, между осями колонн, а также от разбивочных осей до осей опорных конструкций, закладных деталей, анкерных болтов, осей сборных железобетонных и стальных конструкций, щитов передвижной опалубки, технологического оборудования, механизмов и устройств измеряют компарированной рулеткой с точностью до миллиметров.

При измерении расстояний от разбивочных осей до контуров фундаментов под здания и оборудование, до оголовков свай фундаментов глубокого заложения при определении отклонений стенок шурфов и спускных колодцев, а также размеров фундаментов отсчеты по рулетке берут с точностью до сантиметров.

Несмотря на важность задачи обеспечения сохранности и постоянства положения пунктов, преждевременная утрата или смещение пунктов на осях ствола происходит вследствие застройки, ведения земляных работ, процессов промерзания и оттаивания грунтов, механических повреждений. Мероприятия по обеспечению сохранности осевых пунктов обычно не приносят существенного положительного результата из-за расположения пунктов на участках промплощадки с наибольшим сосредоточением сооружений. Вместе

с тем восстановление пунктов, как бы тщательно оно не выполнялось, вносит значительную потерю точности в дирекционные углы. Поэтому геометрическая связь оборудования подъемной установки

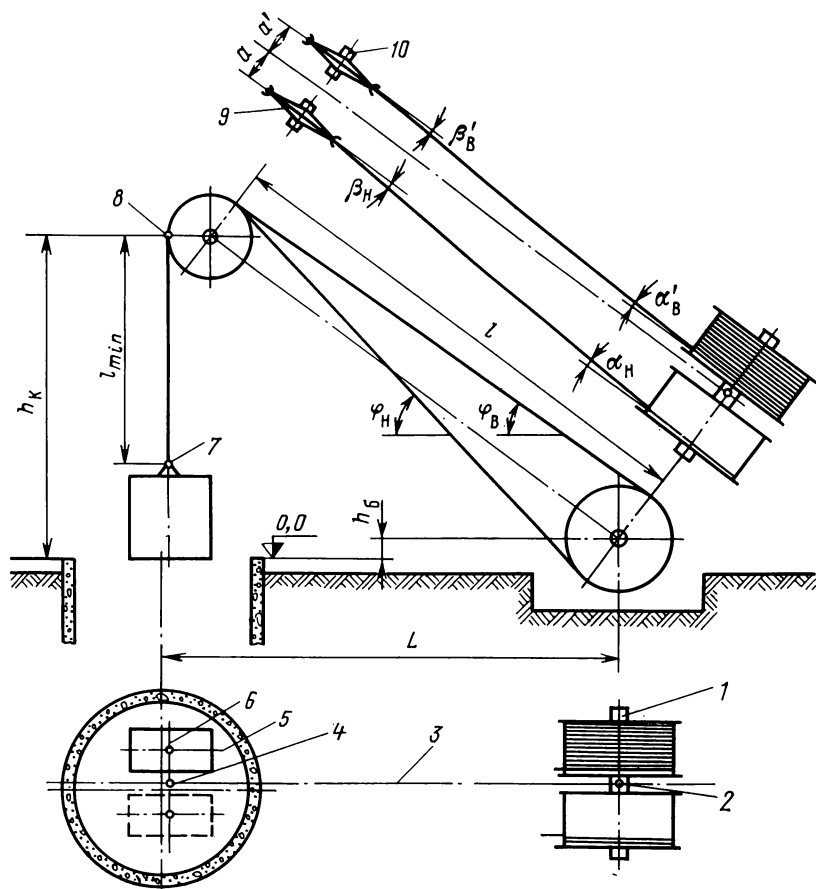


Рис. 3.1. Геометрические элементы и параметры одноканатной подъемной установки: 1 — ось главного вала подъемной машины; 2 — центр подъемной машины; 3 — ось подъема; 4 — центр подъема; 5 и 6 — продольная и поперечная оси подъемного сосуда; 7 и 8 — точки закрепления и схода (с направляющего шкива) подъемного каната; 9 — ось симметрии шкива; 10 — ось вала шкива; h_k — высота копра; l_{min} — минимальная длина головного подъемного каната; l — струна каната; φ_H и φ_B — углы наклона соответственно нижней и верхней струн канатов; α_H (α'_B) и β_H (β'_B) — углы девиации подъемных канатов соответственно на барабанах и на отклоняющих шкивах

в последнее время рассматривается независимо от главных осей промплощадки (как соотношение геометрических элементов внутри подъемного комплекса, устанавливаемое путем определения положения машины, шкивов, копровой части армировки и другого оборудования относительно оси подъема). В связи с этим в настоящее

время исследовательские работы ВНИМИ и авторов книги были направлены на обоснование требований к такому внутреннему соотношению геометрических элементов подъемной установки и способов измерений для его определения и контроля.

К основным геометрическим элементам одноканатной подъемной установки относятся: центр подъема, ось подъема, ось главного вала подъемной машины, осевая плоскость направляющего шкива, ось вала шкива, оси и углы девиации подъемных канатов и др.

Точность монтажа одноканатной подъемной установки, а также правильность соотношения ее основных геометрических элементов оцениваются по значению углов девиации подъемных канатов и положению нисходящих ветвей подъемных канатов относительно армировки. Принято считать предельным углом девиации подъемных канатов у барабана и шкива угол, образованный струной каната и плоскостью, перпендикулярной к оси барабана (или к оси шкива), равный $1^{\circ}30'$. Предельный угол девиации установлен исходя из условий, чтобы при работе подъемной машины не происходило трения сходящего с барабана каната об его последний виток на барабане. Следует однако иметь в виду, что трение и интенсивный износ каната возможны также при плохой футеровке барабана, несоответствии радиусу канавки обода шкива диаметру каната или неправильном соотношении между диаметром каната и диаметром барабана (см. гл. 2).

Углы девиации различают наружные и внутренние — соответственно для двух крайних положений каната на барабане.

Понятие о геометрических элементах одноканатной подъемной установки (рис. 3.1) складывается из следующих общепринятых определений.

Центр подъема — точка, делящая пополам расстояние между осями идущих в ствол подъемных канатов.

Ось подъема — прямая, проходящая через центр подъема, перпендикулярно к оси главного вала подъемной машины.

Центр вала подъемной машины — точка на оси главного вала машины, расположенная посередине расстояния между внутренними сторонами реборд барабана (шкива трения) в установках с одним цилиндрическим барабаном или посередине между внутренними сторонами крайних (внешних) реборд барабанов в установках с двумя цилиндрическими барабанами.

Под осевой плоскостью направляющего шкива понимают плоскость, проходящую через середину между внутренними гранями реборд шкива.

Для того чтобы углы девиации не превышали предельных значений, проверяются влияющие на эти углы определенные геометрические параметры. Устанавливают правильность положения оси подъема. Ее смещение относительно центра вала подъемной машины не должно превышать ± 50 мм. Важным условием соблюдения углов девиации в установленных пределах является также правильное положение осевой плоскости копрового шкива. Последняя

должна быть направлена на середину рабочей части барабана подъемной машины с отклонением не более $10'$.

Степень достоверности самой оценки соотношения геометрических элементов оборудования подъемной установки, согласно исследованиям ВНИМИ, характеризуется погрешностями определения углов девиации, направления осей ствола по съемке контрольных расстрелов, перенесения осей на подшкивную площадку копра, действительного положения оси подъема, нивелировки валов машин и шкивов, построения и закрепления разбивочных осей.

По анализу маркшейдерских измерений, выполненных для контроля подъемных установок шахт ряда объединений Ворошиловградской области, исследованиями ВНИМИ установлено, что измерения оказывают определенное влияние на взаимное положение геометрических элементов, а именно: смещение машины относительно оси подъема в ответственном направлении (параллельно оси вала) может достигать 4—5 см, угол поворота плоскости копровых шкивов определяется с погрешностью 4—5', а углы девиации с предельными погрешностями $m_{\alpha} \leq 4-5'$ и $m_{\beta} \leq 7-8'$. Для современных конструкций подъемных машин, имеющих металлическую футеровку барабанов, и копровых шкивов со стальным ободом указанные погрешности геометрической связи оборудования, вызванные случайными погрешностями маркшейдерских измерений, не вызовут дополнительного износа подъемных канатов, шкивов, футеровки и другого оборудования и поэтому не могут иметь практического значения. Это позволяет принимать приведенные отклонения в качестве допустимых.

Для обеспечения минимального износа механизмов подъемной машины маркшейдерская служба может привлекаться к проверке и обеспечению горизонтальности валов, хотя эта работа входит в круг функциональных обязанностей монтажно-наладочных бригад, оснащенных специальными приборами. Допускаемые отклонения оси вала от горизонтального положения устанавливаются техническими условиями на монтаж и эксплуатацию данной подъемной установки, как правило, очень жесткими. Поэтому маркшейдеру необходимо определять превышения одного конца вала машины (или шкива) над другим с максимально возможной точностью, а именно до десятых долей миллиметра. Далеко не всегда маркшейдер имеет техническую возможность обеспечить указанную точность измерений. Вибрации, возникающие в машинном зале или на подшкивной площадке, из-за работы двигателей электропривода затрудняют работу с нивелирами и уровнями.

К геометрическим элементам многоканатной подъемной установки следует прежде всего отнести оси подъемных канатов. Расположение подъемной машины на башенном копре и возможность неравномерного распределения нагрузок на подъемные канаты определяют высокие требования к соблюдению проектного положения ведущих и отклоняющих шкивов подъемной машины. Требования при этом заключаются в следующем: оси главного вала

и вала отклоняющих шкивов должны быть горизонтальны; соответственные ведущие и отклоняющие шкивы должны располагаться в одной вертикальной плоскости; прямая, соединяющая среднюю точку схода канатов и среднюю точку подвесного устройства, должна совпадать с вертикальной осью подъемного отделения; диаметры ведущих, а также диаметры отклоняющих шкивов должны быть равны между собой и соответствовать проектным; углы перегиба подъемных канатов отклоняющими шкивами должны находиться в пределах от 8 до 15°.

Многоканатные подъемные установки чувствительны к отклонениям от установленной проектом геометрической связи оборудования. Отклонения от допустимой нормы оказывают влияние на работу подъемной машины, способствуют неравномерному износу футеровки, являются причиной неравномерных нагрузок на канаты и повышенных нагрузок на проводники. Основными причинами неправильного соотношения геометрических элементов и отклонения головных канатов от вертикального положения можно назвать следующие: неточности при монтаже подъемной машины и армировки, износ футеровки канатоведущих шкивов, смещение подъемной машины и армировки вследствие подработки башенного копра или шахтного ствола горными выработками.

Геометрическая схема наиболее распространенной четырехканатной установки со шкивами, отклоняющими одну систему канатов, показана на рис. 3.2.

Основные геометрические элементы: оси подъемных канатов неотклоняемой системы 1; оси промежуточных струн канатов между ведущими и отклоняющими шкивами 2; оси подъемных канатов отклоняемой системы 3; средние точки подвесных устройств — безбалансирного 4 и балансирного 5; средняя точка 7 схода канатов с ведущих шкивов — точка, делящая пополам расстояние между осями крайних, идущих в ствол подъемных канатов в месте их схода со шкива; средняя точка 6 схода канатов с отклоняющих шкивов — точка, делящая пополам расстояние между осями крайних, идущих в ствол подъемных канатов в месте их схода с отклоняющих шкивов; ось неотклоняемой системы канатов — прямая, соединяющая среднюю точку схода и среднюю точку подвесного балансирного устройства; ось отклоняемой системы канатов — прямая, соединяющая средние точки схода и подвесного безбалансирного устройства; ось подъема — горизонтальная прямая, проходящая через центр подъема (или среднюю точку схода канатов с ведущих шкивов) перпендикулярно к оси главного вала; вертикальные оси подъемных отделений башенного копра; угол перегиба подъемных канатов отклоняющими шкивами.

На многоканатных подъемных установках имеются углы девиации α , β , φ , ψ (рис. 3.3) каждого из подъемных канатов, сходящих с ведущих и отклоняющих шкивов, углы отклонения от вертикали оси симметрии системы из 4, 6 или 8 канатов θ и ω , а также угол обхвата отклоняющего шкива канатом (η).

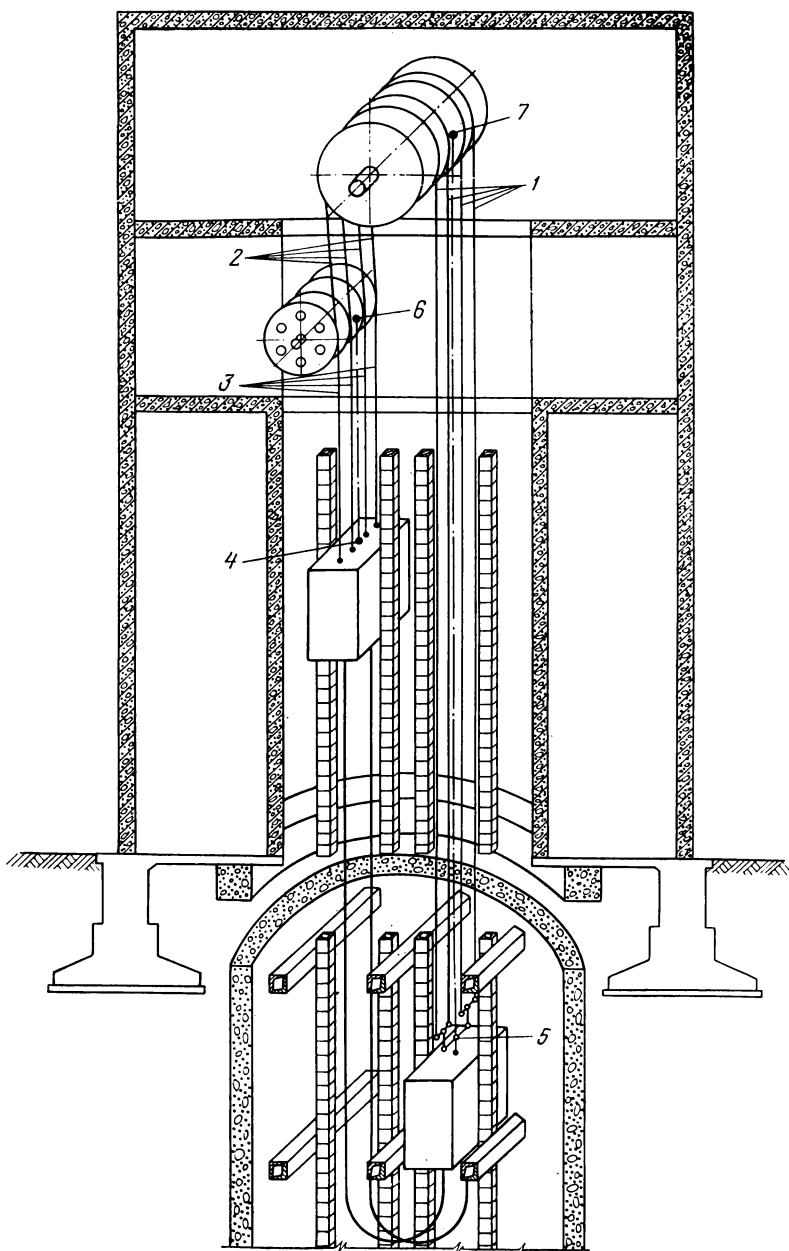


Рис. 3.2. Геометрическая схема четырехканатной подъемной установки

В сканированном экземпляре
страница отсутствует
(подрезана «читателем»)

В сканированном экземпляре
страница отсутствует
(подрезана «читателем»)

стрелы заделывают в крепи ствола обоими концами, вспомогательные — одним концом присоединяют к главным расстрелам или заделывают в крепь, другой их конец укрепляют на главном расстреле. Главный расстрел, расположенный по центру ствола или близко к нему, называют **центральным**. Вспомогательные расстрелы могут быть несущими проводники или служить для подвески тросопровода и устройства лестничного отделения.

Проводники могут быть жесткими и канатными. Жесткие проводники в зависимости от расположения относительно подъемного сосуда могут быть односторонними и двусторонними. Односторонние проводники крепятся на общих для них несущих расстрелах, двусторонние располагаются на противолежащих расстрелах.

Систему главных и вспомогательных расстрелов, расположенных в одной горизонтальной плоскости, называют **ярусом расстрелов**, а расстояние между ярусами расстрелов — **шагом армировки**.

Для металлических проводников и расстрелов, изготовленных из рельсов и двутавровых балок, на каждое звено проводника длиной 12,5 м приходится три или четыре яруса расстрелов. Поэтому шаг армировки соответствует пролету, равному 4168 или 3125 мм. В неглубоких (до 100 м) стволах, сооружаемых на небольшой срок службы и закрепленных деревом, возможно применение деревянной армировки. Расстояние между ярусами деревянных расстрелов принимают равным 2 м. Если для армирования шахтных стволов в качестве проводников используют прокат прямоугольного профиля, то шаг армировки принимают равным 3; 4 и 4,5 м.

Установка расстрелов и навеска проводников вследствие неизбежной неточности монтажа выполняются с определенными отклонениями от проектного положения.

На современном техническом уровне монтажных работ в шахтном стволе одним из источников погрешностей является отклонение шахтных отвесов главным образом под влиянием воздушных потоков и водопритока. Из-за отсутствия более совершенных способов проектирования контрольного яруса в ствол механические отвесы в ближайшие годы будут единственным средством для центрирования и ориентирования расстрелов в стволе.

Погрешность проектирования армировочными отвесами и характер отклонения отвесов при армировании существенно отличаются от широко исследованных причин отклонения и поведения шахтных отвесов при выполнении ориентировки через один или два ствола. Особенности применения армировочных отвесов заключаются в том, что:

- 1) для уменьшения амплитуды колебаний отвесов через 70—80 м по глубине ствола устанавливают особые консоли, ограничивающие раскачивание;

- 2) армировочные отвесы представляют собой группу в 4, 5 и более отвесов, взаимное положение которых проверяется измерением расстояний между всеми отверстиями ограничителей для пропуска

отвесов или между нитями отвесов на каждом очередном горизонте установки консолей. Положение каждого отвеса корректируется тем самым по измеренным расстояниям между ним и остальными отвесами.

Эти особенности оказываются причиной одновременного параллельного смещения всей системы отвесов. Смещения системы отвесов по величине и направлению могут быть различны на каждом очередном участке ствола между двумя последовательными горизонтами установки консолей-ограничителей. Однако очевидно, что смещения группы совместно установленных отвесов меньше, чем возможные отклонения одного независимого отвеса. Выполненные ВНИМИ экспериментальные исследования в глубоких стволах показывают, что можно добиться установки ограничителей колебания через интервал 70—80 м с точностью около 4—5 мм. Поскольку число горизонтов установки ограничителей обычно не превышает 15—20, то следует ожидать возможное смещение оси ствола (армировки) на величину, в среднем равную $5\sqrt{20} \approx 20$ мм. Такая величина среднего ожидаемого смещения оси сооружаемого ствола глубиной 800—1000 м безусловно должна быть учтена на стадии проектирования — при определении проектных расстояний между стенкой крепи и подъемным сосудом (с учетом также отклонения крепи, согласно СНиП II-11—77, допускаемого до 50 мм) и при размещении в сечении ствола армировки.

Причиной неточности монтажа в стволе армировки является также целый ряд технологических погрешностей. Исследования показывают, что к причинам погрешностей из-за несовершенства технологии относятся следующие: неточности разметки присоединения несущих расстрелов к основным и разметки положения лежек под проводники; кривизна стальных конструкций, используемых в качестве расстрелов; неточное определение положения покая отвеса и вследствие этого смещение расстрела от проектного положения; неточная установка расстрельных плоскостей в горизонтальное положение по монтажному уровню; определенное изменение в положении расстрела после схватывания бетона, заделки и бетонирования лунок в крепи; смещения расстрелов, вызванные рихтовкой проводников и подгонкой расстояний между двусторонними проводниками и т. п.

Если предположить, что каждый из числа перечисленных источников технологических погрешностей приводит к погрешности в положении проводника, равной всего лишь 1—2 мм, то суммарные средние отклонения проводника под влиянием 5—6 источников погрешности составят от 2,5 до 5 мм, а средняя погрешность взаимного положения оси проводника в начале и конце пролета может достигать 7 мм или при самой тщательной проверке всех операций технологического цикла $\pm (3,5—4)$ мм.

Основные геометрические элементы армировки — это оси проводников и расстрелов или их вертикальные и горизонтальные проекции. При этом за плоскости про-

екции принимают: в качестве горизонтальной плоскости проекции — ярус расстрелов; вертикальной плоскости проекции — две взаимно перпендикулярные плоскости, одна из которых проходит через продольную ось несущего расстрела. Профиль армировки вертикального ствола шахты обычно показывают на вертикальных проекциях, а сечение ствола — на горизонтальной плоскости проекции через определенное число ярусов расстрелов или в каждом ярусе.

Жесткость армировки непостоянна. Наибольшая устойчивость армировки наблюдается в точках крепления проводника к расстрелу. В середине пролета, между ярусами, армировка наиболее податлива.

При движении подъемного сосуда между смежными ярусами проводник в какой-то степени проявляет податливость, а с приближением к очередному ярусу расстрелов оказывает все большее сопротивление движению сосуда по инерции, воспринимая нарастающие горизонтальные нагрузки, способные в определенных условиях переходить в удары и создавать аварийную ситуацию. Вот почему для установления приемлемости армировки к эксплуатации необходимо знать взаимное положение оси каждого проводника на всех смежных ярусах расстрелов.

Из сказанного следует, что одним из наиболее важных параметров геометрических элементов армировки является ось проводника в пролете между смежными ярусами расстрелов. Обычно пользуются термином *пролет проводника*, геометрическое пространственное положение которого характеризуют отклонением от вертикали (как сказано выше в проекции на две взаимноперпендикулярные вертикальные плоскости).

Подъемный сосуд, перемещаясь по стволу вдоль проводников, обладающих переменной жесткостью, совершает сложное движение. Направляющие ограничивают его перемещение и вращение. Отклонение движения подъемного сосуда от строго вертикального направления приводит к горизонтальным нагрузкам на армировку. Знакопеременные отклонения пролетов способствуют возрастанию динамических нагрузок пропорционально массе скипа и квадрату скорости подъема. Вместе с тем общее равномерное одностороннее отклонение вертикальной оси ствола влияет на устойчивость армировки совсем незначительно и при расчете нагрузок им пренебрегают. Однако вертикальность оси и стенок позволяет максимально использовать сечение ствола, и наоборот, отклонение оси ствола от вертикали вынуждает проектировать или иметь завышенные размеры сечения, увеличивать объем работ по проходке и креплению, заготавливать расстрелы с подгонкой их размеров по месту установки, увеличивать проектное расстояние между выступающим углом подъемного сосуда и стенкой крепи.

Таким образом, необходимо ограничивать общее абсолютное отклонение оси ствола. Такое ограничение способствует снижению затрат на стадии строительства. Следует оговориться, что иногда

указанное ограничение, имеющее положительный смысл на стадии проходки, распространяют на шахтные стволы, находящиеся в длительной эксплуатации и искривленные под влиянием геомеханических процессов в толще пород. Это, конечно, неправильно. Однако в задачу маркшейдерских измерений входит проверка соблюдения вертикальности геометрической оси шахтного ствола, всей армировки в целом или отдельного отсека.

Нетрудно видеть, что задачи проверки соотношения геометрических элементов на стадии сооружения и на стадии эксплуатации подъемного комплекса различны. В первом случае проверка имеет целью, помимо обеспечения наиболее благоприятных условий последующей устойчивой и безопасной работы подъема с проектной скоростью, также максимальное снижение объема работ по подгонке и рихтовке оборудования. Из этого вытекают требования к довольно строгому соблюдению шага армировки, горизонтальности продольной и поперечной осей расстрелов. В процессе эксплуатации шахтного ствола требовать точного соблюдения расстояний между ярусами расстрелов уже не имеет смысла, отпадает требование о строгом соблюдении вертикальности оси армировки, строгой горизонтальности расстрелов и т. д. Нормы допустимых отклонений геометрических элементов комплекса подъемного оборудования при сооружении ствола и в процессе эксплуатации, подъема как по перечню, так и по содержанию требований могут не совпадать. Перечень нормативных геометрических отклонений армировки, установленных Технической инструкцией по производству маркшейдерских работ, Правилами безопасности, Строительными нормами и правилами на приемку и производство работ при проходке подземных горных выработок, приведен в табл. 3.1.

Из данных таблицы можно видеть, что проверка соотношения геометрических элементов делается в определенной последовательности, причем комплекс измерений соответствует стадии строительства или эксплуатации подъемного комплекса (оперативный контроль возведения, приемка готового ствола, периодические проверки в эксплуатации). Таблица охватывает весь широкий круг задач, решаемых для достижения высокой точности взаимного положения проводников, расстрелов, стенок ствола, подъемных судов.

В разделе «Правила приемки работ» СНиП III-11—77 требования к шахтостроителям сформулированы в следующей редакции: «9.13. Точность монтажа армировки регламентируется следующими требованиями: отклонения расстояния между ярусами расстрелов от проектного не должны превышать при навеске металлических проводников ± 15 мм, деревянных ± 50 мм, разность в отметках заделок концов расстрела не должна быть больше 1 : 200 его длины; отклонение расстрелов на двух смежных ярусах от их вертикальной плоскости не должно быть более ± 5 мм для металлических расстрелов и ± 10 мм для деревянных расстрелов; от-

Группа норм, соответствующих определенной стадии строительства или эксплуатации армировки	Нормативные показатели	Техника маркшейдерского контроля	Нормативный документ, регламентирующий требование
Нормы точности на монтажные операции, предъявляемые в процессе сооружения ствола	Точность установки расстрелов (с узлами крепления проводников) в вертикальной и горизонтальной плоскостях на каждом ярусе в проектное положение	Линейными измерениями, шаблонами, монтажным уровнем	СНиП III-11—77
Нормы допустимых отклонений жестких проводников при приеме шахтного ствола в эксплуатацию	Точность установки приспособлений для навески шахтных (армированных) отвесов	Наблюдениями за колебаниями отвесов по шкалам	Техническая инструкция
	Точность изготовления дистанционных и горизонтальных шаблонов	Измерением рабочих размеров компарированной рулеткой	Техническая инструкция
	Соблюдение взаимного положения проводников на каждом ярусе расстрелов подъемного отделения по ширине колеи и в плоскости несущих расстрелов	С помощью приборов измерительной станции СИ1, СИ4	СНиП III-11—77
	Отклонения пролетов проводника от вертикального положения	Измерением приборами СИ-1, СИ-4	СНиП III-11—77
	Отклонение оси ствола (оси армировки)	Тахеометрической съемкой нижней точки профиля и ориентированием по ней соответствующей фотографии (профилограммы)	СНиП III-11—77

Группа норм, соответствующих определенной стадии строительства или эксплуатации армировки	Нормативные показатели	Техника маркшейдерского контроля	Нормативный документ, регламентирующий требования
Показатели состояния армировки в стволах, подверженных деформациям под влиянием очистных работ, вследствие дренирования массива и других геомеханических процессов, механического износа и разьёстирования армировки в результате динамических нагрузок	Нормы на износ проводников Нормы на кривизну деформированных участков армировки Минимальные зазоры: между подъемным сосудом и крепью шахтного ствола; между сосудом и расстрелом; между двумя подъемными сосудами (при отсутствии между ними расстрелов); между направляющими устройствами и узлами крепления проводников к расстрелам; между клетью и элементами посадочных устройств	Прибором для измерения износа Косвенными определениями по профилям Непосредственными измерениями Косвенными определениями по профилям стенок ствола, проводников и основным размерам сосуда Устройствами для автоматической записи расстояний в сечении ствола при движении подъемного сосуда	Правила безопасности Временные отраслевые указания Правила безопасности
		Устройствами для автоматической записи расстояний Непосредственными измерениями Устройством для автоматической записи расстояний Косвенным определением по профилям соответствующих проводников и по размерам сосудов Косвенными определениями Возможно применение фототрассиometric расстояний от подъемного сосуда до зажимного устройства крепления Непосредственными измерениями	Правила безопасности

клонение каждой нитки двусторонних проводников от вертикали не должно превышать ± 5 мм, на стыках проводники должны точно совмещаться торцами без каких-либо выступов; смещение стыков проводников от середины ребра не должно превышать ± 50 мм; допустимое отклонение осей системы армировки от проектного (вертикального) положения не должно превышать 1 : 20000 глубины ствола».

В книге «Стационарные установки шахт» (М., Недра, 1977), предназначенной для работников угольной промышленности, рекомендуется руководствоваться следующим положением: «Армирование пригодна к эксплуатации при проектных параметрах работы подъемной установки, если все узлы соединений и заделки расстрелов находятся в исправном состоянии, а относительные смещения из-за непрямолинейности рабочих поверхностей металлических проводников, измеряемые в горизонтальной плоскости по отношению к вертикали на двух смежных ярусах, не будут превышать следующих значений: при шаге армировки 4 м и более — 5 мм, при шаге армировки меньше 4 м — 4 мм. Для деревянных проводников это смещение допускается при любом шаге не свыше 7 мм» (§ 17).

В технической инструкции по производству маркшейдерских работ (1973 г.) в главе «Работы при сооружении вертикальных шахтных стволов» указаны нормы точности, которыми следует руководствоваться при оперативном контроле возведения армировки и отдельно нормативные требования к армировке по приемке и оценке готового ствола.

Можно назвать также утвержденные для угольной промышленности «Временные указания по проектированию, строительству и эксплуатации крепи и армировки вертикальных стволов угольных шахт в условиях влияния очистных работ» (1972 г.), где дается норматив допустимого искривления в стволах подверженных влиянию очистных работ, как отношение стрелы прогиба к длине искривленного участка, а именно

$$\frac{\Delta}{H} \leq 0,005,$$

где Δ — стрела прогиба проводника на искривленном участке одного радиуса кривизны, мм; H — длина искривленного участка, мм.

Рассмотрим, с какой же точностью можно выполнить измерения в шахтном стволе и определить отклонения элементов армировки от проектного положения. Для этого приведем в табл. 3.2 ориентировочную точность маркшейдерских измерений, а также технические возможности их выполнения.

Состояние разработки технических средств для проверок соотношения геометрических элементов подъемного оборудования не всегда удовлетворяет требованиям к точности монтажа армировки. Имеет место определенное отставание техники измерений от требований к точности монтажных работ, вытекающих из существенного увеличения проектных скоростей подъема, нагрузок на армировку,

Т а б л и ц а 3.2

Показатель	Технические средства и приемы измерения	Ориентировочная точность (средняя квадратическая погрешность) определения показателя
Абсолютные отклонения — отклонения проводника от проектного положения	Линейными измерениями относительно шахтных отвесов или закрепленных тросов. Взамен отвеса возможно применение проекционных ВНИМИ	$2,5 \text{ мм } \sqrt{0,015 H}$, где H — глубина ствола (м) на горизонте, где контролируется положение проводника
Относительные отклонения — отклонения пролета проводника от вертикали	По разностям абсолютных отклонений, измеренных на двух смежных ярусах Датчики отклонения от вертикали измерительных станций СИ1 и СИ4	2 мм (при условии приведения шахтного отвеса в состояние покоя)
Показатель искривленности — взаимное положение двух смежных пролетов	По вторым разностям абсолютных отклонений на трех смежных ярусах расстрелов	3 мм
Искривленность проводника в пролете между ярусами расстрелов	Только аппаратурой с непрерывной фиксацией профиля. Об искривленности проводника в пролете можно судить по фотограммам отклонений, записанных приборами с небольшой базой кадетки СИ4	
Отклонения от проектного размера ширины колеи проводников	Непосредственными измерениями Автоматической записью отклонений от заданного параметра Косвенными определениями по отклонениям каждого проводника	1 мм Около 5 мм
Отклонения противолежащих проводников одного относительно другого в плоскости, параллельной несущим расстрелам, — закручивание колеи	Косвенными определениями по профилям	Около 5 мм
Износ проводников	Измерениями между боковыми контактными поверхностями, между лобовой поверхностью и подошвой проводника	1 мм

перехода на глубокие горизонты горных работ. Поэтому перед работниками научно-исследовательских институтов стоит задача приведения в соответствие требований и технических возможностей достижения высокой точности работ в стволе. Основная проблема, поставленная перед работниками научно-исследовательских институтов, — разработать прогрессивные способы перенесения в ствол вертикальных осей, заменить шахтные отвесы более надежными и точными средствами. Для этого ведутся исследования возможности применения лазерных устройств, а также совершенствуются проекциометры ВНИМИ.

Ведутся исследования в области совершенствования аппаратуры для исполнительной профильной съемки проводников, имеющие целью приближение скорости движения каретки измерительной станции к фактическим условиям работы шахтного подъема, а также уменьшение базы каретки измерительной станции для получения детальной информации об искривленности проводников в пролетах между ярусами расстрелов. Одной из важных задач является разработка прибора для определения закручивания армировки путем оценки взаимного положения двусторонних проводников в плоскости, параллельной несущим расстрелам.

Одновременно с разработкой прогрессивной измерительной техники, предназначенной для контроля геометрического положения армировки, научно-исследовательские разработки направлены также и на обоснование норм точности. В тех случаях, когда устанавливаются нормы, не обоснованные реальными возможностями, без учета фактических условий монтажа и техники измерений в стволе информация о действительных отклонениях может оказаться неправильной и тем самым приводить к результату, прямо противоположному целям стандартизации точности и управления качеством строительно-монтажных работ.

Если при сооружении шахтных стволов большинство показателей качества строительно-монтажных работ характеризуется их геометрической точностью, то для оценки состояния армировки, находящейся в длительной эксплуатации, важно выявить участки ствола, в которых происходит концентрация максимальных нагрузок на армировку в данном рабочем режиме шахтного подъема. Съемка статического состояния профиля армировки не обязательно отражает участки критических напряжений и не позволяет обнаружить дефекты, вызванные расшатыванием армировки из-за неудовлетворительной заделки расстрелов, износа проводников, боковых нагрузок, вызывающих кручение, и ослабленного крепления проводников к расстрелам. Следует иметь в виду, что профильная съемка относительно отвесов или измерительной аппаратурой, перемещающейся по проводникам со скоростью ниже скорости движения подъемного сосуда, — это съемка статического состояния армировки. Вместе с тем влияние геометрического соотношения элементов армировки на силы взаимодействия подъемного сосуда с проводниками является определяющим при небольших значениях

скорости V и концевой нагрузки m . С увеличением интенсивности подъема mV^2 решающим фактором становится переменная жесткость системы.

Кроме того, допустимые нагрузки на проводники при конкретных значениях mV^2 значительно отличаются для одного и того же проводника в лобовом и боковом направлениях, для разных типов проводников при одинаковой концевой нагрузке, однотипных проводников с разными шагом армировки и длиной несущих расстрелов и т. д. Все это не позволяет решать вопрос о допустимых отклонениях однозначно, что было возможно, когда скорости были невелики и горизонтальные нагрузки не оказывали решающего влияния на устойчивость армировки.

Таким образом, основной задачей контроля состояния армировки в современных условиях эксплуатации является не столько установление отклонений в статическом состоянии армировки, сколько выявление нагрузок в рабочем режиме и устранение возникающих механических дефектов.

Очевидно, что результат контроля состояния армировки действующего подъема глубоких шахтных стволов должен быть таким, чтобы можно было обратить внимание на участки армировки с концентрацией нагрузок при данной скорости движения сосуда и грузоподъемности для производства необходимых ремонтных работ.

Технологическая схема контроля геометрического состояния армировки в настоящее время включает:

- профильную съемку по всей глубине ствола и составление профилограммы всех проводников;

- установление по профилограммам ярусов расстрелов, где требуется рихтовка проводников;

- рихтовку проводников и расстрелов по отвесам или уклономеру последовательным приближением к проектному положению до тех пор, пока оно с возможной точностью не будет достигнуто;

- контроль динамического состояния армировки, выполняемый отдельно, если имеется соответствующая аппаратура.

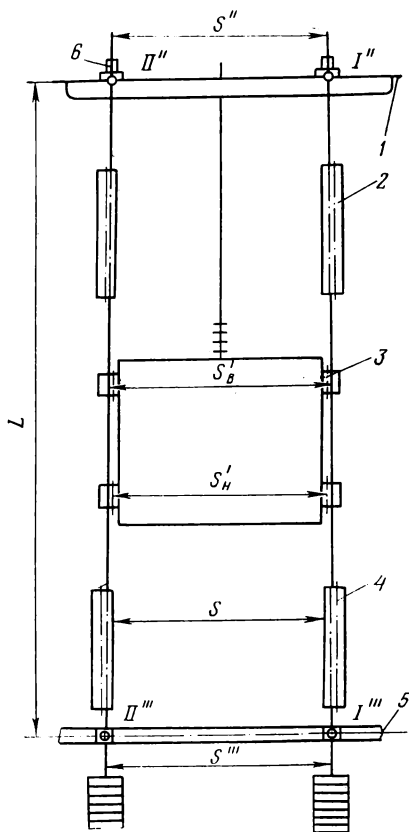
Разработка аппаратуры для определения горизонтальных динамических нагрузок на проводники значительно упростила бы задачу профильных съемок в процессе эксплуатации армировки. Технологическая схема контроля состояния армировки в этом случае будет иметь такую последовательность: проверку динамического состояния армировки датчиками горизонтальных нагрузок, установленными на подъемном сосуда, движущемся с эксплуатационными скоростью и концевой нагрузкой; определение относительных отклонений по отвесу, измерительной станцией или по уклономеру на участках армировки (пролетах, ярусах) с предельными и недопустимыми нагрузками. Одновременно на тех же участках проверяются заделка расстрелов в крепи, стыки между звеньями, величина износа, оказывающие существенное влияние на работоспособность и устойчивость армировки. Если динамические

Следует еще раз подчеркнуть, что сказанное относится к стволам, находящимся в эксплуатации.

Пространственное положение канатных проводников в шахтном стволе определяется прежде всего положением точек закрепления канатов как относительно осей ствола, так и относительно нулевой площадки. В зависимости от назначения из точек крепления канатов следует выделить точки подвеса, в которых канатные проводники крепятся на копре жестко, и точки фиксации, в которых канаты ограничиваются только от перемещений в горизонтальной плоскости. Точки подвеса канатов расположены, как правило, на одном горизонте, называемом горизонтом подвеса, а точки фиксации — соответственно на горизонте фиксации. Горизонт подвеса представляет собой горизонтальную плоскость, в которой лежат опорные поверхности прицепных устройств или домкратов, а горизонт фиксации — плоскость, в которой расположены центры направляющих втулок натяжной рамы (рис. 3.4).

Рис. 3.4. Геометрические элементы и параметры канатной армировки:

1 — горизонт подвеса; 2 и 4 — оси вспомогательных проводников; 3 — ось направляющего устройства; 5 — горизонт фиксации; 6 — ось прицепного устройства



41

Канатные проводники подъемного отделения образуют отдельную систему канатов, тесно связанных между собой определенными параметрами. Основным геометрическим элементом системы направляющих канатов является продольная ось системы канатов, которая представляет собой прямую, соединяющую среднюю точку подвеса и среднюю точку фиксации. Средняя точка подвеса Q_1' и средняя точка фиксации O_1''' — центры расположения соответственно точек подвеса I'', II'', III'', IV'' и точек фиксации $I''', II''', III''', IV'''$ канатных проводников подъемного отделения (рис. 3.5).

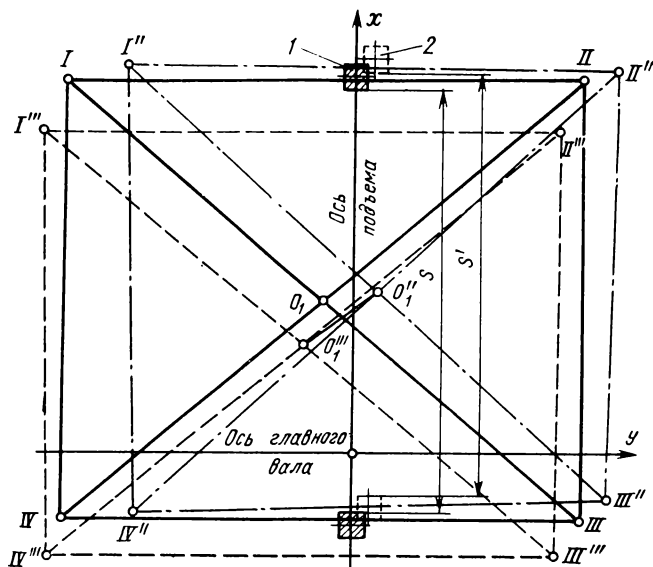


Рис. 3.5. Положение элементов канатной армировки относительно осей многоканатной подъемной машины:

1 и 2 — проектное и фактическое положения вспомогательного проводника; I, II, III, IV — проектные точки закрепления канатных проводников; O_1 — проектное положение средней точки подвеса канатных проводников

Из геометрических элементов другого оборудования канатной армировки следует выделить продольные оси прицепных, направляющих и натяжных устройств в силу их вертикального рабочего расположения. С этой точки зрения представляют интерес и оси вспомогательных проводников.

Взаимное положение геометрических элементов канатной армировки определяется расстояниями: во-первых, между направляющими канатами; во-вторых, между направляющими устройствами подъемных сосудов; в-третьих, между направляющими канатами и вспомогательными проводниками, а также между горизонтами подвеса и фиксирования. Расстояние между осями направляющих

канатов и расстояние между осями направляющих устройств, являющееся важным параметром армировки, называют колеями. Следует различать колеи канатных проводников на горизонте подвеса S'' и горизонте фиксации S''' , а также колеи верхних S'_o и нижних S'_n направляющих устройств подъемных сосудов (см. рис. 3.4). Соответственные колеи канатных проводников S'' и S''' и колеи направляющих устройств S'_o и S'_n должны быть равны по величине, а колеи вспомогательных проводников S соответствовать проекту.

Обеспечение проектных расстояний между вспомогательными проводниками и направляющими канатами также имеет большое значение. Для безопасного входа подъемного сосуда в жесткие направляющие (в районах погрузки-разгрузки) без толчков и колебаний должна быть выполнена точная установка направляющих относительно канатных проводников.

Расстояние между точками подвеса и фиксирования называется длиной канатного проводника L . К соблюдению этого параметра не предъявляются строгие требования, и он легко обеспечивается маркшейдером.

Требования к соотношению и положению геометрических элементов сводятся к следующему: точки подвеса направляющих и отбойных канатов должны быть расположены на проектных расстояниях от осей ствола; оси направляющих и отбойных канатов, а также оси вспомогательных проводников должны быть вертикальны; колеи направляющих устройств подъемных сосудов и соответственные колеи канатных проводников должны быть одинаковы по величине и равны проектным значениям; оси прицепных, направляющих и натяжных устройств должны быть вертикальны; расстояния между осями вспомогательных проводников и осями соответственных направляющих канатов должны соответствовать проектным; длина канатных и длина вспомогательных проводников должна быть равна проектной. Такое соотношение геометрических элементов не удастся обеспечить в период монтажа канатной армировки. В результате неизбежных погрешностей измерений при производстве разбивочных работ и монтаже оборудования геометрические элементы получают смещения от проектного положения, изменяются геометрические параметры.

Возникающие смещения геометрических элементов и отклонение параметров являются одной из основных причин повышенного износа оборудования канатной армировки, вызывают вынужденные колебания подъемных сосудов при их движении. Смещение точек подвеса канатных проводников является причиной отклонения от вертикали головных подъемных канатов, в результате которого происходит односторонний износ направляющих устройств и направляющих канатов преимущественно верхнего участка армировки. В результате отклонений как колеи направляющих устройств, так и колеи канатных проводников наблюдается взаимное механическое воздействие друг на друга направляющих устройств

подъемных сосудов и канатов на всем протяжении движения подъемного сосуда. Степень этого воздействия, а следовательно, и степень износа оборудования, увеличивается при приближении сосуда к горизонтам закрепления канатных проводников. Особенно опасной с точки зрения износа оборудования является большая разница между соответственными колеями верхних и нижних направляющих устройств подъемного сосуда, так как из-за небольшой базы между ними сильное сопротивление движению сосуда наблюдается по всей длине канатных проводников.

Небольшие отклонения направляющих канатов от вертикального положения не окажут существенного отрицательного воздействия на работу шахтного подъема. Величина отклонения от вертикали определяется в данном случае условиями соблюдения безопасных зазоров между подъемными сосудами и стенкой ствола.

Отклонение расстояний между вспомогательными проводниками и направляющими канатами от проектных значений вызывает (кроме повышенного износа оборудования) резкие толчки и колебания подъемного сосуда при входе (выходе) в жесткие направляющие, а также может создавать аварийные ситуации.

Допускаемые отклонения при монтаже канатной армировки нормативными документами не установлены. На основании исследований, выполненных в производственных условиях ВНИИ и МакНИИ, рекомендуется руководствоваться следующим: смещение точек подвеса направляющих канатов относительно осей подъемной машины или осей подшкивной площадки 30 мм; отклонение колеи на сосудах и колеи канатных проводников от проекта ± 10 мм; разность между соответственными колеями верхних и нижних направляющих устройств сосуда 10 мм; относительное отклонение от вертикали оси системы направляющих канатов, 1 : 20000; отклонение расстояний между осями вспомогательного проводника и близлежащих канатных проводников в плоскостях, параллельной и перпендикулярной к оси расстрелов, от проектных ± 20 мм.

4. ПРИБОРЫ, УСТРОЙСТВА И АППАРАТУРА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ

4.1. Приборы для решения задачи проектирования, указания вертикальных направлений и передачи координат в стволах и копрах

При монтаже шахтного подъемного комплекса большой объем маркшейдерских работ приходится выполнять в глубоких шахтных стволах и на горизонтах башенных или укосных копров. Маркшейдерские измерения производят, как правило, в сложных условиях, которые характеризуются повышенным водопритокom, большими скоростями воздушной струи, туманными образованиями в стволах и наличием сильных вибраций у надшахтных сооружений. По этой причине в настоящее время основными приборами и устройствами для задания и контроля вертикальных направлений и передачи координат остаются пока шахтные отвесы. Для этой цели применяются также новые маркшейдерские приборы — проекциометры и оптические приборы вертикального визирования. Существующие лазерные указатели направления в связи с неблагоприятными внешними условиями работы (туманные пробки, капеж, вибрации) не нашли практического применения при маркшейдерских измерениях в шахтных стволах.

Шахтные отвесы

С помощью отвесов при монтаже и маркшейдерской проверке шахтного подъемного комплекса могут быть решены такие задачи: центрирование и ориентирование яруса расстрелов или специального монтажного кондуктора, позволяющего осуществлять с большой точностью взаимную установку расстрелов в ярусе; передача координат в зумповую часть ствола для установки направляющих устройств, фиксирующих канатные проводники в вертикальном положении; исполнительная профильная съемка проводников жесткой армировки; контроль за плановым положением скользящей опалубки при возведении башенных копров.

Для центрирования и ориентирования яруса расстрелов применяют подвижные и несвободные армировочные отвесы. Грузы подвижных отвесов опускают вслед за армировочным полком с лебедок, установленных на поверхности. Подвижные отвесы могут быть использованы также и для контроля вертикальности возведения башенных копров в скользящей опалубке. Несвободные отвесы (вертикально закрепленные проволоки) опускают с поверхности на полную глубину ствола и после наблюдения за их колебанием закрепляют в среднем положении.

Подвижные отвесы применяют при последовательной, совмещенной и параллельной (сверху вниз) схемах армирования, а также

при армировании одновременно с проходкой. При совместной установке проводников и расстрелов снизу вверх (параллельная схема) и при армировании блоками могут быть применены только несводные отвесы. Последние рекомендуется использовать и при других схемах армирования, но для этого необходимо, чтобы армировочные полки были снабжены распорными домкратами, исключающими возможность вращения полка, и проемами для пропуска нити отвесов.

Отвесы для передачи координат в зумповую часть ствола опускают с перекрытия копра, предназначенного для закрепления канатных проводников (горизонт подвеса), или с поверхности до натяжной рамы (горизонт фиксирования канатных проводников).

Отвесы, предназначенные для проведения исполнительной профильной съемки, опускают вблизи проводников на всю глубину ствола и после наблюдения за их колебанием закрепляют в среднем положении.

В комплект оборудования шахтных отвесов входят лебедки, тросы (проволока), грузы, направляющие блочки и устройства для решения задачи проектирования, центрирования и ограничения колебаний нити отвеса.

Лебедки

Лебедки для шахтных отвесов применяют ручные, электрические и пневматические. Техническая характеристика лебедок, рекомендуемых для оснащения отвесов, приведена в табл. 4.1.

Т а б л и ц а 4.1

Тип лебедки	Тяговое усилие, Н	Скорость движения каната, м/с	Канатоемкость барабана (м) при диаметре троса (проволоки)			Масса лебедки, кг	Примечание
			2 мм	3 мм	4 мм		
Э л е к т р и ч е с к и е л е б е д к и							
ШВ-320×0,35Э	3 200	0,35	960	410	240	50	ГОСТ 5259—68
ШВ-630×0,70Э	6 300	0,7	6100	2600	1500	420	ГОСТ 5259—68
П н е в м а т и ч е с к и е л е б е д к и							
ШВ-630×0,35П	6 300	0,35	2500	1070	630	150	ГОСТ 5259—68
ШВ-630×0,70П	6 300	0,7	6100	2600	1500	380	ГОСТ 5259—68
ЛППГ	15 000	0,24	3000	1700	1000	500	
Р у ч н ы е л е б е д к и							
ЛР-1,25	12 500		2750	1250	750	180	ГОСТ 7014—74
ПН-4	5 000		3700	1700	1000	60	Изготовитель ВНИИМ

Из обозначений лебедок в соответствии с ГОСТом можно понять их назначение и основные параметры, например: ШВ-320 × 0,35Э — лебедка шахтная вспомогательная с тяговым усилием 3200 Н, скоростью движения каната 0,35 м/с, с электрическим Э или пневматическим двигателем П.

Ручная лебедка ПН-4 (рис. 4.1), разработанная ВНИМИ, предназначена специально для маркшейдерских целей. Лебедка ПН-4 состоит из основания в виде салазок, съемного барабана и червячно-цилиндрического редуктора, имеющего два передаточных меха-

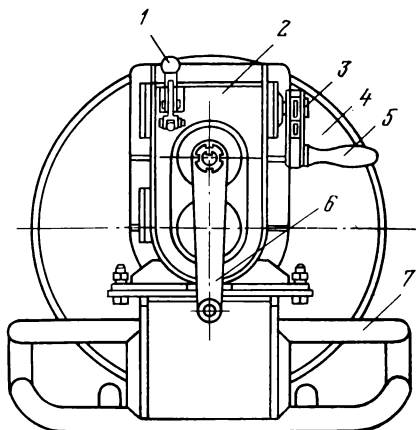


Рис. 4.1. Лебедка ПН-4:

1 — переключатель; 2 — редуктор; 3 — ось червячной передачи; 4 — съемный барабан; 5 — ручка червячной передачи 1 : 70; 6 — ручка передачи 1 : 2; 7 — салазки

низма (1 : 2 и 1 : 70). Лебедка снабжена инерционным тормозом. Вращение барабана лебедки через червячный редуктор (1 : 70) может производиться ручкой, храповым ключом и электродвигателем шахтного ручного электросверла. В комплект лебедки входят дополнительно два съемных барабана.

Тросы и проволоки

Тросы (канаты) для шахтных отвесов желательно применять нераскручивающейся свивки, из проволоки высшей марки В с покрытием, рассчитанным на средние или жесткие условия работы. Проволоку для отвесов выбирают стальную углеродистую пружинную (I, II и III класса) или стальную канатную, оцинкованную для средних и жестких условий работы (марок В и I).

Для подвижных отвесов трос или проволоку выбирают с учетом динамических нагрузок по расчетному усилию с пятикратным запасом прочности относительно суммарной массы груза и троса, обеспечивающим безопасное ведение работ на монтажном полке. Тросы (проволоки) для несвободных армировочных отвесов, отвесов для профильной съемки и для передачи координат выбирают с однократным запасом прочности, что позволяет исключить остаточную деформацию нити отвеса после сматывания ее с барабана лебедки.

При выборе нити отвеса как для подвижных, так и для несвободных армировочных отвесов, предпочтение следует отдавать тросам с органическим сердечником. Такие тросы характеризуются небольшой жесткостью и высокими эксплуатационными качествами, сохраняющимися в течение всего периода использования их

в шахтном стволе. Целесообразный диаметр нити отвеса, опускаемого в ствол,— 2—8 мм, а отвесов, используемых на поверхности, например при возведении башенных копров и армировании их стволовой части,— 0,8—2 мм.

Грузы и крепежные устройства

Грузы для отвесов могут быть монолитные или составные. Монолитный груз массой 100 кг (рис. 4.2) применяют для подвижных армировочных отвесов, а составные грузы (рис. 4.3) для несвободных армировочных отвесов, отвесов для профильной съемки и передачи координат. Составные грузы с одностоечной или двустоечной штангой массой 110 кг наиболее удобны и универсальны. Для увеличения массы груза (более 110 кг) наращивают штангу составного груза и насаживают дополнительные диски.

Трос (проволоку) присоединяют к грузу с помощью коуша (рис. 4.4). Для закрепления троса диаметром менее 3 мм рекомендуется барашковый зажим (рис. 4.5) из расчета один зажим на 50 кг груза. Для тросов большего диаметра применяют зажимы с планкой (один зажим на 30 кг груза) (рис. 4.6) или клиновидного типа.

Наряду с указанными типами грузов для армировочных отвесов рекомендуются грузы с подъемным устройством, позволяющим регулировать длину троса (проволоки). Груз с подъемным механизмом внутри корпуса снабжен барабаном, канатоемкость которого при диаметре троса 2 и 3 мм соответственно составляет 200 и 100 м (рис. 4.7). Масса груза путем замены его головки может изменяться от 30 до 100 кг. Опускание груза и регулирование его по высоте производятся вращением рукоятки. При значительной глубине груз опускают с помощью лебедки, на которой размещен запас троса на всю глубину ствола.

Канатоемкость барабанного груза (рис. 4.8) при диаметре троса 2 и 3 мм соответственно составляет 100 и 50 м. Масса груза 28 кг. Барабанный груз рекомендуется для отвесов, используемых при контроле положения в плане скользящей опалубки и при армировании стволовой части башенного копра.

Устройства для направления центрирования, ограничения колебаний отвеса и решения задачи проектирования

Для направления троса с лебедок в ствол применяют блоки (рис. 4.9), закрепляемые на нулевой раме или на конструкции копра. Точки схода троса в ствол фиксируют центрировочными пластинами, которые закрепляют или под направляющим блоком (отвесы для передачи координат), или на контрольном ярусе (армировочные и профилировочные отвесы).

Для уменьшения колебаний подвижных армировочных отвесов применяют ограничители, которые закрепляют на расстрелах через 70—80 м по глубине. Ограничитель представляет собой пла-

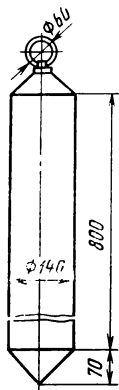


Рис. 4.2. Монолитный груз

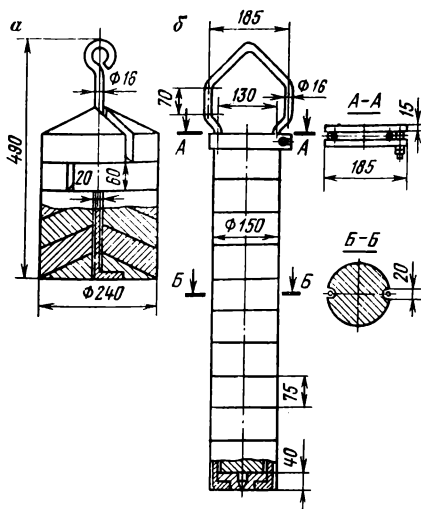


Рис. 4.3. Составной груз:
а — с одностоечной штангой; б — с двустоечной штангой

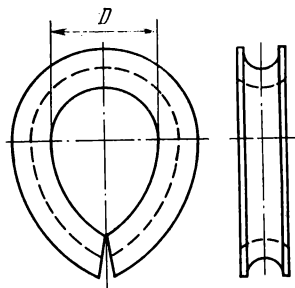


Рис. 4.4. Коуш

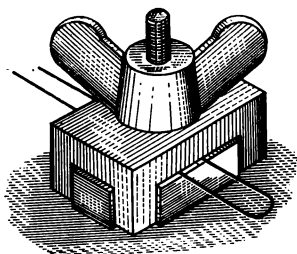


Рис. 4.5. Барашковый зажим

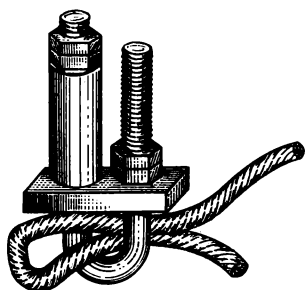
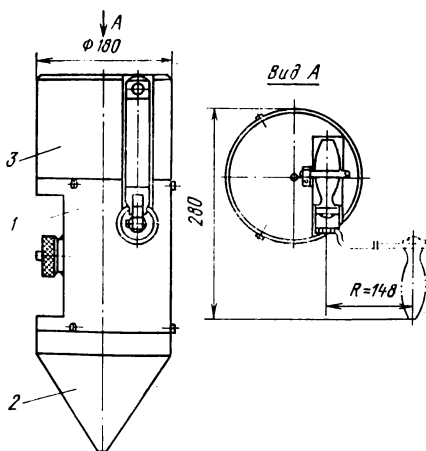


Рис. 4.6. Зажим с планкой

Рис. 4.7. Груз с подъемным механизмом в корпусе:

1 — корпус; 2 — коническая головка; 3 — крышка



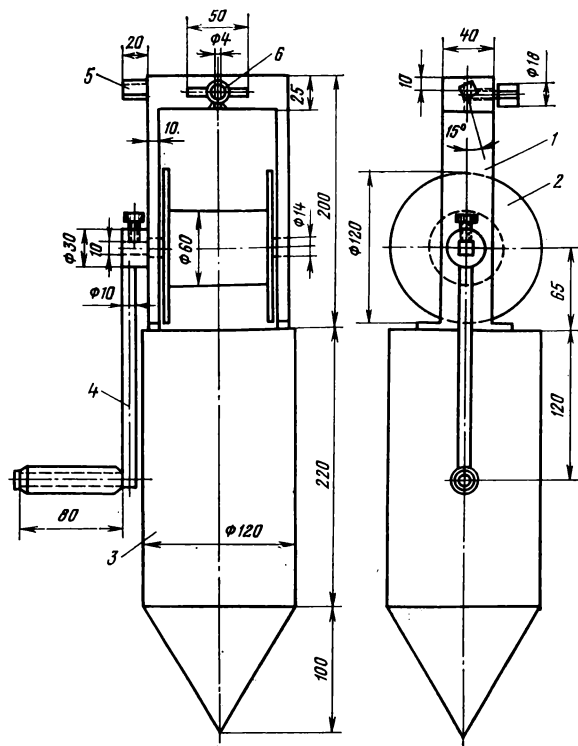


Рис. 4.8. Барабанный груз:

- 1 — П-образный стояк;
- 2 — барабан; 3 — груз;
- 4 — съемная рукоятка;
- 5 — квадрат;
- 6 — зажимной винт

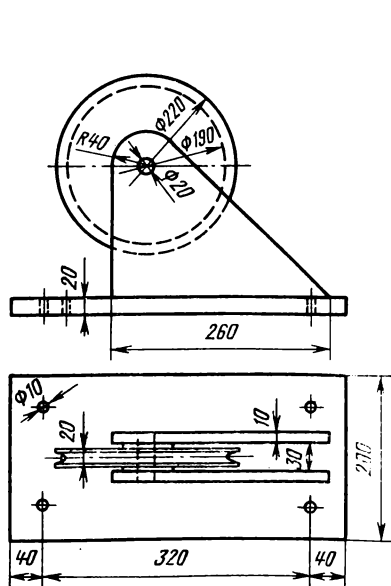


Рис. 4.9. Направляющий блок

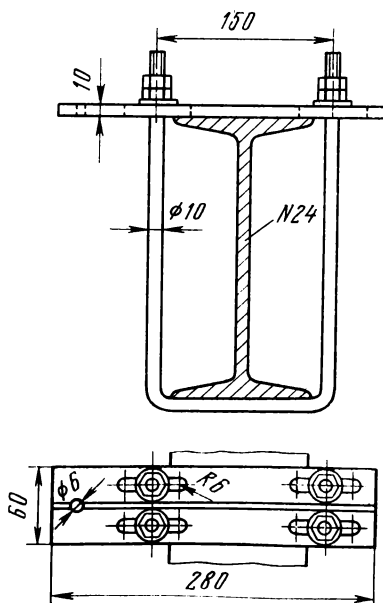


Рис. 4.10. Ограничитель колебаний

стину, закрепляемую на расстреле с помощью хомута (рис. 4.10). Для фиксирования троса в пластине имеется отверстие. Введение троса в отверстие производят по прорези, перекрываемой затем другой пластиной.

Определение положения покоя отвесов для профильной съемки, несвободных отвесов при монтаже армировки, а также отвесов, предназначенных для передачи координат, может быть выполнено с помощью проектировочной тарелочки (рис. 4.11). Наблюдения за качанием отвеса производят в двух взаимоперпендикулярных направлениях с помощью глазных фиксаторов 2 по миллиметровым шкалам 1.

Для периодического определения положения покоя отвеса, перемещающегося вместе со скользящей опалубкой в процессе возведения башенного копра, наиболее удобно использовать уголко-вый координатометр (рис. 4.12). Рабочие грани стальных уголков 2 координатометра располагают параллельно осям ствола (стенам башни). Уголки рекомендуется прикреплять к стенам копра или бетонному полу на уровне 1—1,5 м от нулевой площадки.

Оптические приборы вертикального визирования

Приборы вертикального визирования типа *PZL*, Зенит-ОЦП, ПОВП и другие аналогичные приборы могут быть использованы, когда позволяют внешние условия, как для решения задачи проектирования, так и для указания и контроля вертикальных направлений.

Автоматический прецезионный зенит-прибор *PZL* (рис. 4.13), изготавливаемый народным предприятием «Карл Цейсс» (г. Иена) в ГДР, получил наиболее широкое распространение в маркшейдерской практике. Прибор предназначен для вертикального проектирования точки снизу вверх и может быть использован для контроля вертикальности возведения башенных копров, вынесения осей ствола на монтажные горизонты надшахтных зданий и сооружений, проведения профильных съемок, а также для передачи плановых координат через вертикальные горные выработки.

Техническая характеристика зенит-прибора

Увеличение зрительной трубы	31,5*
Диаметр наблюдаемого участка на расстоянии 100 м	2,3 м
Наименьшее расстояние визирования	2,2 м
Цена деления уровней:	
круглого	8'
цилиндрического	30"
Цена деления горизонтального круга	10'
Предел работы компенсатора	±10'
Средняя погрешность проектирования точки на 100 м по вертикали	±1 мм
Масса инструмента без ящика	3,8 кг

Зенит-прибор имеет маятниковый плоский компенсатор, колеблющийся в направлении окуляра, вследствие чего прибором не-

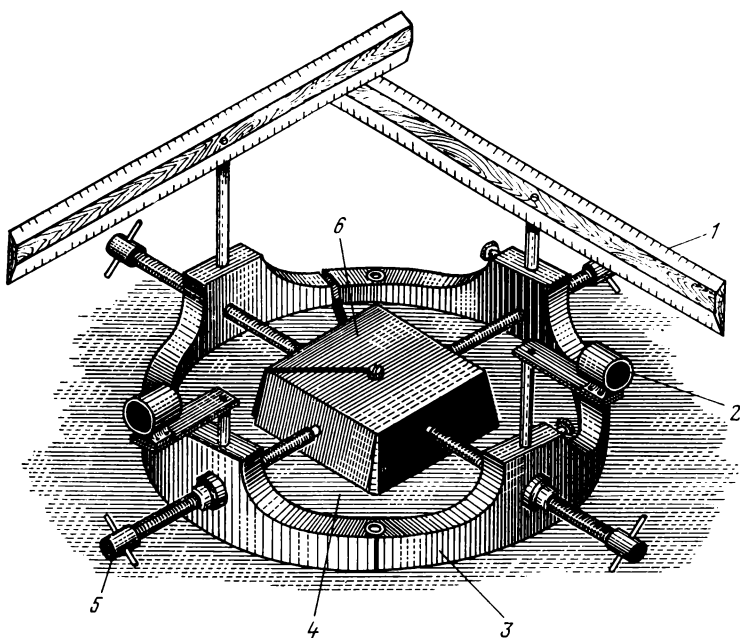


Рис. 4.11. Гусеничная тарелочка:
 1 — шкала; 2 — фиксатор для глаз; 3 — корпус; 4 — съемный донный диск; 5 — винт; 6 — пирамида

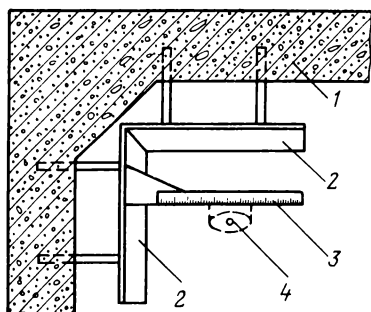


Рис. 4.12. Угловой координатметр:
 1 — стена башенного копра; 2 — стальной уголок (40×40 мм); 3 — ординатметр; 4 — нить отвеса

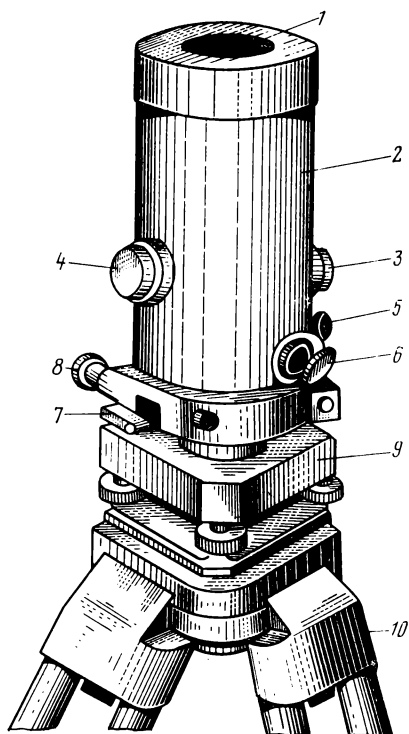


Рис. 4.13. Зенит-прибор PZL:
 1 — защитное стекло; 2 — корпус; 3 — окуляр зрительной трубы; 4 — фокусирующий винт; 5 — микроскоп-оценщик; 6 — подвижное зеркальце; 7 — зажимной винт; 8 — наводящий винт; 9 — подъемный аппарат; 10 — штатив

посредственно можно определить лишь вертикальную плоскость, перпендикулярную к плоскости колебания маятника. Вертикальная же линия образуется как след от пересечения двух взаимоперпендикулярных вертикальных плоскостей, получаемых из двух наведений горизонтальной нитью окуляра на визирную марку.

Рекомендуемая ВНИМИ разграфка шкал визирных марок приведена на рис. 4.14. Визирные марки могут быть изготовлены путем вычерчивания шкал на чертежной бумаге или оргстекле тушью «Колибри», а также нанесением шкал фотопутем на пленку.

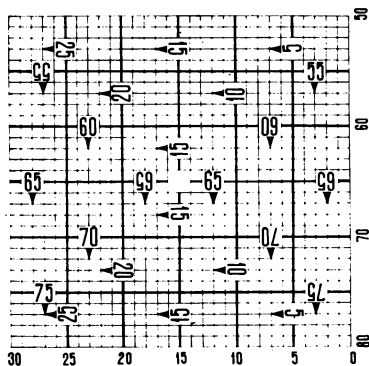


Рис. 4.14. Визирная марка:
5, 10, 15, 20, 25 — оцифровка малой шкалы марки; 55, 60, 65, 70, 75 — оцифровка большой шкалы марок;

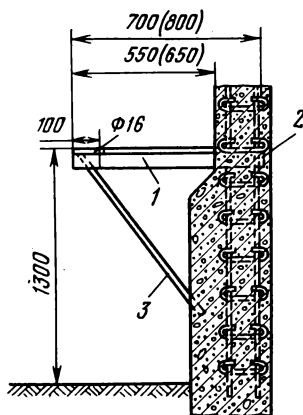


Рис. 4.15. Консольный пункт:
1 — стальной уголок (70 × 70 мм); 2 — стена башенного копра; 3 — упор

Центрирование зенит-прибора производится с помощью оптического отвеса, вмонтированного в подъемный аппарат, или переносного лотаппарата. Для выполнения многократных измерений с одной точки (например, при контроле вертикальности возведения башенного копра) рекомендуется закладывать стенные консольные пункты (рис. 4.15), обеспечивающие автоматическое центрирование прибора. Во время измерений допускается сход пузырька цилиндрического уровня до 1,5 делений.

При проверке зенит-прибора особое внимание следует обратить на работу компенсатора и юстировку оптического отвеса.

Для проверки предельных углов работы компенсатора прибор устанавливают под маркой, закрепленной на высоте 4—100 м. Располагают цилиндрический уровень прибора параллельно двум подъемным винтам и фиксируют положение третьего винта в плане относительно корпуса трегера. Далее, плавно вращая этот винт по часовой стрелке, следят за отсчетом по марке. При начавшемся изменении отсчета снова фиксируют положение подъемного винта. По величине поворота винта и определяют предельный угол работы

компенсатора, учитывая, что при полном обороте подъемного винта основная ось вращения инструмента отклоняется на $29'$. Затем винт вращают против часовой стрелки и определяют предельный угол работы компенсатора в противоположном направлении.

Проверка оптического отвеса может быть выполнена следующим образом. Корпус зенит-прибора осторожно (с применением прокла-

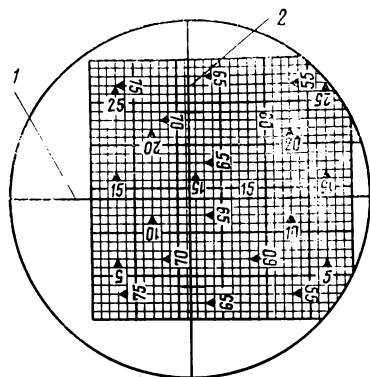
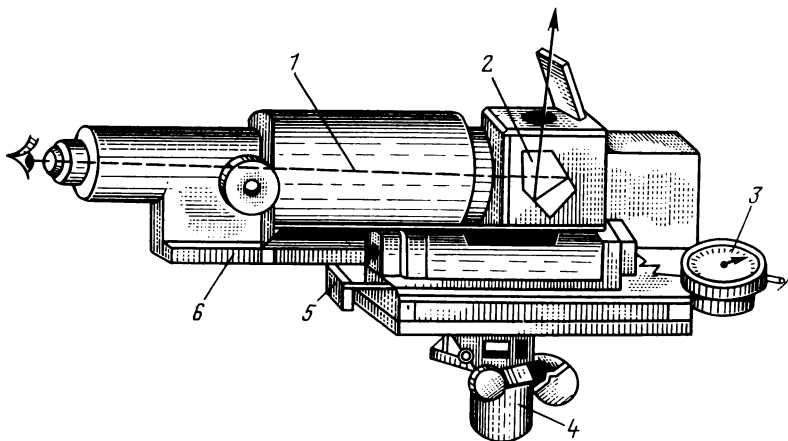


Рис. 4.16. Пример отсчитывания по визирной марке (отсчет по малой шкале марки равен 13,9 мм):

1 — видимая горизонтальная нить; 2 — вертикальная нить

Рис. 4.17. Оптический прибор зенит-ОЦП:

1 — зрительная труба; 2 — пентапризма; 3 — индикатор часового типа; 4 — цилиндрическая ось; 5 — микрометрический винт; 6 — основание



док) закрепляют в тисках так, чтобы можно было визирную ось оптического отвеса направить на стену, удаленную от прибора на 1,5—5 м. На стене закрепляют лист бумаги и отмечают на нем положение визирной оси оптического отвеса при трех положениях трегера, отличающихся друг от друга на 120° . Если стороны получившегося треугольника превышают 1 мм в пересчете на расстояние 1,5 м, то визирную ось отвеса с помощью юстирных винтов сетки нитей выводят на центр треугольника.

Методика производства вертикального проектирования точки зенит-прибором с использованием марки, выполненной в виде сетки квадратов, состоит в следующем:

устанавливают прибор на консоль (при автоматическом центрировании) или на штатив над исходным пунктом и приводят цилиндрический и круглый уровни на середину;

вращают зрительную трубу зенит-прибора вокруг вертикальной оси до тех пор, пока видимая горизонтальная нить (нить без дальномерных штрихов) не расположится параллельно одной из координатных осей марки; по этой нити на другой (перпендикулярной) оси марки берут отсчет a_1 до десятых долей деления (рис. 4.16);

поворачивают зрительную трубу на 90° и аналогично берут отсчет a_2 ;

последовательно поворачивают трубу на 180° и 270° от начального направления и берут отсчеты a_3 и a_4 по взаимноперпендикулярным осям марки; отсчеты по одноименным осям марки не должны расходиться более чем на 2—3 мм;

получают средние отсчеты $a = \frac{a_1 + a_2}{2}$ и $b = \frac{b_1 + b_2}{2}$, соответствующие положению вертикальной проекции точки, над которой установлен прибор.

О п т и ч е с к и е п р и б о р ы зенит-ОЦП и ПОВП (рис. 4.17) предназначены для вертикального проектирования и измерения смещения точек от вертикали. Они могут быть использованы в тех же целях, что и приборы *PZZ*. В приборах зенит ОЦП и ПОВП используется зрительная труба от нивелира НСМ-2А с самоустанавливающей линией визирования. Переход от горизонтальной линии визирования к вертикальной осуществляется с помощью пентапризмы. Микрометрическое перемещение вертикальной оси учитывается индикатором часового типа. В приборе ПОВП пентапризма имеет поворот на 180° для направления визирного луча вниз и вверх по вертикали. Погрешность передачи положения точек составляет $\pm (0,5—1)$ мм на 100 м высоты.

Проектиометры

П р о е к ц и о м е т р ы — это новые маркшейдерские приборы, предназначенные для задания и контроля вертикальных направлений. С этой целью с помощью проектиометра определяют величину и азимут горизонтальной проекции крутонаклонной линии, соединяющей исходную и искомую точки.

Основными принципиальными узлами прибора являются: гибкая нить (трос или проволока), которую натягивают концевым грузом между указанными выше точками; съемный прецизионный датчик для определения отклонения нити от вертикали; поворотное устройство, предназначенное для закручивания нити вместе с закрепленным на ней датчиком, и мерный ролик для определения расстояния между верхней и нижней точками фиксирования нити.

ВНИИ разработаны и выпускаются проектиометры типа ПМ4, ПМ5 и ПМ6. Проектиометры типа ПМ5 и ПМ4 изготавливаются применительно к контролю вертикальности бурения шахтных ство-

лов и скважин большого диаметра. Однако эти приборы могут быть использованы: для передачи координат в вертикальные горные выработки; взамен несвободных армировочных отвесов; взамен

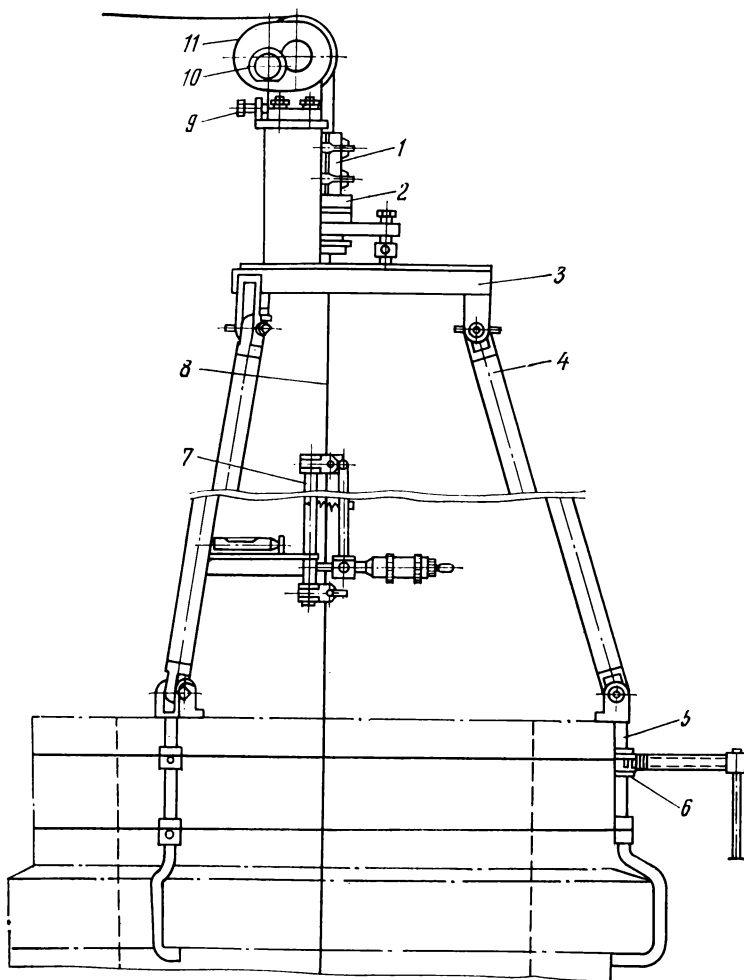


Рис. 4.18. Проекциометр ПМ5:

1 — барашковый зажим; 2 — поворотное устройство; 3, 4, 5 — оголовки, нога и захват треноги; 6 — тросовая затяжка; 7 — микрометрический уровень; 8 — трос; 9, 10, 11 — регулировочный винт, счетчик и ролик мерного устройства

отвесов при контроле вертикальности возведения башенных копров в скользящей опалубке и вынесении осей на монтажные горизонты надшахтных зданий и сооружений.

Проекциометр ПМ6 предназначен для передачи координат в вертикальные горные выработки. При этом в качестве гибкой нити используют канаты подъемно-транспортного оборудования, разме-

щенного в стволе (проводники гибкой армировки, подъемные или хвостовые канаты и т. п.).

Устройство проекциометров и принцип измерения. Проекциометр ПМ5 (рис. 4.18) состоит из следующих основных частей: треноги с поворотным устройством и мерным роликом, микрометрического уровня, барашкового зажима, груза и лебедки (пневматической или электрической) с тросом.

Треногу проекциометра можно устанавливать как на плоскости, так и закреплять на торце отрезка трубы, приваренной, например, к нулевому перекрытию ствола. В первом случае к ногам 4 болтами прикрепляют наконечники, а во втором — захваты 5, которые прижимают к трубе тросовыми затяжками 6. На П-образном стояке, жестко скрепленном с оголовком 3 треноги, расположен мерный ролик для измерения длины троса и направления его в поворотное устройство 2. Поворотное устройство (рис. 4.19) закрепляется на треноге путем ввинчивания подъемных винтов 5 в отверстие оголовка. Ось 7 поворотного устройства после нагружения ее тросом и грузом поворачивается во втулке 6 с помощью воротка, вставляемого в отверстие 8. Микрометрический уровень (рис. 4.20) является датчиком отклонения троса от вертикали. Он закрепляется на тросе зажимами 7 и 13. Приведение пузырька уровня 10 на середину производится вращением микрометрического винта 3.

В комплект проекциометра ПМ4 входят: бобина с тросом и мерным роликом, микрометрический уровень, штатив и натяжной груз. Общий вид проекциометра ПМ4 показан на рис. 4.21, а конструкция микрометрического уровня на рис. 4.22. Проекциометр может устанавливаться как на торце отрезка трубы, так и на плоскости, для чего используют обычный геодезический штатив.

В комплект проекциометра ПМ6 входят датчик вертикали (рис. 4.23), выполненный в виде двух микрометрических уровней, соединенных общим основанием из стального уголка, и устройство для вращения троса.

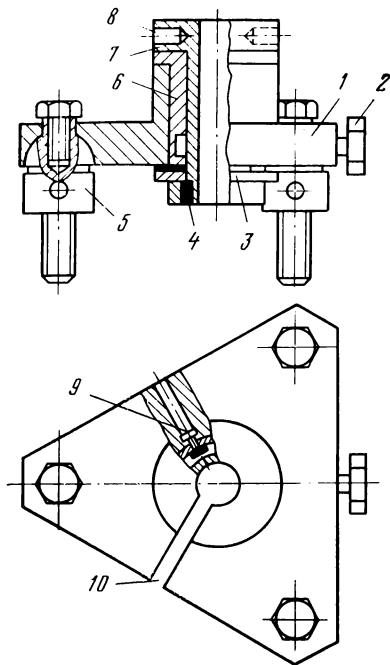


Рис. 4.19. Поворотное устройство проекциометра ПМ5:

1 — корпус подъемного аппарата; 2 — зажимной винт; 3 — хвостовая гайка; 4 — стопорный винт; 5 — подъемный винт; 6 — втулка; 7 — полая ось; 8 — отверстие для воротка; 9 — стопорный винт втулки; 10 — прорезь

Принципиальная схема измерения проекциометрами приведена на рис. 4.24. На схеме участок натянутого троса показан отрезком прямой AB . Центр поворотного устройства соответствует точке A , положение которой известно, а определяемая точка — точке B . Вблизи точки A закреплен основанием EF микрометрический уровень. Вращая нить поворотным устройством так, чтобы подвижная

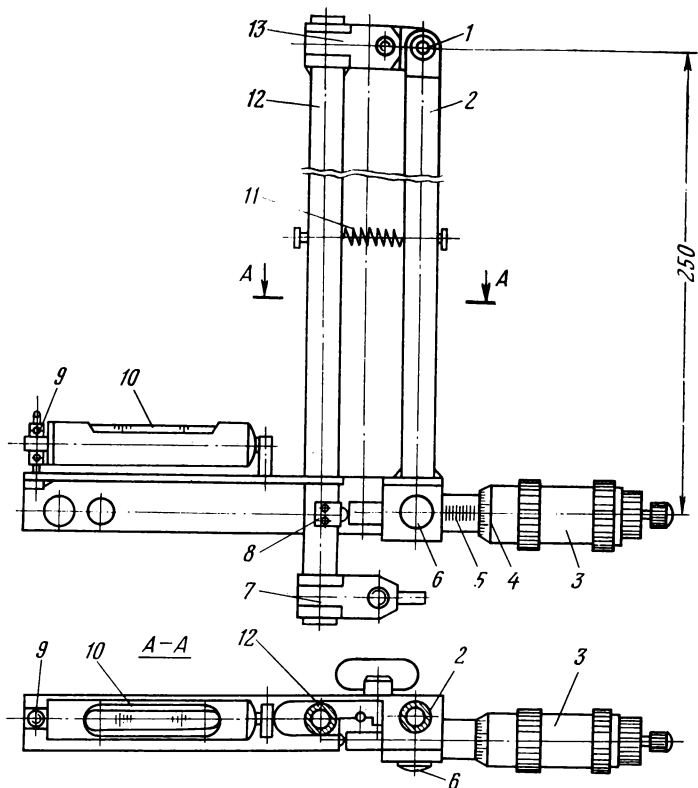


Рис. 4.20. Микрометрический уровень проекциометра ПМ5:

1 — горизонтальная ось вращения подвижной штанги; 2 — подвижная штанга; 3 — микрометрический винт; 4, 5 — поперечная и продольная шкалы; 6 — зажимной винт; 7 — нижний зажим; 8 — шариковый подпятник; 9 — юстировочные винты; 10 — цилиндрический уровень; 11 — пружина; 12 — вертикальная стойка; 13 — верхний зажим

штанга CD микрометрического уровня была направлена, например, в положительную сторону условно выбранной координатной оси X , и действуя микрометрическим винтом, приведем пузырек уровня 4 на середину, что будет соответствовать положению штанги CD и отсчету a_0 на шкалах винта. Поворотным устройством закручиваем нить до тех пор, пока штанга, повернувшись на 180° , не займет положение $C'D'$. При этом, как видно из рисунка, штанга переместится на двойную величину угла отклонения нити от вер-

тикали. Вращением микрометрического винта пузырек уровня вновь приводится на середину, что будет соответствовать положению штанги $C'D'$ и отсчету a_{180} на шкалах винта. Дуга $C'C''$,

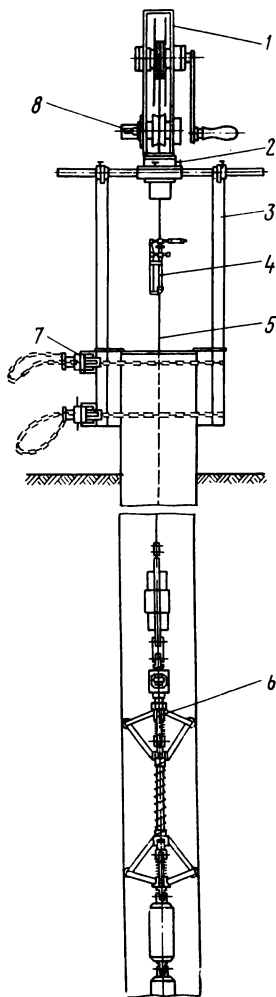
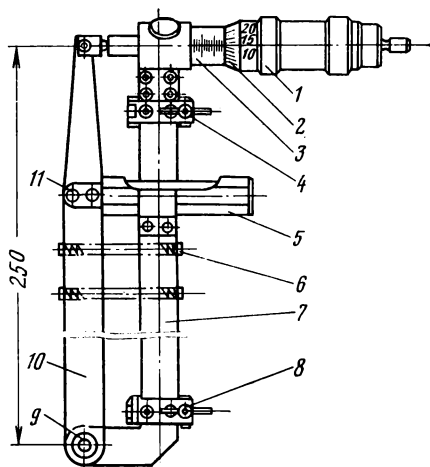


Рис. 4.21. Проекциометр ПМ4:

1 — бобина; 2 — поворотное устройство; 3 — П-образный штатив; 4 — микрометрический уровень; 5 — трос; 6 — груз; 7 — крепежное устройство; 8 — блок-счетчик

Рис. 4.22. Микрометрический уровень проекциометра ПМ4:

1 — микрометрический винт; 2, 3 — поперечная и продольная шкалы; 4 — верхний зажим; 5 — цилиндрический уровень; 6 — пружина; 7 — стойка; 8 — нижний зажим; 9 — ось вращения подвижной штанги; 10 — подвижная штанга; 11 — юстировочный винт



описанная радиусом CD , равным базе b микрометрического уровня, будет равна в угловой мере 2θ , а в линейной — разности

$$a_{180} - a_0 = \Delta a_x.$$

Из фигуры $C'D'C''$ и треугольника ABA' можно найти:

$$\frac{\Delta a_{xp}}{2b} = \frac{\Delta xp}{H}, \quad (4.1)$$

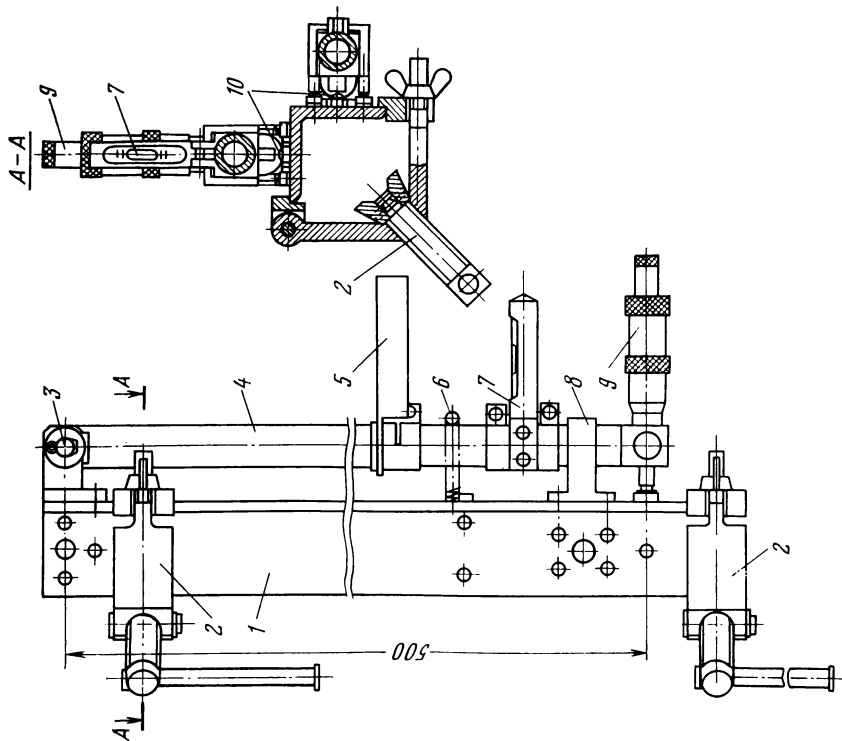


Рис. 4.23. Датчик вертикали проекционного ПМ6 :

1 — основание (уголок 60 × 60 мм); 2 — крепежное устройство; 3 — ось вращения; 4 — подвижная штанга; 5 — защитный козырек; 6 — прижимная пружина; 7 — уровень; 8 — направляющие пластины; 9 — микрометрический винт; 10 — шариковый подшипник

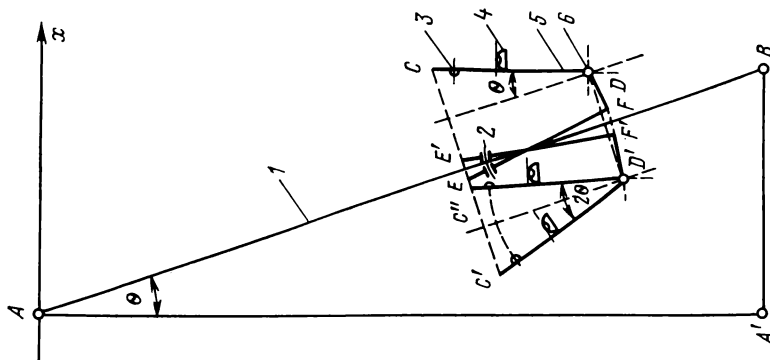


Рис. 4.24. Принципиальная схема измерений проекционным датчиком:

1 — трос; 2 — ось микрометрического винта; 3 — ось подпятника; 4 — цилиндрический уровень; 5 — подвижная штанга; 6 — ось вращения подвижной штанги

где $\rho=1$ радиан; H — расстояние между точками A и A' по вертикали.

Отсюда приращение координат (Δx) между точками A' и B по оси x будет

$$\Delta x = \frac{\Delta a_x H}{2b}. \quad (4.2)$$

Аналогично в перпендикулярном направлении y имеем:

$$\Delta y = \frac{\Delta a_y H}{2b}, \quad (4.3)$$

где Δa_y — разность отсчетов ($a_{270}-a_{90}$) по шкалам винта при установках уровня по направлению оси y .

Величина $A'B$ и направление $D_{A'B}$ горизонтальной проекции троса могут быть найдены графически или аналитически:

$$A'B = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}; \quad (4.4)$$

$$\alpha_{A'B} = \text{Arctg} \frac{\Delta y}{\Delta x}. \quad (4.5)$$

При отклонении троса от вертикали нарушается его прямолинейность. Систематическая погрешность измерений, возникающая из-за провеса троса, исключается путем умножения приращений координат Δx и Δy на поправочный коэффициент K_1 или K_2 в зависимости от места закрепления датчика вертикали (у верхней A или нижней B точек фиксирования троса). Образующая кривая наиболее правильно описывается уравнениями цепной линии. Исходя из этого, коэффициенты K_1 и K_2 могут быть вычислены из выражений:

$$K_1 = \left(\frac{\Phi}{H} + 1 \right) \ln \left(1 + \frac{H}{\Phi} \right); \quad (4.6)$$

$$K_2 = \frac{\Phi}{H} \ln \left(1 + \frac{H}{\Phi} \right), \quad (4.7)$$

где $\Phi = Q/q$; H — расстояние по вертикали между точками A и B . Здесь Q — масса концевого груза проекциометра; q — масса единицы длины троса проекциометра.

Значения коэффициентов K_1 и K_2 приведены в табл. 4.2.

Основные технические данные проекциометров приведены в табл. 4.3.

Последовательность работ при выполнении одного приема измерений проекциометром ПМ5. Один прием измерений проекциометром ПМ5, позволяющий определить приращение координат между верхней и нижней точками фиксирования троса, выполняют в следующем порядке:

Глубина Н, м	$\varphi =$					
	600		700		800	
	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
50	1,04	0,95	1,04	0,96	1,03	0,97
100	1,08	0,9	1,04	0,92	1,06	0,94
300	1,22	0,81	1,19	0,83	1,17	0,85
400	1,28	0,77	1,24	0,79	1,22	0,81
500	1,33	0,73	1,29	0,75	1,26	0,78
600	1,39	0,69	1,34	0,72	1,31	0,75
700	1,44	0,66	1,39	0,69	1,35	0,72
800	1,48	0,64	1,43	0,67	1,39	0,69
900	1,53	0,61	1,47	0,64	1,42	0,67
1000	1,57	0,59	1,51	0,62	1,46	0,65
1100	1,61	0,57	1,54	0,6	1,49	0,63
1200	1,65	0,55	1,58	0,58	1,53	0,61
1300	1,68	0,53	1,62	0,56	1,56	0,59
1400	1,72	0,52	1,65	0,55	1,59	0,58
1500	1,75	0,5	1,68	0,53	1,62	0,56
1800	1,85	0,46	1,77	0,5	1,7	0,52
2000	1,91	0,44	1,82	0,47	1,75	0,5

устанавливают и раскрепляют треногу проекциометра на нулевом перекрытии ствола;

трос проекциометра пропускают через поворотное устройство так, чтобы он плотно прижимался к мерному ролику;

присоединяют к тросу небольшой груз и опускают его в нижнюю часть ствола;

фиксируют нижний конец троса в точке, положение которой должно быть определено относительно точки схода троса с мерного ролика (центра поворотного устройства);

снимают показания со счетчика мерного ролика;

нагружают трос полной концевой нагрузкой;

закрепляют на тросе над поворотным устройством барашковый зажим и, ослабив натяжение участка троса, идущего к лебедке, подвешивают трос с грузом к поворотному устройству;

под треногой (штативом) на тросе закрепляют микрометрический уровень;

вращая трос поворотным устройством, устанавливают микрометрический уровень так, чтобы подвижная штанга его была бы направлена по положительному направлению оси X (за ось X может быть принято направление, параллельное одной из осей ствола);

приводят пузырек уровня на середину вращением микрометрического винта и берут отсчет a_0 по шкалам винта, отсчитывая с точностью до 0,01 мм;

последовательно устанавливая уровень по направлениям + Y,

Т а б л и ц а 4.2

$\frac{Q}{q}$							
q							
900		1000		1100		1200	
K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
1,03	0,92	1,02	0,98	1,02	0,98	1,02	0,98
1,05	0,95	1,05	0,95	1,04	0,96	1,04	0,96
1,15	0,86	1,14	0,87	1,12	0,88	1,12	0,89
1,2	0,83	1,18	0,84	1,16	0,85	1,15	0,86
1,24	0,8	1,22	0,81	1,2	0,82	1,18	0,84
1,28	0,77	1,25	0,78	1,23	0,8	1,22	0,81
1,32	0,74	1,29	0,76	1,27	0,77	1,25	0,79
1,35	0,72	1,32	0,74	1,3	0,75	1,28	0,77
1,39	0,69	1,36	0,71	1,33	0,73	1,31	0,75
1,42	0,67	1,39	0,69	1,36	0,71	1,33	0,73
1,45	0,65	1,42	0,67	1,39	0,69	1,36	0,71
1,48	0,64	1,44	0,66	1,41	0,68	1,39	0,69
1,51	0,62	1,47	0,64	1,44	0,66	1,41	0,68
1,54	0,6	1,5	0,62	1,47	0,64	1,44	0,66
1,57	0,59	1,53	0,61	1,49	0,63	1,46	0,65
1,65	0,55	1,6	0,57	1,56	0,59	1,53	0,61
1,7	0,53	1,65	0,55	1,61	0,57	1,57	0,59

— X , — Y и приводя его пузырек каждый раз на середину, берут отсчеты a_{90} , a_{180} и a_{270} по шкалам винта.

Т а б л и ц а 4.3

Показатель	Тип проекциометра		
	ПМ 4	ПМ5	ПМ6
Предельная глубина измерений, м	600	1000	1000
Диаметр троса, мм	1,5	3,2	20—50
Допустимое отклонение троса от вертикали при предельной глубине, . . .	10	5	5
Цена деления счетчика мерного ролика, м	0,1	0,1	—
Оптимальная масса концевой груза, кг	10—20	40—80	—
Средняя квадратическая погрешность измерения одним приемом на конечной глубине, мм	25	50	50

Примечание. Для приведенных типов проекциометров цена деления цилиндрического уровня равна $10''$, а шкалы микрометрического винта — 0,01 мм.

Приращение координат между верхней и нижней точками фиксирования троса вычисляют по формулам:

$$\Delta x = 2HK_1(a_{180} - a_0); \quad (4.8)$$

$$\Delta y = 2HK_1(a_{270} - a_{90}),$$

где H — глубина, м; a_{0-270} — отсчеты, мм.

Последовательность работ при выполнении одного приема измерений проекциометром ПМ4. Работы выполняют в следующей последовательности:

устанавливают П-образный штатив проекциометра на торец отрезка трубы и закрепляют его на трубе с помощью цепного натяжного устройства;

присоединяют к концу троса, пропущенному через направляющий ролик и полую ось поворотного устройства, концевой груз и опускают его в нижнюю часть шахтного ствола;

фиксируют нижний конец троса в искомой точке;

закрепляют на тросе под поворотным устройством микрометрический уровень, освобождают зажимной винт поворотного устройства и выполняют прием измерений в последовательности, разработанной выше для проекциометра типа ПМ5 (при этом закручивание троса осуществляется путем вращения бобины в подшипнике скольжения поворотного устройства).

Приращение координат между верхней (центр поворотного устройства) и нижней точкой фиксирования троса вычисляют по аналогичным формулам, что и для проекциометра типа ПМ5.

Последовательность работ при выполнении одного приема измерений проекциометром ПМ6. Работы выполняют в следующей последовательности:

закрепляют датчик вертикали на одном из имеющихся в стволе канатов (подъемном или проводниковом);

закручивают канат специальным ключом или поворотным устройством вокруг своей оси, последовательно устанавливая оси первого и второго уровня (уровнем вперед) по направлениям координатных осей $(+x, +y, -x, -y)$;

выводят пузырьки уровня на середину при установке их осей по каждому направлению и берут по шкалам микрометра датчика вертикали 4 отсчета $a_0^1, a_{90}^1, a_{180}^1, a_{270}^1$ по первому микрометрическому уровню и 4 отсчета $a_0^2, a_{90}^2, a_{180}^2, a_{270}^2$ по второму.

Приращение координат между верхней и нижней точками фиксации каната находят по формулам:

при измерениях на нулевой площадке

$$\begin{aligned}\Delta x &= HK_1 (a_0^{1,2} - a_{180}^{1,2}); \\ \Delta y &= HK_1 (a_{90}^{1,2} - a_{270}^{1,2});\end{aligned}\tag{4.9}$$

при измерениях в зумпфовой части ствола

$$\begin{aligned}\Delta x &= HK_2 (a_0^{1,2} - a_{180}^{1,2}); \\ \Delta y &= HK_2 (a_{90}^{1,2} - a_{270}^{1,2}).\end{aligned}\tag{4.10}$$

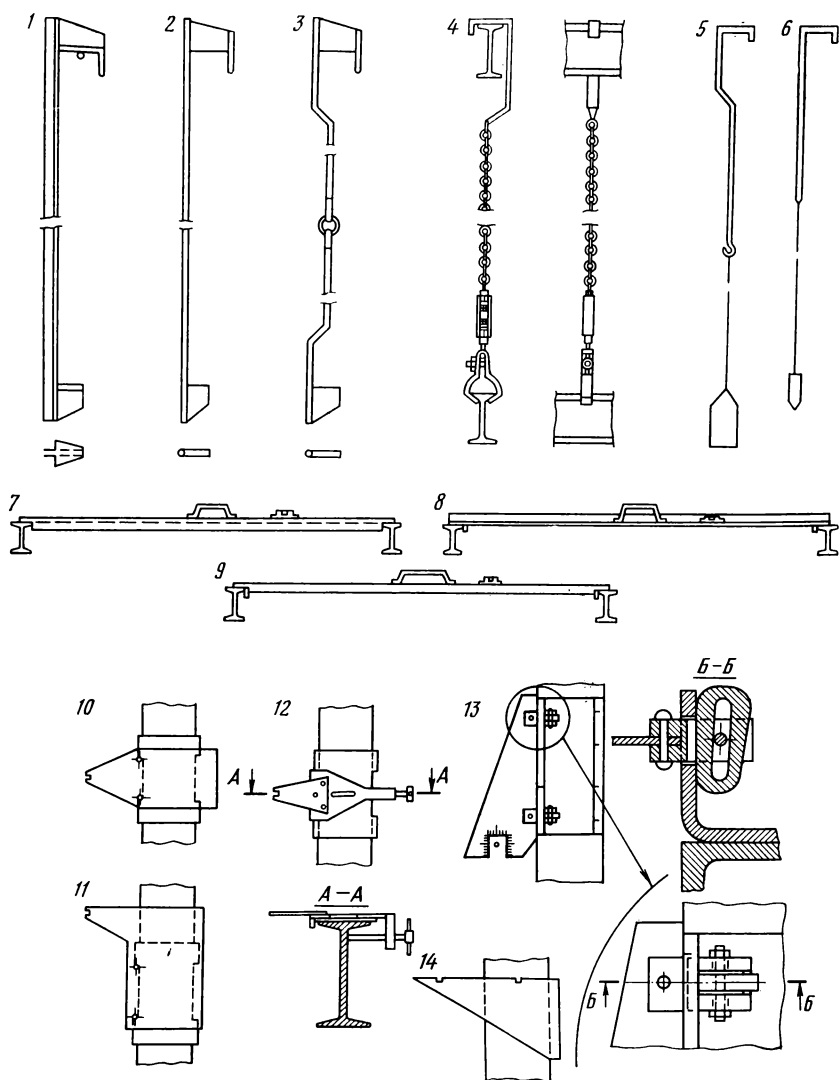


Рис. 4.25. Армировочные шаблоны:

1, 2, 3, 4 — шаблоны для установки расстрелов по высоте; 5, 6 — вертикальные шаблоны для разбивки лунок; 7, 8, 9 — шаблоны для взаимной установки расстрелов в ярусе; 10, 11, 12, 13, 14 — шаблоны для установки расстрелов относительно отвеса

4.2. Устройства для монтажа жестких армировок

Армировочные шаблоны

Соблюдение геометрической схемы расположения расстрелов в ярусе и установленного шага армировки достигается с помощью армировочных шаблонов (рис. 4.25). Маркшейдер до начала армирования составляет чертежи шаблонов, проверяет точность их изготовления и осуществляет периодический контроль за их состоянием в процессе армирования шахтного ствола. Размеры рабочей

части шаблонов не должны отличаться от проектных более чем на ± 1 мм.

По назначению все армировочные шаблоны можно разделить на 5 групп:

шаблоны для разметки длин расстрелов и мест расположения лежек или монтажных отверстий;

шаблоны для взаимной установки расстрелов по высоте (дистанционные шаблоны);

шаблоны для разбивки лунок под расстрелы;

шаблоны для взаимной установки расстрелов в ярусе (горизонтальные шаблоны);

шаблоны для установки расстрелов относительно отвесов.

Для приварки лежек к расстрелам может быть применен шаблон, показанный на рис. 4.26. Шаблон состоит из двутавровой балки 4 того же профиля, что и балка расстрела, и двух приваренных к ней рельсов 5, отображающих проводники, закрепляемые в общей лежке.

Порядок работы этим шаблоном состоит в следующем. Между рельсами помещают накладную лежку 3, затем балку расстрела 2 и вторую лежку 1. Лежки прихватывают к балке электросваркой и окончательно приваривают после снятия расстрела с шаблона.

Шаблоны для взаимной установки расстрелов по высоте (см. рис. 4.25, поз. 1, 2, 3, 4), кроме фиксации расстояния между ярусами расстрелов, выполняют функции приспособлений, поддерживающих балки расстрелов во время монтажа. Поэтому при их конструировании учитывают не только основные размеры поперечного сечения балок расстрелов, но и их массу.

Дистанционный цепной шаблон (см. рис. 4.25, поз. 4) является наиболее удобным в работе и, благодаря наличию винтовой стяжки, позволяющей изменять длину шаблона, может быть использован при установке расстрелов различного профиля.

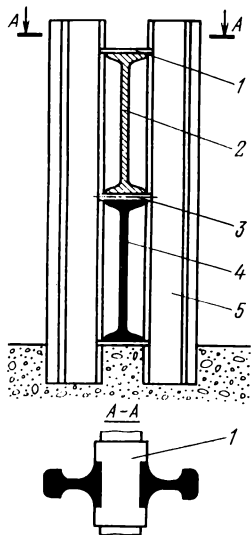


Рис. 4.26. Шаблон для разметки мест расположения лежек

Шаблоны для разбивки лунок под расстрелы разделяют на вертикальные (см. рис. 4.25, поз. 5 и 6) и горизонтальные. Вертикальные шаблоны применяют при монтаже армировки от подвижных отвесов, для чего их подвешивают крючьями на расстрелы предыдущего яруса вблизи стенок крепи. При использовании несвободных отвесов армировочный полук целесообразно устанавливать относительно отвесов с помощью распорных устройств, а разметку лунок вести от фиксаторов, закрепленных на полке. Часть лунок одного яруса может быть разбита деревянными горизонтальными шаблонами кружального типа от ранее размеченных лунок.

Шаблоны для взаимной установки расстрелов в ярусе (см. рис. 4.25, поз. 7, 8, 9) просты по конструкции и различаются лишь размерами и материалом изготовления. Как правило, их изготавливают из стального уголка 35×35 мм или трубы диаметром 40—60 мм. Такие шаблоны снабжают круглыми уровнями, что позволяет с их помощью устанавливать расстрелы в горизонтальное положение.

Шаблоны для установки расстрелов относительно отвесов разнообразны по форме и конструктивному исполнению. При разработке таких шаблонов следует учитывать форму и размеры поперечного сечения балки расстрела, способ крепления проводников к расстрелу (с помощью лежек, вырезов или специальных уголков с монтажными отверстиями), расположение армировочных отвесов относительно расстрелов, характерные особенности применяемых армировочных отвесов.

Для установки расстрелов из двутавровых балок с приварными лежками могут употребляться накладные шаблоны (см. рис. 4.26, поз. 10, 11) или шаблоны, закрепляемые на расстреле с помощью струбцины (см. рис. 4.26, поз. 12). Размеры и форма пластины шаблонов зависят от удаленности отвесов от расстрела и их положения относительно лежек.

Установку расстрелов прямолинейного профиля выполняют с применением шаблонов (см. рис. 4.25, поз. 13), закрепляемых в монтажных отверстиях угольника расстрела клиновым креплением.

При установке расстрелов относительно несвободных отвесов диаметр выреза в шаблоне должен быть больше диаметра нити отвеса не менее чем на 5 мм. Для установки расстрелов относительно подвижных отвесов в пластине шаблона делают прямоугольный вырез со шкалами. Длину шкалы выбирают с учетом амплитуды колебания отвеса, но не менее 40 мм. Цену деления шкалы принимают равной 3—5 мм в зависимости от диаметра нити отвеса.

Монтажный кондуктор

Для увеличения точности установки расстрелов в ярусе (особенно при его сложной конфигурации) могут быть использованы монтажные кондукторы. Одним из видов монтажного кондуктора

является станок для комплексного центрирования и установки яруса расстрелов, предложенный канд. техн. наук Г. С. Пиньковским. Станок (рис. 4.27) состоит из жесткого кольца, связанного опорными балками с фиксаторами для расстрелов. Установку станка по высоте выполняют с использованием дистанционных шаблонов вертикальными домкратами, опирающимися на армировочный полк. Ориентирование и центрирование полка производят по трем

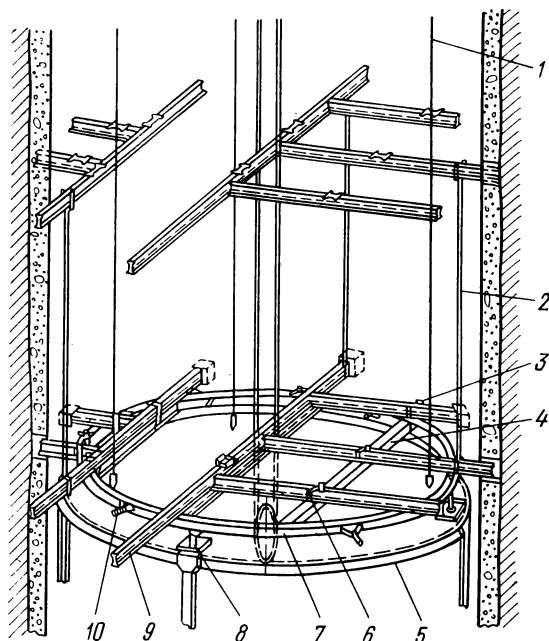


Рис. 4.27. Монтажный кондуктор:

1 — отвес; 2 — дистанционный шаблон; 3 — лежка; 4 — опорная балка; 5 — армировочный полк; 6 — фиксаторы для лежек; 7 — опорное кольцо; 8 — вертикальный домкрат; 9 — расстрел; 10 — горизонтальный домкрат

отвесам с помощью четырех горизонтальных домкратов. Вместо отвесов могут быть использованы проекциометры ПМ4 или ПМ5, тросы которых устанавливают в вертикальное положение.

4.3. Измерительный комплекс для проверки состояния проводников и стенок шахтных стволов

Для обеспечения бесперебойной работы подъемных установок шахт, снижения износа оборудования, соблюдения проектной скорости подъема и предотвращения аварий необходим систематический контроль основных параметров армировки и крепи шахтных

стволов. Такой контроль возможен только при автоматизации трудоемких съемочных работ, обеспечивающей повышение производительности и безопасности труда маркшейдеров.

Применявшийся на протяжении нескольких десятилетий геометрический способ профильной съемки проводников и стенок шахтных стволов от опускаемых в ствол отвесов не обеспечивал необходимой точности измерений и требовал длительной остановки подъема. Профильные съемки отличались низкой производительностью, а выполнение их было опасно для жизни исполнителей.

В СССР и за рубежом предпринимались многочисленные попытки автоматизировать трудоемкий процесс съемки проводников и стенок стволов. Разрабатывались методы, использующие ультразвук, поляризованный свет, фотограмметрию, предлагались профилографы, основанные на самых разных механических, электрических или гидравлических принципах. Но ни один из них не нашел промышленного применения.

В СССР в 1970 г. впервые в мировой практике на предприятиях горнодобывающей промышленности была внедрена разработанная ВНИМИ автоматическая станция СИ1 для профильной съемки проводников вертикальных шахтных стволов. Позднее во ВНИМИ был разработан комплекс приборов для автоматического контроля параметров армировки и крепи шахтных стволов. Комплекс включает станцию СИ для профильной съемки проводников, приборы ПС1 и СЗ1 для съемки стенок и измерения зазоров безопасности в шахтных стволах, приборы для контроля исправления проводников (рихтовочные уклонометры РУ1 и измерители расстояний ИР1), приборы ИЗП1 для измерения износа проводников.

Метод профильной съемки проводников шахтного ствола станциями СИ предусматривает два этапа работ: измерение углов отклонений проводников и расстояний между ними аппаратурой, опускаемой в ствол, и построение в камеральных условиях профилей проводников.

Серийно изготавливаемые с 1969 г. Харьковским заводом маркшейдерских инструментов (ХЗМИ) станции СИ1 успешно эксплуатируются на шахтах угольной промышленности и на горно-металлургических предприятиях страны. Многолетний опыт эксплуатации станции СИ1 показал, что она обеспечивает объективность и высокую точность измерений, безопасность выполнения работ и значительное сокращение времени нахождения в стволе по сравнению с геометрическим способом профилирования проводников.

В отличие от станции СИ1 приборы станции СИ4, внедренной в производство в 1976 г., свободны от воздействия вибраций и ускорений, благодаря чему скорость прокатывания аппаратуры увеличена втрое и соответственно сокращено время работы в стволе.

Новые принципиальные решения приборов упрощенной конструкции с введением ряда автоматических устройств еще более повысили надежность аппаратуры и полностью исключили необходимость присутствия людей в стволе во время съемки проводни-

ков. Станция СИ4 облегчена, более компактна и удобна в работе. Принцип действия приборов станций СИ1 и СИ4 одинаков. Ниже дано описание станции СИ4.

Станция СИ4 для профильной съемки проводников вертикальных шахтных стволов

Станция СИ4 включает приборы для измерения углов отклонений проводников от вертикали, расстояний между проводниками, определения взаимного расположения проводников в стволе; приборы для камеральной обработки измерений, контрольно-измерительные приборы и средства доставки всей аппаратуры к месту работы.

Техническая характеристика станции СИ4

Диапазон измерения углов отклонения проводников от вертикали (в зависимости от степени искривленности проводников),...	$\pm 20; \pm 60$
Масштабы записи на фото пленке:	
углов отклонений	1 мм соответствуют 2'
пройденного пути	1 : 500
Средняя квадратическая погрешность измерения углов отклонений,...	± 30
Чувствительность датчика углов отклонений,...	1
Диапазон записи отклонений расстояний между проводниками от номинального размера, мм	От -30 до $+50$
Масштабы записи на парафинированной бумаге:	
отклонений расстояний между проводниками	1 : 1
пройденного пути	1 : 500
Средняя квадратическая погрешность измерения расстояний между проводниками, мм	$\pm 0,5$
База каретки, мм	859,5
Максимальная глубина обслуживаемых стволов (без перезарядки кассет и катушек), м	1700
Скорость спуска или подъема аппаратуры, м/с	0,5—0,8
Пределы измерения расстояний между проводниками, мм	От 350 до 3000
Средняя квадратическая погрешность определения отклонений пролетов проводников, мм	± 2
Тип профилируемых проводников	Рельсовые Р38, Р43, Р50. Коробчатые 160×160—240×240 мм

Прибор СУ2 предназначен для измерения углов отклонений проводников от вертикали в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и регистрации их на движущейся фото пленке в виде непрерывных кривых—фотограмм. Прибор содержит датчик углов отклонений проводников, проекционную оптическую систему, лентопотяжный механизм и элементы электрической схемы.

Чувствительным элементом, реагирующим на изменения угла отклонения прибора от вертикали, служит астатический маятник—тонкая упругая стальная пластина, закрепленная нижним концом и нагруженная сверху оптической прямоугольной призмой, обра-

щенной гипотенузной гранью к параллельному пучку лучей. В верхней части держателя призмы установлен компенсатор влияния вибраций, представляющий собой упругую лопасть.

Принцип действия чувствительного элемента виден на рис. 4.28. Центр тяжести S_1 призмы с держателем находится на расстоянии d_1 от точки O , в которой держатель жестко соединен с упругой пластиной длиной l , а центр тяжести S_2 лопасти — на расстоянии d_2 . Приняв точку O за начало прямоугольной системы координат с осью x , перпендикулярной к основанию прибора, силу тяжести P_1 призмы с держателем и силу тяжести P_2 лопасти разлагаем на составляющие P_{y1}, P_{x1} и P_{y2}, P_{x2} , направление действия которых параллельно координатным осям. При этом в точке O возникают противоположно направленные силам P_{y1}, P_{x1} и P_{y2}, P_{x2} реакции R_{y1}, R_{x1} и R_{y2}, R_{x2} и момент сопротивления M_R , взаимно уравновешивающиеся при статическом положении системы. Если система находится в равновесии, то сумма проекций всех сил на координатные оси и сумма их моментов относительно точки O равны нулю.

Уравнение связи между углами ε и ε' наклона основания прибора и призмы имеет вид

$$\operatorname{tg} \varepsilon' = \frac{d_1 \sin(\varepsilon' + \varepsilon) \sqrt{\frac{(P_1 d_1 + P_2 d_2) \cos \varepsilon}{E J d_1}} \sin \sqrt{\frac{(P_1 d_1 + P_2 d_2) \cos \varepsilon}{E J d_1}} l + \sin \varepsilon}{\cos \varepsilon \cos \sqrt{\frac{(P_1 d_1 + P_2 d_2) \cos \varepsilon}{E J d_1}} l - \operatorname{tg} \varepsilon,} \quad (4.11)$$

где d_1 — расстояние от центра тяжести призмы с держателем до точки крепления их к упругой пластине, м; d_2 — расстояние от центра тяжести лопасти до точки крепления призмы с держателем к упругой пластине, м; ε' — угол наклона призмы, . . .'; ε — угол наклона основания прибора, . . .'; P_1 — сила тяжести призмы с держателем, Н; P_2 — сила тяжести лопасти, Н; E — модуль упругости материала пластины и лопасти, Па; J — момент инерции поперечного сечения пластины, м⁴; l — длина упругой лопасти, м.

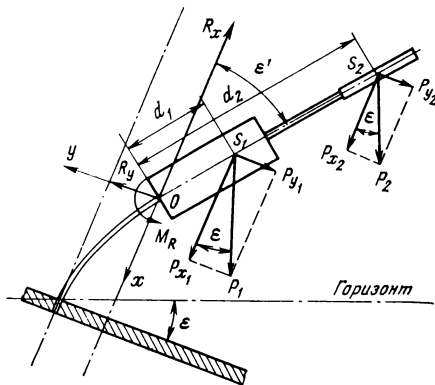


Рис. 4.28. Принципиальная схема работы чувствительного элемента

Вследствие малости углов ϵ и ϵ' формулу (4.11) можно записать в виде

$$\epsilon' = \epsilon \left[\frac{1}{\cos \sqrt{\frac{P_1 d_1 + P_2 d_2}{E J d_1}} l \left(1 - d_1 \sqrt{\frac{P_1 d_1 + P_2 d_2}{E J d_1}} \operatorname{tg} \sqrt{\frac{P_1 d_1 + P_2 d_2}{E J d_1}} l \right) - 1} \right] \quad (4.12)$$

Выражение, стоящее в квадратных скобках, представляет коэффициент механического умножения системы

$$k = \frac{1}{\cos \sqrt{\frac{P_1 d_1 + P_2 d_2}{E J d_1}} l \left(1 - d_1 \sqrt{\frac{P_1 d_1 + P_2 d_2}{E J d_1}} \operatorname{tg} \sqrt{\frac{P_1 d_1 + P_2 d_2}{E J d_1}} l \right) - 1}. \quad (4.13)$$

Для чувствительного элемента, использованного в приборе СУ2, коэффициент механического умножения равен 4.

Из формулы (4.11) определено предельное значение момента $M_{\max}$, при котором способность стальной пластины поддерживать груз без значительного изменения своей формы прекращается даже при ничтожно малом угле ϵ .

$$M_{\max} = P_1 d_1 + P_2 d_2 = \frac{\pi^2 E J d_1}{4 l^2}. \quad (4.14)$$

Запас устойчивости для чувствительного элемента прибора СУ2 равен 1,6.

В приборе применена автоколлимационная схема. За счет отражения лучей от катетных граней призмы происходит и оптическое умножение отклонения луча в 2 раза.

Зависимость угла отклонения светового луча, отраженного от призмы чувствительного элемента, с учетом коэффициента оптического умножения и показателя преломления демпфирующей жидкости, в которую помещен датчик, выражается формулой

$$\varphi' = 2 k n \epsilon, \quad (4.15)$$

где φ' — угол отклонения луча, отраженного от призмы чувствительного элемента, . . .'; k — коэффициент механического умножения; n — показатель преломления демпфирующей жидкости; ϵ — угол наклона основания прибора, . . .'.

Смещение светового луча в фокальной плоскости объектива прибора (на фотопленке)

$$y = L \operatorname{tg} \varphi', \quad (4.16)$$

где y — величина смещения светового луча, м; L — длина оптического рычага, м; φ' — угол отклонения светового луча, отраженного от призмы чувствительного элемента, . . .'.

При малых углах φ' можно считать $\operatorname{tg} \varphi' = \varphi'$, и тогда

$$y = L\varphi'. \quad (4.17)$$

Конструкция чувствительного элемента показана на рис. 4.29. В верхней части тонкой стальной пластины 2, в держателе 3, установлена прямоугольная призма 11. Катетные грани призмы алюминированы. Нижний конец ее жестко укреплен в корпусе 1. Благодаря тому что прямоугольная призма обращена гипотенузной гранью к параллельному пучку направленных на нее лучей, устранено смещение отраженных от призмы лучей при закручивании упругой пластины.

Конструкция чувствительного элемента предусматривает регулировку коэффициента механического умножения системы перемещением гаек 5, 6 по винту 8, а перемещение гаек 9, 10 по винту 4 обеспечивает установку чувствительного элемента в вертикальное положение. Лопасть 7 компенсатора прикреплена нижним концом к верхней части держателя призмы.

Действие компенсатора вибраций основано на том, что лопасть, обладая большой площадью и малой массой, в момент воздействия кратковременного ускорения встречает сопротивление демпфирующей жидкости и практически остается неподвижной, в то время как призма, имеющая массу, во много раз превосходящую массу компенсирующей лопасти, совершает колебательные движения под действием силы инерции и противодействующего момента. Параметры компенсирующей лопасти и упругой пластины чувствительного элемента рассчитаны так, что при воздействии кратковременного ускорения призма совершает возвратно-поступательные движения параллельно самой себе. Благодаря тому что призма обращена гипотенузной гранью к параллельному ходу лучей автоколлимационной схемы, ее перемещения не отражаются на положении светового пятна в плоскости изображения.

Уравнение прогиба упругих пластин:

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= 4 \frac{l_1^3}{b_1 h_1^3} \frac{ma}{E_1} \\ f_2 &= 4 \frac{l_2^3}{b_2 h_2^3} \frac{ma}{E_2} \end{aligned} \right\}, \quad (4.18)$$

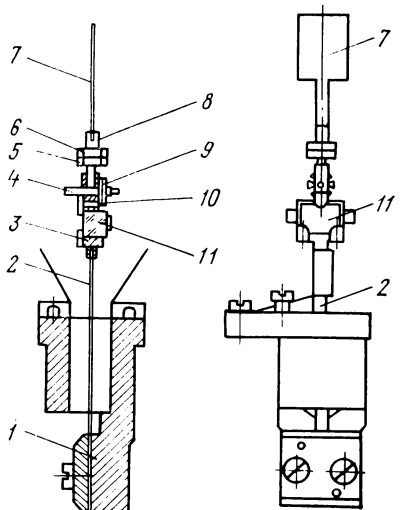


Рис. 4.29. Конструкция чувствительного элемента

где f_1 — прогиб упругой пластины компенсатора, м; f_2 — прогиб упругой пластины чувствительного элемента, м; l_1 — длина пластины компенсатора, м; l_2 — длина пластины чувствительного элемента, м; m — масса чувствительного элемента с компенсато-

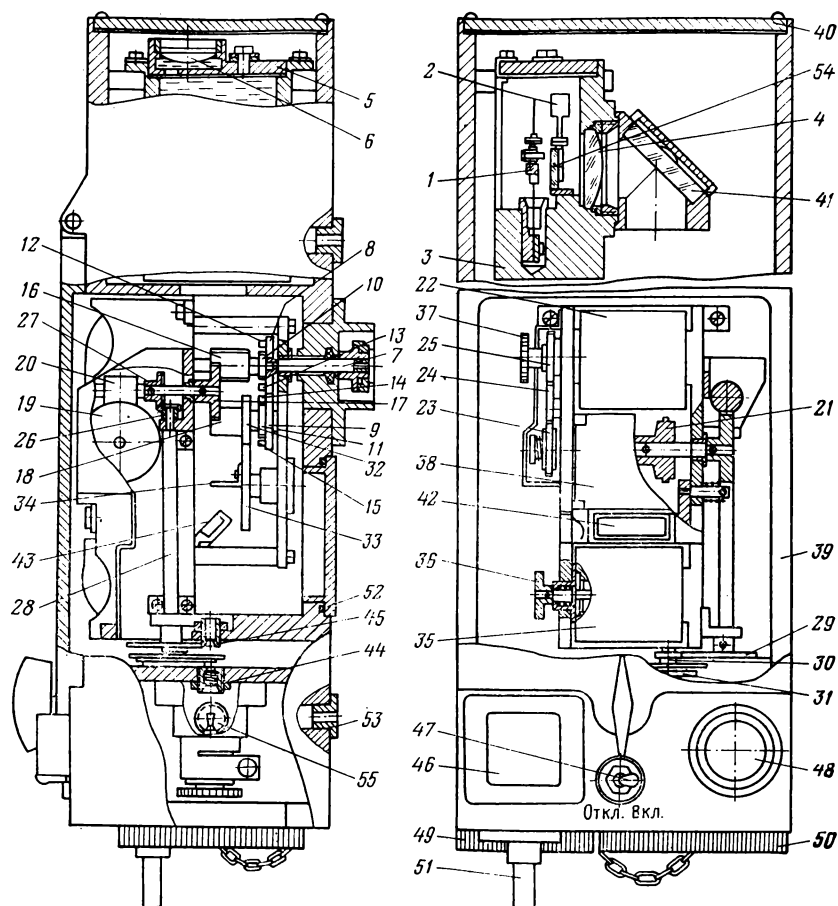


Рис. 4.30. Конструкция прибора СУ2 для измерения углов отклонения проводников от вертикали

рами, кг; a — ускорение, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$; b_1 — ширина пластины компенсатора, м; b_2 — ширина пластины чувствительного элемента, м; h_1 — толщина пластины компенсатора, м; h_2 — толщина пластины чувствительного элемента, м; E_1 — модуль упругости материала пластины компенсатора, Па; E_2 — модуль упругости материала пластины чувствительного элемента, Па.

При параллельном перемещении призмы прогибы верхней и нижней упругих пластин одинаковые, т. е. $f_1 = f_2$, а так как обе упругие пластины изготовлены из одного материала, то $E_1 = E_2$. Из уравнения (4.18) следует, что

$$\frac{l_1^3}{b_1 h_1^3} = \frac{l_2^3}{b_2 h_2^3}. \quad (4.19)$$

Датчик углов отклонений проводников содержит два чувствительных элемента 1, 2 (рис. 4.30), размещенных под углом 90° друг к другу в металлическом корпусе 3 и поворотное зеркало 54. Корпус наполнен вязкой прозрачной полиметилсилоксановой жидкостью ПМС, выполняющей роль демпфера. В боковой стенке

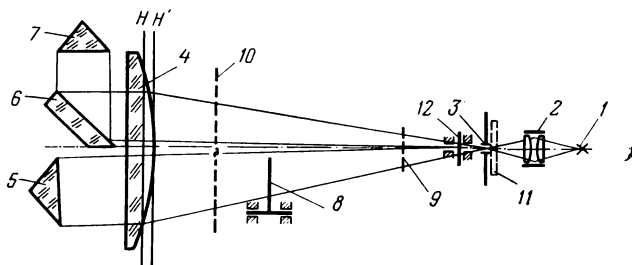


Рис. 4.31. Принципиальная оптическая схема прибора СУ2

корпуса установлен объектив 4. Датчик герметически закрыт крышкой 5 с диафрагмой 6 для устранения избыточного давления при изменениях температуры.

Принципиальная оптическая схема прибора показана на рис. 4.31. Нить электролампы 1 проецируется конденсором 2, состоящим из двух плоско-выпуклых линз, на диафрагму 3. Диафрагма представляет собой круглое отверстие диаметром 0,2 мм в латунном диске. От диафрагмы лучи идут расходящимся пучком на объектив 4. Благодаря тому что диафрагма помещена в фокальной плоскости объектива, лучи после прохождения последнего идут параллельно. Часть лучей параллельного пучка проходит на прямоугольную призму 5 и отразившись от катетных граней призмы, возвращается обратно на объектив. Другая часть пучка, отразившись от плоского зеркала 6, падает на вторую прямоугольную призму 7 и также возвращается к объективу. Третья часть параллельного пучка отражается от зеркального покрытия размером 3×3 мм на плоской поверхности объектива. Отраженные лучи, пройдя обратно через объектив, собираются в фокальной плоскости его (где помещена фотолампа) в виде трех световых пятен диаметром 0,3 мм.

Использование двух чувствительных элементов, расположенных под углом 90° друг к другу, позволяет при наличии автоколлима-

ционной схемы прибора получать запись углов отклонения на одной фотопленке одновременно в двух взаимно перпендикулярных плоскостях в виде двух непрерывных кривых. Для различения этих кривых в ходе лучей, отраженных от призмы одного из чувствительных элементов, установлен модулятор 8, в результате чего кривая получается прерывистой. Лучи, отраженные от зеркального покрытия на плоской поверхности объектива, записывают на фотопленке прямую базовую линию.

С целью уменьшения габарита прибора на пути лучей поставлены повторные зеркала 9, 10. В фокальной плоскости объектива установлена матированная стеклянная пластина 11 со шкалой, выводимая автоматически из хода лучей при закрывании крышки прибора. Для обеспечения необходимой оптической плотности фотографической записи на фотопленке в ходе лучей вблизи диафрагмы помещен автоматический регулятор 12 светового потока. В приборе используется тридцатипятимиллиметровая перфорированная фотопленка.

Лентопротяжный механизм прибора обеспечивает перемещение фотопленки в одну сторону независимо от направления движения каретки, на которой устанавливается прибор, по проводникам шахтного ствола. Это исключает необходимость переключения приборов при реверсе аппаратуры и позволяет производить съемку проводников без присутствия людей в шахтном стволе.

Приводом лентопротяжного механизма прибора служит ведущий ролик каретки, вращение которого через карданный вал и конический редуктор передается на ведущий вал 7 прибора (см. рис. 4.30). В зависимости от направления движения аппаратуры в стволе меняется направление вращения вала и связанных с ним цилиндрических зубчатых колес 8, 9. При этом в зацепление с храповыми колесами 10 или 11 входят соответственно собачки 12, 13 или 14, 15. В одном случае вращение вала 7 передается на зубчатые колеса 16, 17, в другом — на 8, 9, 18, 17. Независимо от направления вращения вала зубчатое колесо 17 всегда вращается в одном направлении, передавая вращение на червячную пару 19, 20 и зубчатый барабан 21, который входит в зацепление с перфорированной фотопленкой и перемещает ее пропорционально пройденному пути в масштабе 1 : 500. Для подматывания фотопленки на приемную катушку 22 вращение зубчатого барабана через фрикционно соединенное зубчатое колесо 23 и колеса 24, 25 передается на ось, входящую в зацепление с приемной катушкой. От зубчатого колеса 17 через конические колеса 26, 27, вал 28 и зубчатые колеса 29, 30 вращение передается автоматическому регулятору 31 плотности фотографической записи. Зубчатое колесо 32 вращает колесо 33 с закрепленной на нем лопастью модулятора 34 также всегда в одном направлении. Лопасть модулятора перекрывает через определенные интервалы один из световых лучей, идущих на фотопленку. Установка и снятие кассет 25, 22 производятся при отведении рукояток 36, 37. Крышка 38 служит для прижима фотопленки.

Автоматический регулятор плотности фотографической записи представляет собой диск с тремя лепестками, поворачивающимися на осях. В состоянии покоя лепестки прижаты пружинами к ограничителям и перекрывают световой поток, поступающий на фотопленку, тем самым исключая засвечивание фотопленки при остановках аппаратуры в стволе. В зависимости от скорости движения прибора по проводникам лепестки под действием центробежной силы поворачиваются вокруг осей на больший или меньший угол, регулируя количество света, поступающее на фотопленку. Конфигурация лепестков и упругость пружин подобраны так, чтобы при изменении скорости перемещения фотопленки оптическая плотность записи оставалась неизменной. В момент прекращения движения прибора в стволе лепестки перекрывают световой поток и тем самым исключают засвечивание фотоленты при остановках. Применение автоматического регулятора плотности фотографической записи углов отклонений облегчает дешифрирование фотограмм и повышает точность съемки проводников.

Фиксация расстрелов на фотопленке производится размыканием электроцепи. Просветы в записи кривых углов отклонений на фотопленке указывают на места расположения расстрелов в стволе.

Узлы прибора размещены в корпусе 39, состоящем из нескольких отделений. В верхнем отделении под крышкой 40 установлен датчик углов отклонений с зеркалом 41, в среднем — лентопротяжный механизм с автоматическим регулятором 31, модулятором 34, шкалой 42 в поворотной оправе и зеркалом 43. Ведущий вал 7 лентопротяжного механизма выведен через заднюю стенку прибора. Конденсор 44 и диафрагма 45 закреплены в корпусе. В двух нижних отделениях размещена вся электрическая часть прибора. На передней стенке корпуса помещены миллиамперметр 46 для контроля накала лампы, тумблер 47 для размыкания электрической цепи и рукоятка переменного резистора 48. Крышки 49, 50 обеспечивают доступ к источнику питания и электролампочке 55. Через дно корпуса выведен кабель 51 со штепсельным разъемом, который подключается к размыкателю отметчика расстрелов. Крышка 52 закрывает отверстие в задней стенке корпуса, которое необходимо для историвки прибора. В задней стенке имеются четыре резьбовых отверстия 53 для крепления прибора к каретке. В приборе обеспечена герметизация от попадания пыли и влаги. Основные размеры прибора $360 \times 135 \times 130$ мм, масса прибора 3 кг.

Прибор СР2 предназначен для непрерывного измерения отклонений фактических расстояний между проводниками от номинального размера. Прибор состоит из двух разъемных частей (рис. 4.32), одна из которых содержит лентопротяжный механизм, смонтированный на крышке 1, другая — редуктор, механизмы пера записи и отметки расстрелов, размещенные в корпусе 2.

Лентопротяжный механизм установлен на щечках 3, 4, между которыми находятся приемная 5 и сматывающаяся 6 катушки и

мерный барабан 7. Для удобства перезарядки прибора катушки сделаны съёмными. Подпружиненный валик 8 служит для прижатия к мерному барабану парафинированной бумажной ленты, на которой выполняется запись. На неподвижном кронштейне установлено перо 9 для записи базовой линии.

Приводом лентопротяжного механизма служит верхний ведущий ролик каретки, прокатываемой по проводникам. Вращение ведущего ролика передается посредством карданного вала на ре-

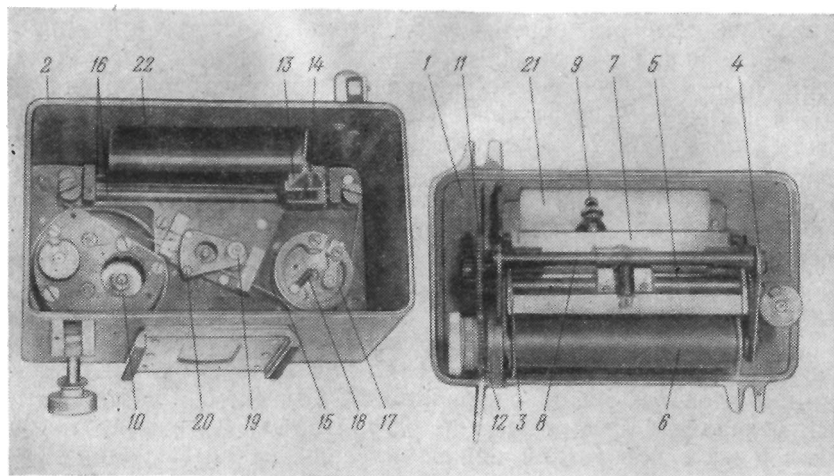


Рис. 4.32. Прибор СР2:

1 — крышка; 2 — корпус; 3, 4 — щетки; 5 — приемная катушка; 6 — сматывающая катушка; 7 — мерный барабан; 8 — подпружиненный валик; 9 — перо; 10 — редуктор; 11, 12 — зубчатые колеса; 13 — кронштейн; 14 — перо; 15 — тросик; 16 — направляющие; 17 — поворотный барабан; 18 — пружина; 19 — ось; 20 — кулачок; 21 — смотровое окно; 22 — зеркало

дуктор 10 и барабан 7, вращение последнего передается фрикционно связанной приемной катушке 6 через зубчатые колеса 11, 12. Независимо от направления вращения ведущего ролика лентопротяжный механизм перемещает парафинированную бумажную ленту всегда в одном направлении, что исключает необходимость присутствия людей в стволе во время съемки проводников. Конструкция редуктора аналогична редуктору в приборе СУ2.

Работу механизма записи и отметки расстрелов поясняет кинематическая схема (рис. 4.33). Кронштейн 1 с пером 2 перемещается посредством тросика 3 в направляющих 4. Один конец тросика жестко связан с поворотным барабаном 5, другой — с прикрепленной к барабану пружиной 6. На оси 7 установлен кулачок 8. Конец оси с наружной стороны корпуса связан с рычагом 9, приводимым при движении каретки по проводникам в соприкосновение с расстрелом.

Прибор устанавливается на одной из секций каретки, на другой — устанавливается лебедка с тросом 10. Свободный конец троса крепится к наружной части барабана 5. Внутри барабана помещена спиральная пружина, служащая для натяжения троса 10.

При прокатывании прибора по проводникам перо 9 (см. рис. 4.32) записывает на парафинированной бумажной ленте прямую базовую линию, соответствующую номинальному расстоянию между проводниками (проектной ширине колеи), а перо 2 — кривую отклонений фактических расстояний между проводниками от номинального размера. При расширении колеи трос 10 поворачивает барабан 5 и перемещает перо 2. При уменьшении расстояний между проводниками пружина, находящаяся внутри барабана 5, поворачивает его в обратном направлении, смещая перо в противоположную сторону. При движении аппаратуры в стволе в момент соприкосновения с расстрелом гибкого рычага отметчика 11, установленного на каретке, связанный с ним через рычаги 12 и 9 кулачок 8 поворачивается на оси 7 и отводит тростик 3, перемещающий перо. В результате этого на диафрагме появляются всплески, указывающие на положение расстрелов в стволе.

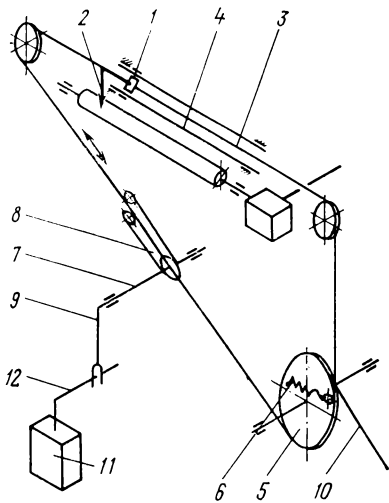


Рис. 4.33. Кинематическая схема прибора СР2

Корпус прибора герметизирован для защиты от попадания влаги и грязи. Смотровое окно в крышке и зеркало внутри корпуса позволяют перед прокатыванием аппаратуры в стволе проверить работу лентопротяжного механизма и качество записи.

Отметчик расстрелов ОР2 предназначен для регистрации на фотограммах и диаграммах положения расстрелов в стволе. Он представляет собой гибкий рычаг, связанный с размыкателем электрической цепи в приборе СУ2 и с механизмом пера записи в приборе СР2.

Электрический ток к отметчику расстрелов подается по кабелю от батарей питания прибора СУ2. Корпус размыкателя герметизирован. В комплекте аппаратуры имеется набор гибких рычагов разной длины, используемых в зависимости от типа и размера проводников, по которым прокатывается каретка.

Каретка КД2 (рис. 4.34) предназначена для установки на ней и перемещения по проводникам шахтного ствола измерительных приборов. Каретка содержит две секции, распорное устройство,

которое служит для связи смонтированных на проводниках секций и создания прижима к проводникам ведущих (лобовых) роликов, подвесное устройство для крепления секций к подъемному сосуду и страховочные тросы.

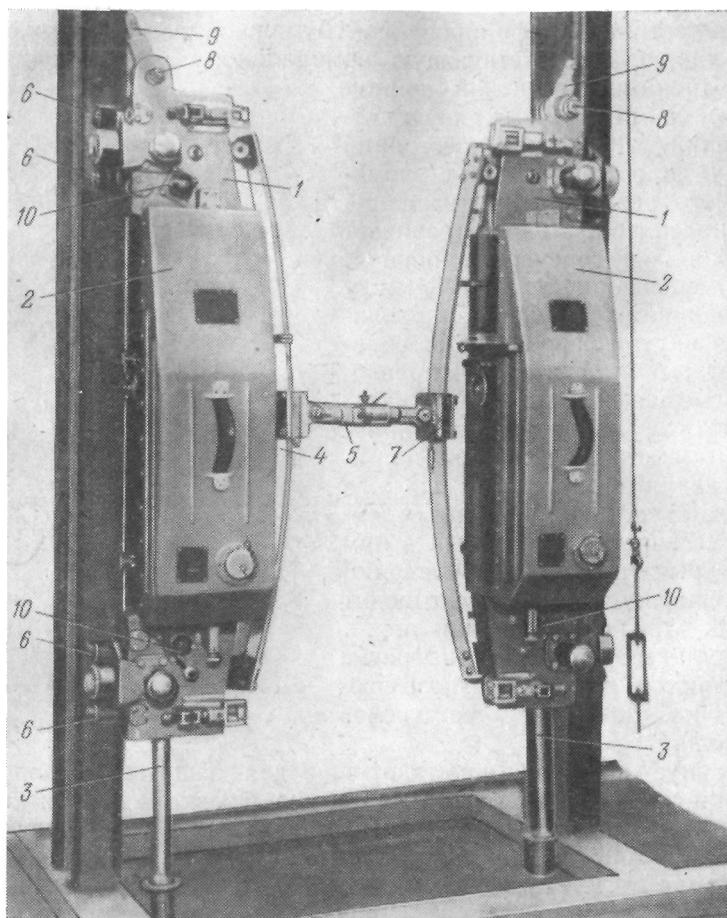


Рис. 4.34. Внешний вид каретки КД2:

1 — коробчатая рама; 2 — съемные кожухи; 3 — опоры; 4 — рессоры; 5 — телескопическая штанга; 6 — дополнительные страховочные ролики; 7 — зажимное устройство; 8 — оси; 9 — серьги; 10 — механизмы ручной подмотки

Каждая из секций представляет собой коробчатую раму 1, на которой устанавливаются приборы и механизмы. Для защиты приборов от попадания на них в стволе воды и грязи служат съемные кожухи 2. В нерабочем положении секции устанавливаются на опоры 3. В верхних и нижних частях каждой рамы находятся роликовые захваты. Лобовые ролики каретки являются ведущими.

Прижим ведущих роликов обеих секций к лобовым поверхностям проводников создается соответствующим прогибом рессор 4, расpirаемых в средней части телескопическими штангами 5 распорного устройства.

Распорное устройство обеспечивает применение станции СИ4 в шахтных стволах при наличии у подъемных сосудов хвостовых канатов и без них. В первом случае используются две телескопические штанги, закрепляемые на траверсах. Во втором случае или при работе в стволах с многоканатным подъемом (при расположении канатов в плоскости расстрелов) используется одна телескопическая штанга, концы которой соединяются с зажимными устройствами, установленными в средней части рессор. Распорное устройство обеспечивает относительное смещение секций вдоль проводников и их разворот.

В стволе каретка подвешивается к днищу подъемного сосуда с помощью подвесных штанг. Каждая секция крепится отдельно. В зависимости от возможного переподъема на шахтном стволе используются две, три или четыре двухметровые штанги, прикрепляемые к нижней раме подъемного сосуда специальными трубцинами.

На обеих секциях каретки устанавливаются приборы СУ2 (рис. 4.35) и отметчики расстрелов. Приборы СУ2 крепятся к платформам, которые имеют возможность поворачиваться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях с помощью юстировочных устройств.

В верхней части одной из секций каретки устанавливается прибор СР2 для измерения расстояний между проводниками. На другой секции устанавливается лебедка с тросом, свободный конец которого связан с записывающим пером прибора СР2.

Для подмотки засвеченной или заснятой части фотопленки или бумажной ленты без демонтажа смонтированной на проводниках аппаратуры на рамах каретки у приборов СУ2 и СР2 устанавливаются механизмы ручной подмотки 10 (см. рис. 4.34), которые отключают ведущие ролики каретки от лентопротяжных механизмов приборов.

При профилировании станцией СИ4 противовесных или клетевых отделений в шахтных стволах при ширине колен менее 700 мм вместо одной из секций используется холостая тележка (см. рис. 4.35).

Струбцина ВА1 предназначена для удержания на проводниках секций каретки в процессе их монтажа в стволе и для одновременного сжатия рессор при заведении распорного устройства. Она используется также для удержания секции каретки на юстировочном стенде ЮС1 в процессе подготовки аппаратуры к работе в стволе.

Измеритель расстояний ИР1 предназначен для измерения фактической ширины колен в месте монтажа аппаратуры в стволе с целью настройки прибора СР2 для автоматического измерения расстояний между проводниками. Конструкция измерителя расстояний показана на рис. 4.36. Он состоит из корпуса 1

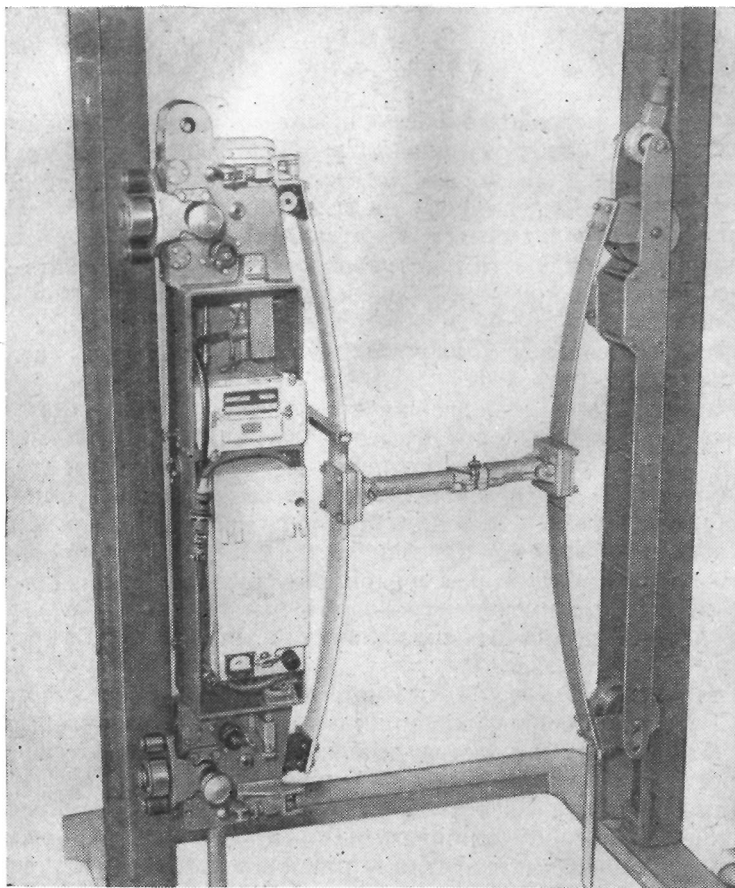


Рис. 4.35. Каретка КД2 с холостой тележкой

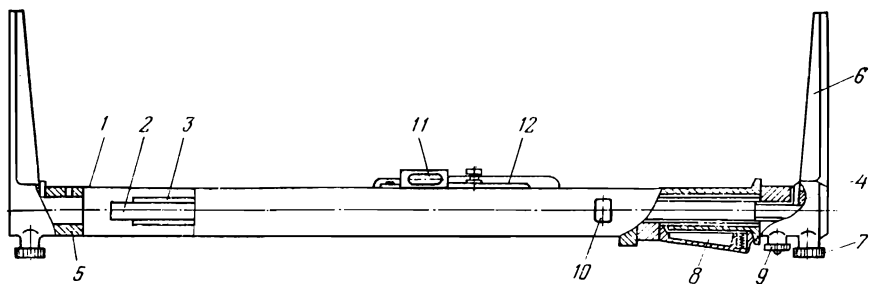


Рис. 4.36. Конструкция измерителя расстояний ИР1

и телескопических штанг 2, 3. Корпус и внутренняя штанга 2 имеют на концах опорные пяты 4, 5, на которые при работе на коробчатых проводниках ствола надеваются съемные опоры 6, закрепляемые стопорными винтами 7. Штанга 3 является сменной, в комплекте имеются три штанги разной длины.

Для фиксации сменной штанги относительно корпуса в определенном положении, зависящем от измеряемого расстояния, служит замок 8, отключаемый нажатием рычага. Внутренняя штанга фиксируется замком 9. Для снятия отсчетов измеряемых расстояний по шкалам в корпусе имеется окуляр 10.

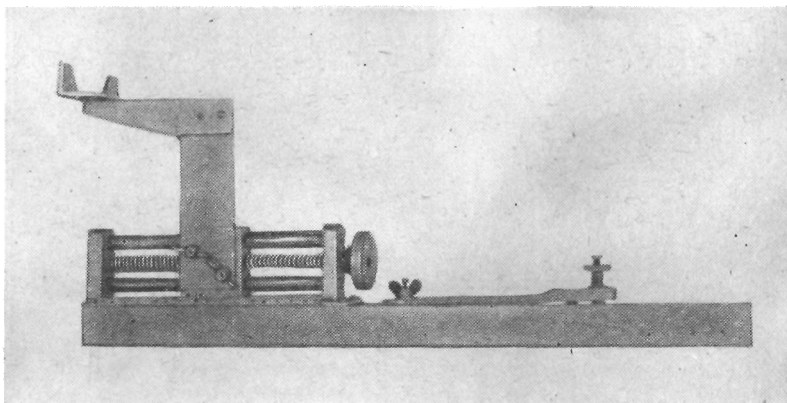


Рис. 4.37. Ординатометр ОШ1

Рядом с окуляром на корпусе установлен цилиндрический уровень 11 и механизм отсчета угла наклона корпуса прибора 12. Средняя квадратическая погрешность измерения расстояний между проводниками $\pm 0,5$ мм. Основные размеры прибора $700 \times 213 \times 56$ мм, масса его 3 кг.

Ординатометр ОШ1 (рис. 4.37) предназначен для измерения взаимного смещения проводников в плоскости, параллельной главным расстрелам (при двухстороннем расположении проводников). Основанием прибора служит стальной уголок, на котором в стойках укреплен винт с насаженным на нем маховичком. По винту в направляющих перемещается визир, снабженный индексами для снятия отсчетов по шкалам, расположенным в верхней части основания с обеих его сторон. Для закрепления прибора на расстреле в шахтном стволе служит поворотный рычаг, заканчивающийся упором. Продольный паз в рычаге, через который проходит стопорный винт, позволяет регулировать длину рабочего участка рычага в зависимости от размера двутавровой балки расстрела.

Измерения в стволе производят следующим образом. Основание прибора устанавливают на двутавровой балке центрального рас-

стрела так, чтобы визир касался проводника. Закрепляют прибор в этом положении. По шкале берут отсчет, соответствующий начальному положению визира. Поворотом маховичка перемещают визир до совмещения линии визирования с соответствующей плоскостью другого проводника, расположенного на боковом расстреле. Снова берут отсчет. При этом прибор размещают слева или справа от проводника, прикрепленного к центральному расстрелу, в зависимости от того, в какую сторону смещен проводник на боковом расстреле. Разность отсчетов по шкале дает величину бокового смещения проводников.

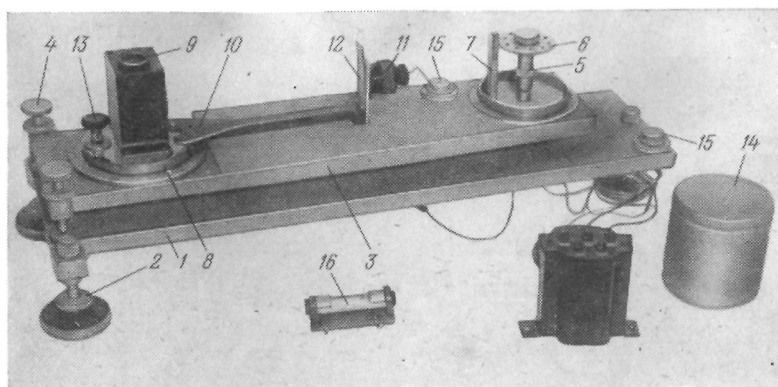


Рис. 4.38. Экзаменатор ЭЮ1

Точность измерения прибором ± 2 мм. Основные размеры прибора $720 \times 200 \times 190$ мм, масса его 2,5 кг.

Центр ЦШ1 с целиком используется при определении взаимного расположения проводников на горизонтах нулевой площадки и околоствольного двора.

Для юстировки датчиков углов отклонений и для проверки их работы в процессе эксплуатации служит экзаменатор ЭЮ1, показанный на рис. 4.38.

Экзаменатор состоит из основания 1 с тремя подъемными винтами 2. На основании помещена плата 3, имеющая два подъемных винта 4 и один измерительный винт 5. Подъемные винты платы и основания устанавливаются на подпятники и закрепляются контргайками. Измерительный винт снабжен лимбом 6. Рядом с ним установлен индекс 7, несущий шкалу грубого отсчета. Измерительный винт опирается на шаровую пяту основания. На плате помещен поворотный столик 8, на который ставится юстируемый датчик 9. К столику жестко прикреплен кронштейн 10, на конце которого находятся патрон 11 с электролампочкой и шкала 12 с диафрагмой. Фиксация поворотного столика в рабочих положениях производится

фиксатором 13. Для закрепления столика в этих положениях служит гайка, находящаяся под платой. С целью уменьшения давления на измерительный винт между основанием и платой установлена спиральная пружина. Для предохранения измерительного винта от ударов и пыли служит съемный колпак 14.

Грубое выставление основания и платы в горизонтальное положение производится по круглым уровням 15, а контроль точного выставления поворотного столика выполняется с помощью накладного цилиндрического уровня 16. Питание электролампочки осуществляется от внешнего источника напряжением 2,5 В.

Цены деления измерительного винта 2'', цилиндрического уровня 10'', круглого уровня 5'. Основные размеры прибора 690 × 240 × 235 мм, масса его 8 кг.

Юстировочный прибор ПЮ1 предназначен для регулировки прибора СУ2 в лабораторных условиях. Он состоит из основания, корпуса с платформой, электродвигателя и защитного кожуха. Основание снабжено тремя подъемными винтами и круглым уровнем. Платформа имеет две платы. Задняя плата установлена в корпусе на двух полуосях, передняя плата соединена с задней платой полуосью. Посредством двух винтовых механизмов, расположенных в нижней части корпуса, прибор СУ2, прикрепленный к платформе, наклоняется в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Для вращения входной оси прибора СУ2 при получении контрольных записей в лабораторных условиях служит электродвигатель. Грубая установка основания юстировочного прибора в горизонтальное положение выполняется по круглому уровню. Контроль точного выставления прибора СУ2 в вертикальное положение производится по шкале прибора СУ2 с погрешностью $\pm 20''$. Основные размеры прибора ПЮ1 550 × 430 × 360 мм, масса его 7,5 кг.

Юстировочный стенд ЮС1 предназначен для выставления в рабочее положение приборов СУ2 на каретках КД2, для проверки работы отдельных узлов аппаратуры и для произ-

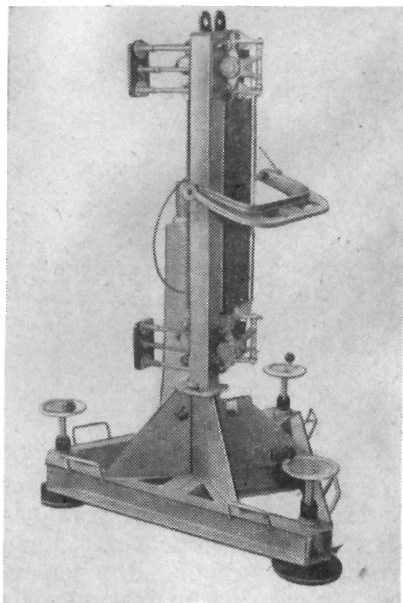


Рис. 4.39. Юстировочный стенд ЮС1

водства контрольных записей фотограмм углов отклонений и диаграмм расстояний.

Внешний вид юстировочного стенда показан на рис. 4.39. Он состоит из основания с тремя подъемными винтами, размещенными друг относительно друга под углом 120° , и колонны прямоугольного сечения, установленной в средней части основания. Подъемные винты упираются в подпятники и фиксируются гайками. Для поворота подъемных винтов служат рукоятки. В верхней и нижней частях колонны находятся лобовые и боковые опорные площадки.

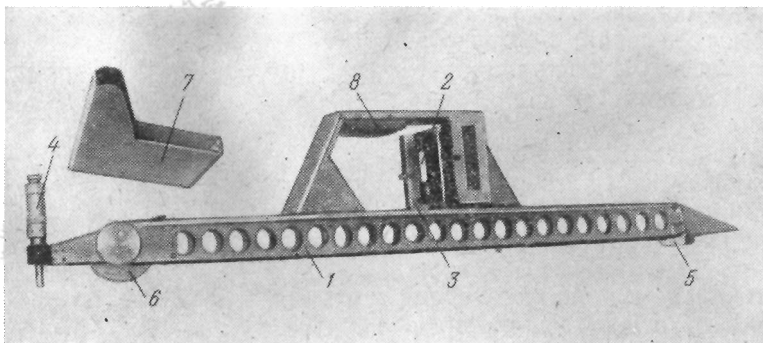


Рис. 4.40. Уклономер У2

Колодки обеспечивают установку на стенде каретки с роликовыми захватами для коробчатых проводников. Каретка удерживается на стенде струбиной. Для перемещения юстировочного стенда служат ролики, расположенные в нижней части основания.

Грубая установка колонны стенда в вертикальное положение производится по круглому уровню. Для точного выставления колонны в вертикальное положение служит уклономер У2. Контроль положения прибора СУ2 на каретке, установленной на стенде, выполняется по шкале прибора СУ2 с погрешностью $\pm 30''$. Основные размеры стенда $1000 \times 870 \times 340$ мм, масса его 65 кг.

Уклономер У2 предназначен для контроля вертикальности юстировочного стенда ЮС1. Он представляет собой корпус 1 (рис. 4.40), состоящий из двух стальных уголков, которые обеспечивают жесткость конструкции. В средней части корпуса помещен цилиндрический уровень 2, защищенный щитком 3. На одном конце уклономера установлен измерительный винт 4, на другом — призма 5. Расстояние между измерительным винтом и призмой равно величине базы каретки КД2. Для предварительной быстрой установки стенда в нужное положение служит эксцентрик 6. При переноске и хранении уклономера измерительный винт закрывается щитком 7. Для переноски прибора предназначена ручка 8.

Средняя квадратическая погрешность измерения уклономером углов отклонений стенда от вертикали $\pm 10''$. База уклономера 859,5 мм. Основные размеры прибора $880 \times 170 \times 65$ мм, масса его 3 кг.

Интегратор СВ8 предназначен для построения профилей по фотограммам углов отклонений проводников от вертикали.

Принципиальная схема построения профиля показана на рис. 4.41. Через одинаковые интервалы, равные в определенном масштабе базе b — расстоянию между ведущими роликами каретки, производится последовательное суммирование отрезков $a_0, a_1, a_2,$

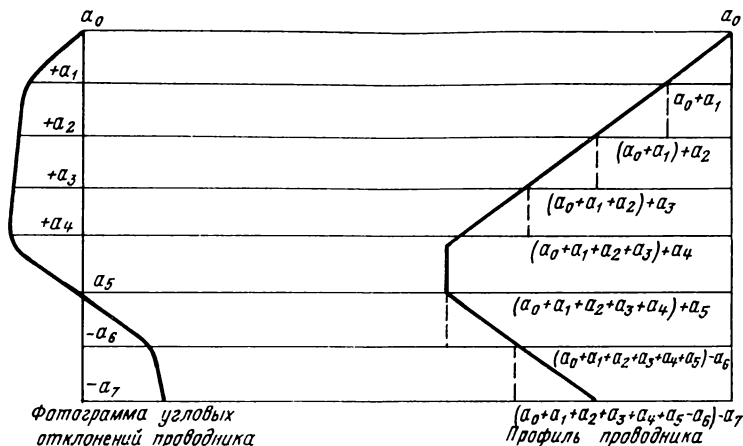


Рис. 4.41. Принципиальная схема построения профилей по фотограмме углов отклонений проводников от вертикали

$a_3, \dots, a_n$ от базовой линии до кривой на фотопленке со знаком плюс или минус, в зависимости от расположения кривой относительно базовой линии. Конструкция интегратора и его внешний вид показаны на рис. 4.42 и 4.43.

Интегратор состоит из суммирующего устройства, выполняющего алгебраическое суммирование углов отклонений через интервалы, равные величине базы каретки в масштабе $1 : 500$; лентопротяжного механизма, производящего одновременную одномаштабную дискретную протяжку фотопленки и бумаги для записи профиля; механизма наведения, с помощью которого производится совмещение марки с кривой углов отклонений и биссектора с базовой линией; электрической части, обеспечивающей автоматическое интегрирование и автоблокировку, благодаря которой устраняется возможность повторения одной и той же операции суммирования или перемещения фотопленки с бумажной лентой.

Суммирующее устройство содержит насаженные на ось 1 диск 2, рычаги 3, 4, рычаг-ограничитель 5, соединенный с рычагом 6, сек-

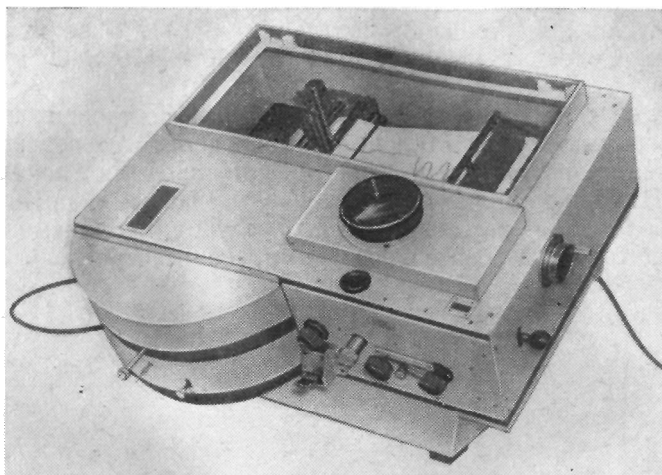


Рис. 4.42. Внешний вид интегратора СВ8

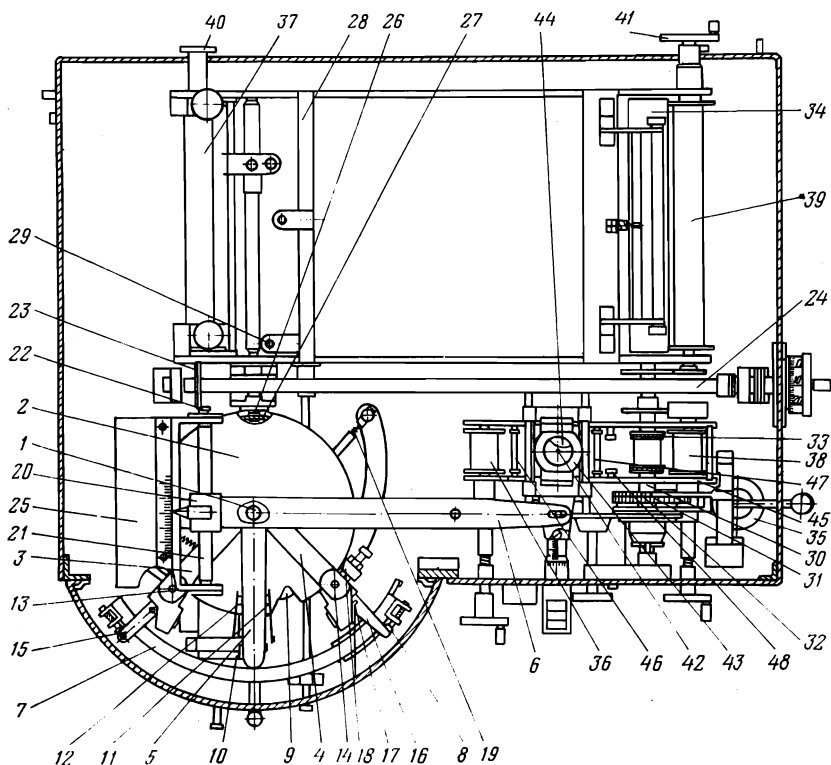


Рис. 4.43. Конструкция интегратора СВ8

тор 7 с двумя подпружиненными ограничителями 8 и жестко связанное с сектором коническое зубчатое колесо 9, которое приводится в зацепление с коническим колесом редуктора, связанного с двигателем 10. Коническое зубчатое колесо редуктора установлено на конце штока 11. Сектор снабжен рукояткой 12 для интегрирования вручную. На рычагах 3, 4 закреплены оси 13, 14 с захватами 15, 16, отведение захватов от диска в нерабочем положении производится пружинами 17. Упоры 18 ограничивают ход рычагов 3, 4, в исходное положение они отводятся пружинами 19. Рычаг 6 связан с отсчетным барабаном посредством гайки 20, винта 21, пары конических зубчатых колес 22, 23 и валика 24. На барабане закреплено кольцо со шкалой точного отсчета. Индекс нанесен на кольцо, прикрепленном к корпусу прибора. На стойке 25 помещена шкала грубого отсчета, гайка 20 снабжена индексом. Диск 2 посредством пары конических зубчатых колес 26, 27 и редуктора связан с винтом, по которому перемещается гайка с пером записи. Другое перо жестко закреплено в средней части стойки 28 и служит для записи базовой линии. На этой же стойке помещено третье перо 29 для отметки расстрелов, связанное со штоком. Под перьями установлен столик.

Лентопротяжный механизм содержит вал 30, на котором насажены храповое колесо 31 и колесо 32 с плоской пружиной, обеспечивающие постоянную дискретность перемещения фотопленки и бумажной ленты (через 1,72 мм), зубчатый барабан 33 для протяжки фотопленки и барабан 34 для протяжки бумажной ленты. Лентопротяжный механизм приводится в движение вручную нажатием на рычаг, связанный с храповым колесом посредством собачки, или электромагнитом 35 при автоматическом интегрировании. Сматывающие 36, 37 и приемные 38, 39 катушки с фотопленкой и бумажной лентой установлены на полуосях. Подпружиненные полуоси снабжены рукоятками 40, 41. Для устранения проскальзывания бумажной ленты служат валики, которые под действием пружины прижимают ленту к барабану 34.

Механизм наведения включает марку 42 в виде кружка с точкой, нанесенную на стеклянной пластине в оправе 43. Оправа установлена в салазках, связанных с рычагом 6, который приводится в движение поворотом барабана. Под пластиной с маркой находится стеклянная пластина 44 с биссектором. Оправа этой пластины перемещается в салазках относительно корпуса каретки 45 посредством измерительного винта. Каретка 45 с фотопленкой перемещается в направляющих. Фотопленка проходит между стеклянными пластинами с маркой и биссектором по валикам 46, 47 и поджимается сверху роликами 48. Для вывода фотопленки из зацепления с зубчатым барабаном служит рукоятка.

Принципиальная электрическая схема интегратора показана на рис. 4.44. Она содержит электродвигатель МН-145 (М1), счетчик импульсов ЭМС (ІР1), электромагнит У1, электромагнитную кнопку КМС-2 (S4), контакты S1, S2, S3, электромагнитные реле

РС4-52 ($K1$, $K2$), конденсаторы МБМ ($C1$, $C2$, $C3$), резисторы ПЭВ ($R1$, $R2$) и выпрямитель ($E1$) для питания электрической схемы от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В. Для включения электрической схемы служит кнопка $S4$. Подсветка фотоленты осуществляется электролампочкой ($H2$).

Работает интегратор следующим образом. Поворотом барабана, наблюдая через окуляр, наводят марку на кривую углов отклонений, записанную на фотопленке. При этом связанный с барабаном рычаг поворачивает рычаг-ограничитель на определенный угол. Суммирование углов отклонений производится последовательными поворотами сектора и диска 2 (см. рис. 4.50), увлекаемого захватами в одну и другую сторону до соприкосновения рычагов с рычагом-ограничителем.

Если марка находится в центральной части пленки, на базовой линии, то рычаг-ограничитель остановится в таком положении, что при последовательном перемещении рычагов до соприкосновения с ним диск повернется захватами в обе стороны на одинаковые углы. Суммарный угол поворота диска равен 0

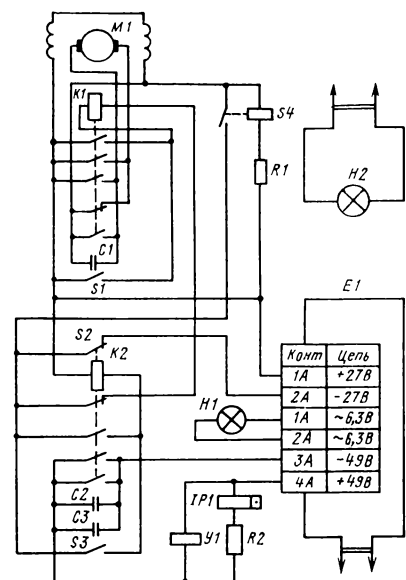


Рис. 4.44. Принципиальная электрическая схема интегратора СВ8

$$\alpha_1 + (-\alpha_1) = 0. \quad (4.20)$$

При каком-то положительном угле рычаг-ограничитель остановится в таком положении, что при перемещении рычагов один из захватов повернет диск на больший угол. Суммарный угол поворота диска

$$(\alpha_1 + \Delta\alpha_1) + (-\alpha_1 + \Delta\alpha_1) = 2\Delta\alpha_1. \quad (4.21)$$

При отрицательном угле поворота диска

$$(\alpha_1 - \Delta\alpha_1) + (-\alpha_1 - \Delta\alpha_1) = -2\Delta\alpha_1. \quad (4.22)$$

Поворот диска передается винту, по которому перемещается гайка с установленным на ней пером записи профиля.

Автоматическое интегрирование включает следующий цикл операций. При нажатии на педаль, связанную с электромагнитной кнопкой $S4$, замыкается электрическая цепь электромагнита кнопки $S4$ и включается электродвигатель $M1$, с ротором которого связан сектор. Сектор вместе с диском 2 (см. рис. 4.50) поворачивается

до соприкосновения рычага с рычагом-ограничителем, при этом замыкаются контакты *S3* и срабатывает реле *K1*, происходит реверс электродвигателя. В результате сектор и рычаг поворачиваются до соприкосновения с рычагом-ограничителем, замыкаются контакты *S3*, срабатывает реле *K2*, отключая реле *K1* и поднимая контакты *S2* в крайнее верхнее положение, замыкается цепь электромагнита *У1* и счетчика *IP1* числа интегрирований. При этом срабатывает реле *K2*, отключая реле *K1* и поднимая контакты *S4* в крайнее верхнее положение, замыкается цепь электромагнита *У1*

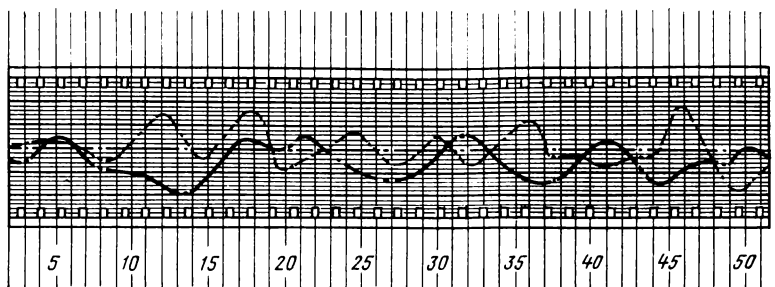


Рис. 4.45. Палетка ПБ12 с фотограммой углов отклонений проводников

и счетчика *IP1* числа интегрирований. При срабатывании реле *K2* снова происходит реверс электродвигателя и сектор возвращается в исходное положение, размыкая контакты *S2*. Электрическая цепь прибора полностью размыкается, и элементы возвращаются в исходное положение.

Для записи профиля используется бумажная лента для счетных машин шириной 200 мм.

Масштаб записи профиля: поперечный — 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3; продольный — 1 : 500. Средняя квадратическая погрешность определения отклонений пролетов проводников ± 2 мм. Основные размеры прибора $670 \times 510 \times 180$ мм, масса его 60 кг.

П а л е т к а ПБ12 предназначена для дешифрирования фотограмм углов отклонений проводников, записанных прибором СУ2.

На рис. 4.45 показана палетка с фотограммой. Она представляет собой стеклянную пластинку с нанесенной на ней сеткой, состоящей из продольных и поперечных линий. Поперечные линии нанесены на всей рабочей площади палетки на расстоянии 1,72 мм друг от друга (что соответствует базе каретки в масштабе 1 : 500). Каждая пятая линия выделена и оцифрована. Продольные линии расположены в центральной части палетки. Осевая (центральная) линия нанесена пунктиром. По обе стороны от нее проведено по 15 линий, отстоящих одна от другой на 2 мм, каждая пятая линия выделена. Для удобства пользования стеклянная пластина снаб-

жена четырьмя головками. Основные размеры палетки $260 \times 112 \times 5$ мм, масса ее 0,4 кг.

Аппаратура ИЗПІ для измерения износа проводников. Для получения полной картины состояния армировки шахтного ствола необходимо, кроме профилей проводников и ширины колеи, знать износ проводников. Для измерения износа проводников служит аппаратура ИЗПІ, которая включает два самописца, выполняющих одновременно непрерывную регистрацию износа двух проводников раздельно с каждой стороны, распорное и подвесные устройства.

Самописец состоит из основания 21 (рис. 4.46), в верхней и нижней частях которого установлены ведущие ролики 12, 23, опирающиеся на лобовую поверхность проводника, и базирующие боковые ролики 14, 22, размещенные с одной стороны основания. С противоположной стороны находится ролик 6, прижимаемый к боковой поверхности проводника посредством спаренных рессор 1, 2. Рессора 1 в средней части связана с основанием, а рессора 2 — с держателем 4 ролика 6. Рессоры шарнирно соединены между собой. На держателе прижимного ролика установлено перо записи 5, имеющее возможность перемещаться в направлении, перпендикулярном к направлению движения парафинированной бумажной ленты, на которой

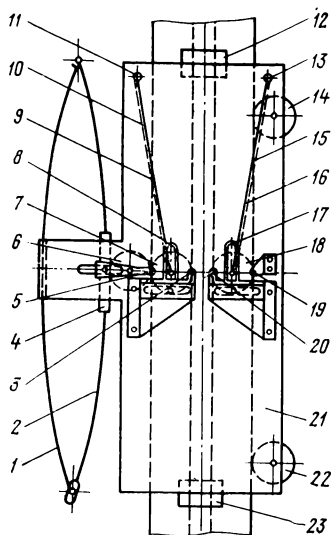


Рис. 4.46. Конструкция самописца аппаратуры ИЗПІ для измерения износа проводников

производится запись. Перо расположено в точке касания роликов 6 к проводнику. На расстоянии 0,3 мм от пера 5 на основании установлено перо для записи номинальной ширины проводника.

С обеих сторон основания симметрично размещены две пары рычагов 9, 10 и 15, 16, закрепленные соответственно на осях 11, 13. Свободные концы рычагов 10, 15 снабжены роликами 7, 18, прокатываемыми по поверхностям шейки проводника. Ролики прижимаются к проводнику спиральными пружинами, находящимися на осях 11, 13. На концах рычагов 9, 16 закреплены пальцы, входящие в пазы кулис 8, 17. Кулисы с перьями записи 3, 20 закреплены на основании с возможностью перемещения в направлении, перпендикулярном к направлению движения бумажной ленты.

Со стороны боковых базирующих роликов на пересечении прямой, соединяющей точки касания этих роликов с проводником, и линии, по которой перемещаются перья записи, установлено базовое перо 19. С базовым пером связан отметчик расстрелов. При

соприкосновении отметчика с расстрелами перо смещается в направлении, перпендикулярном к направлению движения бумажной ленты, и записывает на ней поперечные штрихи длиной 2—3 мм. Отметчик расстрелов представляет собой рычажную систему.

При движении аппаратуры по проводникам записывающие перья 5, 3, 20 копируют на парафинированной бумажной ленте перемещение соответствующих роликов 6, 7, 18.

Лентопротяжный механизм самописца приводится в движение от ведущих роликов 12, 23. На осях ведущих роликов соосно установлены храповики и жестко связанные с ними конические колеса, с которыми входят в зацепление конические колеса, насаженные на ось червяка. Червячное зубчатое колесо закреплено на оси соосно с мерным барабаном, который протягивает бумажную ленту пропорционально пройденному аппаратурой пути. Подмотка ленты производится приемной катушкой, фрикционно связанной с мерным барабаном посредством цилиндрических зубчатых колес. Для надежного прилегания ленты к барабану служит подпружиненный валик. Лентопротяжный механизм самописца обеспечивает протяжку ленты в одном направлении независимо от направления движения аппаратуры благодаря тому, что на мерный барабан передается вращение то от одного, то от другого ведущего ролика. Ручная подмотка ленты производится поворотом валика червяка. В самописце предусмотрено устройство для отведения прижимного ролика от проводника.

Для одновременного измерения износа двух проводников одного отделения используются два самописца. Связь между ними осуществляется распорным устройством, обеспечивающим прижим ведущих роликов к проводникам. Распорное устройство включает набор телескопических штанг, обеспечивающих использование аппаратуры на проводниках с шириной колеи от 0,4 до 3 м. Подвесные устройства служат для подвески самописцев под подъемным сосудом или для установки их на крыше сосуда.

Аппаратура ИЗП1 рассчитана на применение ее в шахтных стволах с односторонним или двухсторонним расположением проводников любого типа.

База прибора 300 мм. Масштаб записи износа проводников и его ширины 1 : 1, продольный масштаб 1 : 500. Максимальная глубина ствола, в котором производится измерения без перезарядки прибора, 1700 м. Средняя квадратическая погрешность измерения износа $\pm 0,5$ мм. Основные размеры самописца $390 \times 215 \times 160$ мм, масса его 2,1 кг.

**Приборы для профильной съемки
стенок шахтных стволов и измерения зазоров безопасности
в шахтных стволах**

Прибор ПС1 для съемки стенок шахтных стволов (рис. 4.47) предназначен для измерения расстояний от проводников до стенок шахтных стволов. Принцип работы при-

бора основан на фотографировании светового пятна, проецируемого осветителем на стенку ствола. Принципиальная оптическая схема прибора показана на рис. 4.48.

Прибор (см. рис. 4.47) состоит из фотокамеры 12 с широкоугольным объективом 9 и осветителя 1, которые устанавливаются на каретке, перемещаемой по проводникам. Оптическая ось объектива фотокамеры (см. рис. 4.48) направлена вдоль проводника, а оптическая ось объектива осветителя расположена перпендикулярно к ней на расстоянии b от передней главной плоскости объектива фотокамеры (F — передний фокус, F' — задний фокус). На рас-

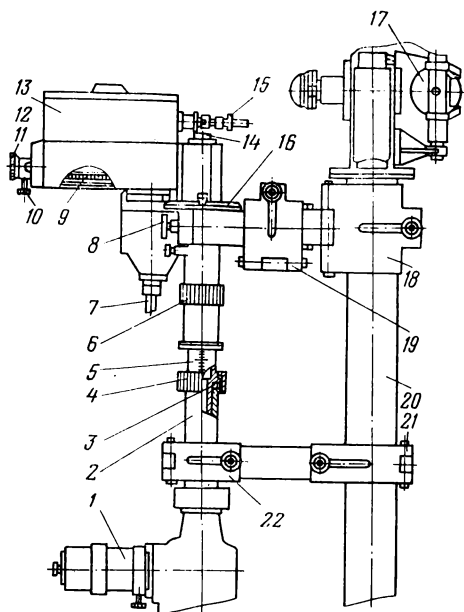


Рис. 4.47. Чертеж общего вида прибора ПСИ на каретке

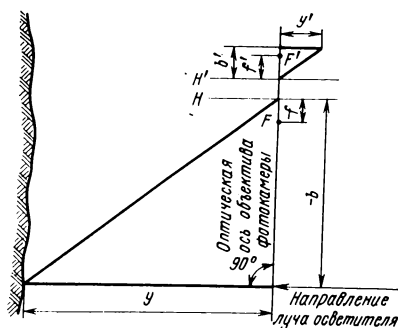


Рис. 4.48. Принципиальная оптическая схема прибора ПСИ для съемки стенок

стоянии b' от задней главной плоскости H' находится фотопленка, приводимая в движение от ведущего колеса каретки. Световое пятно, отраженное от стенки ствола, записывает на перемещающейся фотопленке непрерывную кривую. Прибор обеспечивает линейную зависимость изменения расстояний y' между базовой линией и записываемой кривой на фотопленке от изменения расстояний y между оптической осью объектива фотокамеры и стенкой ствола.

Диапазон измерения расстояний от 0 до 3 м. Поперечный масштаб записи расстояний 1 : 25 или 1 : 50. Продольный масштаб 1 : 500.

Фотокамера прибора состоит из широкоугольного объектива, лентопротяжного механизма и устройства для его поперечного перемещения, механизма ручной подмотки фотопленки, механизма записи базовой линии и механизма преобразования двухстороннего вращения входной оси прибора в одностороннее вращение

зубчатого барабана, перемещающего фотопленку. В фотокамере использован широкоугольный объектив «Руссар МР-2» с фокусным расстоянием $f' = -f = 20$ мм, относительным отверстием $1:5,6$, полем зрения $2\Pi-95^\circ$.

Лентопротяжный механизм служит для протягивания фотопленки пропорционально пройденному пути. На рис. 4.49 показана

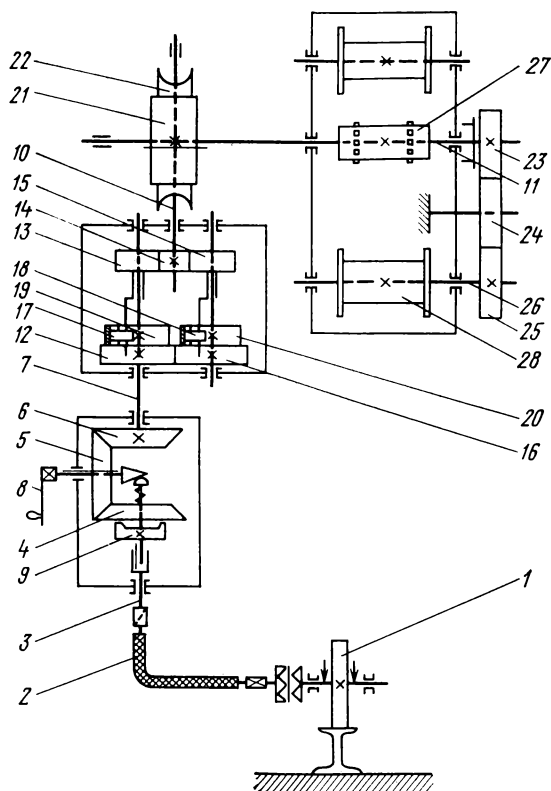


Рис. 4.49. Кинематическая схема прибора ПС1:

1 — ведущее колесо каретки; 2 — гибкий вал; 3 — входная ось прибора; 4, 5, 6 — конические зубчатые колеса механизма ручной подмотки фотопленки; 7, 10, 11 — валы; 8 — рукоятка; 9 — фланец; 12, 13, 14, 15, 16 — цилиндрические зубчатые колеса механизма преобразования двухстороннего вращения входной оси прибора в одностороннее вращение зубчатого барабана; 17, 18 — собачки храпового устройства; 19, 20 — храповые колеса; 21, 22 — червячная пара; 23 — цилиндрическое зубчатое колесо, фрикционно насаженное на ось зубчатого барабана; 24, 25 — цилиндрические зубчатые колеса, связывающие колесо 23 с осью приемной катушки; 26 — подпружиненная ось приемной катушки; 27 — зубчатый барабан; 28 — приемная катушка

кинематическая схема прибора. Вращение ведущего колеса 1 каретки передается гибким валом 2 на входную ось 3 прибора, а от нее через конические зубчатые колеса 4, 5, 6 на вал 7 механизма преобразования двухстороннего вращения входной оси прибора

в одностороннее вращение зубчатого барабана лентопротяжного механизма, который позволяет протягивать фотопленку в одну сторону независимо от направления движения каретки с прибором по проводникам. Наличие такого механизма исключает необходимость переключения прибора на нижнем горизонте и дает возможность производить съемку стенок ствола при спуске и подъеме прибора без присутствия людей в стволе.

Для получения одинаковой точности измерений в диапазоне от 0 до 3 м при использовании стандартной тридцатипятимиллиметровой фотопленки обеспечена возможность поперечного перемещения лентопротяжного механизма. Корпус его перемещается по двум направляющим посредством ходового винта, который связан с отсчетным барабаном 11 (см. рис. 4.47), расположенным снаружи корпуса фотокамеры. Грубый отсчет величины перемещения лентопротяжного механизма производится по счетчику через смотровое окно. Наличие счетчика позволяет определять положение лентопротяжного механизма, не открывая крышку фотокамеры и не засвечивая фотопленку. Показания счетчика изменяются при вхождении в зацепление связанного с ходовым винтом однозубого колеса с шестерней, соединенной с цилиндрической шкалой счетчика. Точный отсчет берется по отсчетному барабану. За один оборот барабана ходовой винт перемещает лентопротяжный механизм на 2 мм. Для фиксации его в определенном положении служит стопорный винт 10 (см. рис. 4.47).

Механизм ручной подмотки фотопленки служит для отключения лентопротяжного механизма от ведущего колеса каретки и протягивания заснятой или засвеченной части фотопленки, а также для проверки работы лентопротяжного механизма. Отключение происходит при вдавливании в корпус рукоятки 8, насаженной на стержень, другой конец которого снабжен конусом. При этом конус, надавливая на сферическую головку подпружиненной оси фланца 9, связанного с коническим колесом 4, разъединяет шестерни 4 и 5. Вращение рукоятки передается на вал 7 механизма преобразования двухстороннего вращения входной оси прибора.

В крышке 13 (см. рис. 4.47) фотокамеры размещен механизм записи базовой линии. Базовая линия записывается световым лучом, идущим на фотопленку от источника света через диафрагму. Источником света служит электролампочка МН 2,5—0,15, питаемая от двух элементов 373, которые вставляются в специальное гнездо и закрываются планкой. Для регулирования силы тока в электроцепи служит переменный резистор. В связи с необходимостью поперечного перемещения лентопротяжного механизма в приборе диафрагма сделана подвижной. С целью максимального приближения ее к фотоленте диафрагма подпружинена.

К электроцепи механизма записи базовой линии через штыревой разъем подключается электроразмыкатель отметчика расстрелов, установленного на каретке. Конструкция отметчика аналогична его конструкции в станции СИ4. В момент соприкосновения гибкого

рычага отметчика со скобой Бриара или расстрелом происходит размыкание электроцепи, и запись базовой линии на фотопленке прерывается.

Осветитель, предназначенный для проецирования светового пятна на стенку ствола, состоит из корпуса, объектива и патрона с электролампочкой. В осветителе использован объектив малого светового указателя МСУ с фокусным расстоянием $f' = 68$ мм и относительным отверстием $1 : 1,95$. Источником света служит электролампочка СГ2 (6 В, 7,5 Вт), заключенная во взрывобезопасную оболочку. Питается электролампочка от аккумуляторных батарей. Осветитель и блок питания имеют взрывобезопасное исполнение. Корпуса фотокамеры, осветителя и блока питания герметичны.

Масштаб записи расстояний от оптической оси объектива фотокамеры до стенки ствола определяется базой прибора — b (расстоянием от передней главной плоскости объектива фотокамеры до оптической оси осветителя). С целью изменения масштаба записи в комплект прибора включены сменные штанги, связывающие фотокамеру с осветителем. Сменная штанга 2 вставляется в гнездо осветителя и крепится накидной гайкой, в нее вставляется штанга 5 фотокамеры, закрепляемая гайкой 4 (см. рис. 4.47). Для исключения осевого разворота сменной штанги служит шпонка 3. С целью обеспечения возможности точного выставления нужного масштаба предусмотрена регулировка базы за счет выдвижения штанги 5 поворотом рифленого кольца 6.

Каретка, на которой устанавливается прибор, состоит из основания 20 в виде полой трубы с роликовыми захватами 17 на концах.

Прибор крепится к основанию каретки хомутами 18, 19, 21, 22. Для поворота прибора вокруг вертикальной оси нужно ослабить зажимной винт 8, повернуть прибор на нужный угол, произведя отсчет угла поворота по лимбу 16, установленному на стойке прибора, и зафиксировать прибор в этом положении. Выставление оптической оси объектива фотокамеры в вертикальное положение производится по круглому уровню 14, помещенному на корпусе фотокамеры (см. рис. 4.47).

Каретка монтируется на проводниках и подвешивается под подъемным сосудом аналогично кареткам станции СИ4. Для прижима роликов к проводникам используется холостая тележка (и распорные телескопические штанги).

Максимальная глубина ствола, в котором может быть выполнена профильная съемка прибором ПС1 без его перезарядки, — 1700 м. Рабочая скорость перемещения прибора в стволе 1—2 м/с. Средняя квадратическая погрешность измерения расстояний до стенки ствола ± 5 мм при масштабе записи $1 : 25$ и ± 10 мм при масштабе $1 : 50$. Основные размеры прибора $720 \times 340 \times 280$ мм, масса его 8 кг.

Прибор ПС1 может применяться не только для профильной съемки стенок шахтного ствола, но и для измерения зазоров безопасности в стволе. Для этого прибор устанавливают не на каретку,

а крепят непосредственно к подъемному сосуду со стороны интересующего зазора между стенкой ствола или элементом армировки и выступающей частью сосуда.

Однако нецелесообразно применять прибор, имеющий диапазон измерений от 0 до 3 м, для измерения небольших расстояний (допустимая величина зазора безопасности в стволе 150 мм). Поэтому был разработан малогабаритный прибор для съемки зазоров.

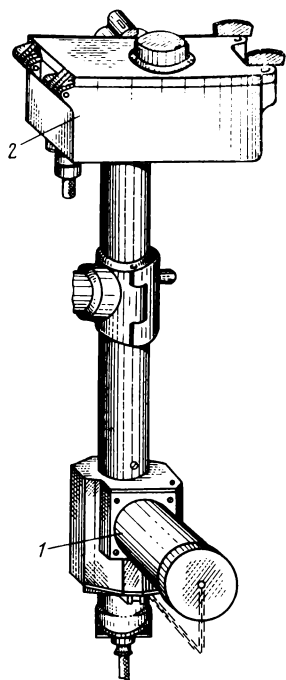


Рис. 4.50. Внешний вид прибора SZ1 для измерения зазоров безопасности в шахтном стволе

Прибор SZ1 для измерения зазоров безопасности в шахтных стволах (рис. 4.50) основан на том же принципе, что и прибор ПС1 для съемки стенок шахтных стволов. Световое пятно, проецируемое осветителем на стенку ствола, фотографируется фотокамерой с широкоугольным объективом, на движущейся фотопленке производится непрерывная запись расстояний до стенки ствола. Прибор крепится к подъемному сосуду на универсальном кронштейне. Лентопротяжный механизм прибора приводится в движение от колеса, прокатываемого по проводнику.

Узел привода (4.51) содержит основание, механизм ведущего колеса, устройство для его отвода от проводника и отметчик расстрелов. Основание 1 представляет сварную конструкцию с отверстиями под болты для крепления привода к подъемному сосуду. Ведущее колесо 2 жестко насажено на ось 3, установленную в подшипниках вилки 4. На концах оси находятся полумуфты 5 для подсоединения гибкого валика 6, передающего вращение ведущего колеса лентопротяжному механизму прибора. Вилка заканчивается полым хвостовиком 7, входящим в цилиндр 8. Цилиндр установлен на основании в двух полуосях с возможностью разворота в плоскости основания. Винт 9, входящий в продольный паз хвостовика, ограничивает его выдвигание из цилиндра. Для прижима ведущего колеса к лобовой поверхности проводника служит пружина 10. Отвод колеса от проводника осуществляется поворотом рукоятки 11, шарнирно связанной рычагом 12 со штоком 13. Шток установлен в направляющих стаканах 14. В продольный паз штока входит шпонка 15, связывающая шток с хвостовиком. Для удержания ведущего колеса в отведенном состоянии служит фиксатор 16. К вилке 4 прикреплен механизм отметчика расстрелов 17. Конструк-

ция его аналогична конструкции отметчика станции СИ4. В комплект привода входят три колеса, отличающиеся шириной обода, что позволяет работать при любом типе проводников в шахтном стволе.

Создание малогабаритного прибора потребовало решения нескольких задач одним механизмом. Два механизма, использованные в приборе ПС1 для выполнения функций подмотки заснятой или засвеченной части фотопленки и преобразования двухстороннего вращения входной оси прибора в одностороннее вращение зубчатого барабана, протягивающего фотопленку (см. рис. 4.48),

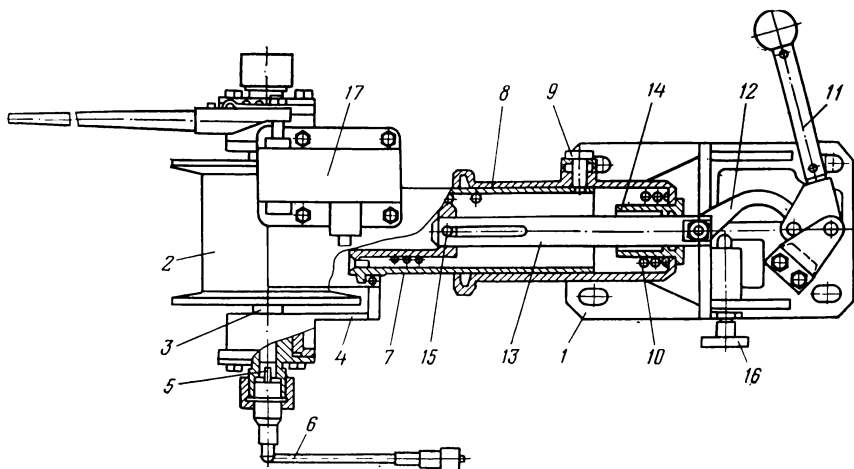


Рис. 4.51. Конструкция привода прибора СЗ1

в приборе СЗ1 заменены одним механизмом. Конструкция его показана на рис. 4.52.

Коническое колесо 1, ось которого снабжена рукояткой 2, связано с коническими колесами 3, 4, насаженными на входную центральную ось 5 прибора. Связь этой оси с одним из конических колес осуществляется посредством двух одинаковых полумуфт необратимой передачи, показанных в сечениях А—А и В—В. Муфты содержат храповики 6, 7 с зубьями, нарезанными на внутренних частях колес 3, 4, и втулки 8, 9, насаженные на центральную ось, к втулкам прикреплены плоские пружины 10, 11, упирающиеся в зубья храповиков. Со ступицей конического колеса 3 соединена выходная полуось 12. Механизм помещен в корпус 13. При спуске или подъеме прибора по стволу вращение ведущего колеса, прокатываемого по проводнику, передается гибким валом на входную центральную ось, с которой в зависимости от направления ее вращения посредством одного из храповых устройств входит в зацепление коническое колесо 3 или 4. Вращение центральной оси по часовой стрелке заставляет выходную полуось вращаться против

часовой стрелки. Направление вращения выходной полуоси не изменится и при вращении центральной оси против часовой стрелки. Вращение выходной полуоси передается приемной катушке через червячную пару и систему зубчатых колес, фрикционно связанных с приемной катушкой.

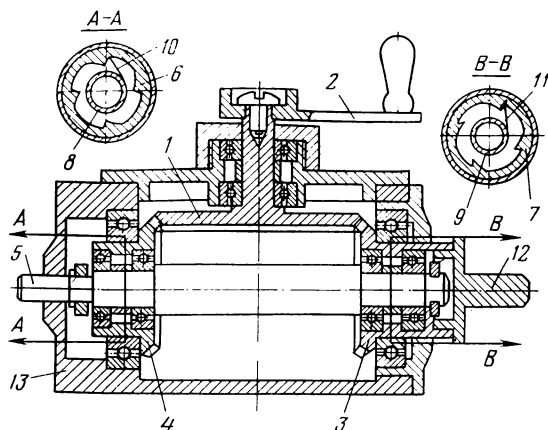


Рис. 4.52. Конструкция преобразующего механизма прибора СЗ1

В фотокамере прибора использован широкоугольный объектив МР2. Диапазон измеряемых прибором расстояний от 0 до 0,5 мм. С целью расширения диапазона измерений до 1,5 м без увеличения

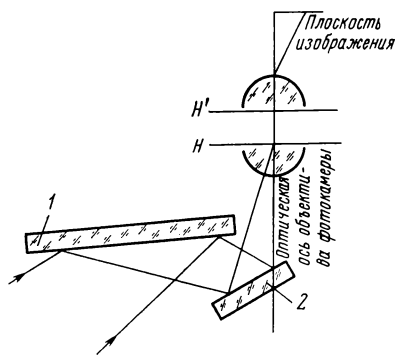


Рис. 4.53. Принципиальная оптическая схема прибора СЗ1

габарита прибора разработана зеркальная насадка на объектив фотокамеры. Насадка представляет собой два плоских зеркала 1, 2 (рис. 4.53), размещенных так, что лучи, идущие от спроецированного осветителем на стенку ствола светового пятна, находящегося на краю поля зрения объектива, попадают в плоскость его изображения на оптическую ось. На рис. 4.53 показана схема хода лучей в приборе с насадкой.

В приборе используется стандартная тридцатипятимиллиметровая фотопленка. Масштаб записи расстояний от оптической оси

глубина контролируемых стволов 1700 м. Основные размеры прибора $650 \times 240 \times 180$ мм, масса его 3,8 кг.

Приборы ПС1 и СЗ1 могут быть использованы для профильной съемки стенок и измерения зазоров безопасности в вертикальных и наклонных шахтных стволах, а также для съемки стенок и измерения зазоров между подвижным составом и крепью в вертикальных выработках.

4.4. Приборы для контроля и исправления искривленных проводников

Материалы профильной съемки проводников станцией СИ дают наглядное представление о положении проводников в стволе, позволяя оценивать состояние армировки без камеральной обработки результатов измерений. При одном прокатывании аппаратуры по стволу получают непрерывную запись углов отклонений двух проводников в лобовой и боковой плоскостях и расстояний между этими проводниками. Фотограммы углов отклонений и диаграммы расстояний дают полную картину искривления проводников не только на ярусах, но и между ними. Они позволяют составить точный проект по исправлению армировки. Большим достоинством аппаратуры является то, что материалы съемки могут быть использованы сразу после выхода аппаратуры из ствола без последующей их обработки.

Имея на фотограммах отметки расстрелов, можно легко определить величину и место недопустимого искривления проводников и принять необходимые меры по ликвидации искривления или его сглаживания. При таком оперативном анализе фотограмм нужно иметь в виду следующее:

участки кривой, совпадающие с базовой линией, соответствуют вертикальным участкам профиля;

пересечения кривой с базовой линией указывают на изменение знака наклона проводника (если точка пересечения кривой с базовой линией находится между ярусами, это говорит о криволинейности рельса проводника или его коробки; если же точки пересечения лежат на ярусе, то имеет место смещение расстрелов);

извилистая кривая с небольшими амплитудами, многократно пересекающая базовую линию, отражает практически идеальный случай навески проводника, поскольку добиться строгой вертикальности и прямолинейности проводника невозможно;

участок кривой, параллельный базовой линии, указывает на то, что здесь проводник, сохраняя прямолинейность, наклонен под определенным углом, соответствующим расстоянию между кривой и базовой линией;

острые пики кривой указывают на резкие отклонения проводника.

По фотограмме можно также, не прибегая к построению профилей, обнаружить недопустимые искривления проводников, для

чего достаточно по обе стороны от базовой линии провести на фотограмме линии, отстоящие от нее на 5 мм, что соответствует допустимому углу отклонения двух последовательно расположенных пролетов проводника, равному $10'$. Участки кривой, выходящие за пределы ограниченной этими линиями зоны допустимых отклонений в пределах смежных ярусов, укажут на места с неудовлетворительным состоянием армировки.

При необходимости по отдельным участкам фотограмм могут быть построены профили, начиная с любого горизонта. Задача исправления проводников может решаться как на основании построенного по кривым углов отклонений профиля проводников, так и непосредственно по фотограммам. Исправление армировки по профилям требует навески отвесов. В условиях эксплуатационных шахт применение отвесов, даже коротких, равных длине искривленных участков проводников, часто бывает невозможно из-за интенсивной вентиляции и сильного капежа в стволе. Поэтому целесообразно выполнять исправление искривленных проводников более простым и точным способом, используя в качестве исходного материала фотограммы углов отклонений и диаграммы расстояний.

Для контроля исправления проводников служат рихтовочные уклономеры РУ1 и измерители расстояний ИР1.

Внешний вид рихтовочного уклономера показан на рис. 4.54. Корпус прибора выполнен в виде полой трубы 1, на обоих концах которой находятся роликовые захваты 2, 3. Верхние и нижние захваты имеют по одному прижимному ролику и по два базирующих, оси которых жестко связаны с основанием и расположены взаимно перпендикулярно. База уклономера — расстояние между осями верхних и нижних роликов — 859,5 мм. Внутри полой трубы вмонтированы датчики, размещенные один над другим и развернутые друг относительно друга на 90° для одновременного измерения углов отклонений проводников в лобовой и боковой плоскостях. В нижней части основания находится зажимное устройство 4, фиксирующее прибор неподвижно на проводнике.

Чувствительный элемент датчика (рис. 4.55, а) выполнен в виде пластины 1 с нанесенной на ней шкалой, к торцам пластины прикреплены верхними концами две одинаковые плоские пружины 2, 3, установленные параллельно друг другу и закрепленные нижними концами в основании 4. Чувствительный элемент помещен

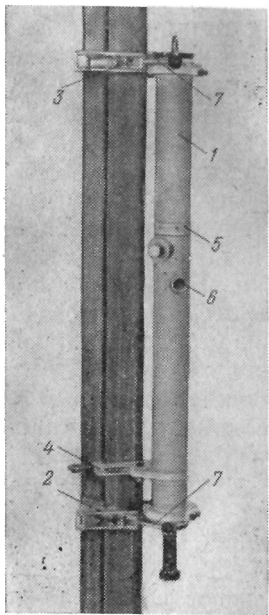


Рис. 4.54. Внешний вид рихтовочного уклономера РУ1

в корпус 1 (рис. 4.56). На уровне шкалы в корпусе установлен индекс 5 в виде вертикальной нити в защитное стекло 3. Предусмотрена подсветка шкалы. Лучи, идущие от электролампочки, отражившись от поворотного зеркала, падают на шкалу. Корпус датчика залит демпфирующей полиметилсилоксановой жидкостью ПМС100. Для устранения избыточного давления в корпусе при из-

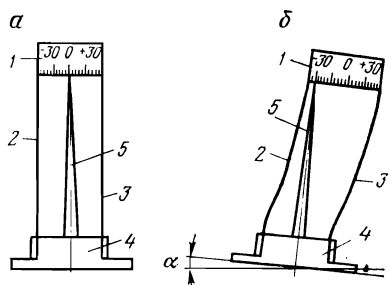


Рис. 4.55. Принципиальная схема работы чувствительного элемента рихтовочного уклономера РУ1

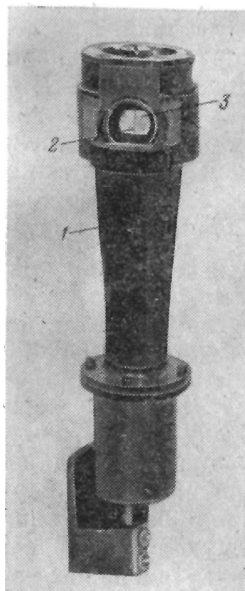


Рис. 4.56. Датчик рихтовочного уклономера РУ1

менении температуры окружающей среды нижняя часть внутренней полости корпуса соединена с сильфоном. Корпус закрыт крышкой с двумя отверстиями, одно из которых предназначено для заливки жидкости, другое — для выхода пузырьков воздуха во время заливки.

Для обеспечения возможности выставления датчиков в вертикальное положение корпус его в нижней части прикреплен к упругому стержню, установленному на внутренней стенке основания. Выставляются датчики посредством винтов, упирающихся в корпус датчика, винты устанавливаются с контргайками и предохраняются кольцом 5. Для отсчитывания по шкалам служит вмонтированный в корпус окуляр 6.

Работа чувствительного элемента видна из рис. 4.55. При вертикальном положении прибора индекс 5 стоит на нулевом делении шкалы. При наклоне прибора на угол α (рис. 4.55, б) на этот же угол наклоняется основание чувствительного элемента. За счет смещения центра тяжести пластины 1, на которой нанесена шкала,

изгибаются плоские пружины 2, 3 и пластина смещается параллельно самой себе.

Зависимость смещения шкалы относительно индекса при наклоне основания датчика на угол α имеет вид

$$f = 2 \operatorname{tg} \alpha \left[\sqrt{\frac{2EJ}{P \cos \alpha}} \operatorname{tg} \left(\frac{l}{2} \sqrt{\frac{P \cos \alpha}{2EJ}} \right) - \frac{l}{2} \right], \quad (4.23)$$

где f — величина смещения шкалы, м; α — угол наклона основания датчика, . . . °; P — вес пластины со шкалой, Н; E — модуль упругости материалов упругих пластин, Па; J — момент инерции поперечного сечения упругой пластины, м⁴; l — длина упругой пластины, м.

Варьируя значениями величин P , J и l , получают нужное соотношение смещения шкалы и наклона основания датчика. При этом необходимо соблюдение условия устойчивости пластин чувствительного элемента

$$P < 2\pi^2 E \frac{J}{l^2}. \quad (4.24)$$

Работа с прибором заключается в следующем (см. рис. 4.61). Перед производством измерений прибор устанавливают на проводнике. Для этого поворотом рукояток 7 верхнего и нижнего захвата отводят рычаги, несущие прижимные ролики. Приводя в соприкосновение с проводником базирующие ролики, отпускают рукоятки и фиксируют прибор на проводнике зажимным устройством. Через окуляр берут по шкалам отсчеты углов отклонений проводника в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Цена деления шкалы, диапазон измерений 2°, средняя квадратическая погрешность измерений $\pm 1'$.

При исправлении искривленных проводников в стволе поступают следующим образом: ослабляют крепление проводника на расстреле, перемещают проводник (вместе с прибором) в двух плоскостях до тех пор, пока индексы датчиков не совместятся с нулевыми делениями на шкалах (в случае приведения проводника в вертикальное положение) или пока на шкалах не установятся отсчеты, соответствующие проектным углам отклонений проводника на данном участке. После этого проводник закрепляют на расстреле. Одновременно исправляют положение двух проводников одного отделения, используя два рихтовочных уклономера. При этом ширину колеи контролируют измерителем расстояний ИР1 (см. рис. 4.36).

Применение приборов РУ1 и ИР1 значительно сокращает время измерений в стволе, повышает скорость выполнения работ и точность измерений при рихтовке проводников. Особенно эффективно применение приборов при наличии регулируемой армировки, которую применяют в глубоких стволах с интенсивным режимом работы подъема, а также в стволах, подверженных влиянию очистных

работ. За счет регулирования элементов армировки достигают, если не полного их исправления, то хотя бы устранения наиболее опасных местных искривлений проводников и сужения колеи, добиваются допустимого плавного изгиба проводников.

Приборы используются при монтажных работах в стволах — новостройках, а также для контроля положения проводников на отдельных участках армировки, когда не требуется выполнение профильной съемки по всему стволу и нет необходимости использовать аппаратуру станции СИ.

4.5. Приборы и устройства для измерения углов и расстояний

Инструменты для измерения углов

Для выполнения разбивочных работ на разных стадиях монтажа шахтного подъемного комплекса и производства маркшейдерских проверок при его эксплуатации широкое применение находят теодолиты различного класса точности. Согласно стандарту (ГОСТ 10529—79) теодолиты разделяют на три класса и шесть типов: высокоточные (ТО5, Т1), точные (Т2, Т5) и технические (Т15, Т30). Индексы указывают на величину средней квадратической погрешности измерения углов из одного приема в секундах.

Из теодолитов прежних выпусков находят применение теодолиты ТБ-1, ОТШ, ТГ-5 и МГТ-30, аналогичные по точности соответственно теодолитам Т2, Т5, Т30, а также теодолиты Theo—020, Theo—030, Theo—120, изготавливаемые в ГДР, и теодолиты Те—Д1, Те—В1, Те—Д4 — в ВНР.

Инструменты и приборы для измерения расстояний

Наряду с угловыми измерениями маркшейдеру в процессе установки и эксплуатации подъемного комплекса приходится выполнять большой объем линейных измерений как на поверхности, так и в стволах и на монтажных горизонтах укосных и башенных копров. Для этой цели широко используются рулетки различного класса точности, линейки и специальные приспособления в виде шаблонов или координатометров.

Рулетки применяют двух типов: РК (рулетка на крестовине) и РГ (рулетка горная), изготовленные из обычной или нержавеющей стали. Предпочтение отдают рулеткам из нержавеющей стали, так как они могут быть использованы для измерений в агрессивных средах, например в шахтных стволах с высоким водопритокком. Согласно ГОСТ 7502—80 рулетки типа РГ должны выпускаться с длиной шкалы 20, 30 и 50 м, а рулетки типа РК — 50, 75 и 100 м. По точности нанесения шкал рулетки изготавливаются 1, 2 и 3 классов. Рулетки 1 класса используют в качестве образцовых для

компарирования рабочих рулеток методом сравнения. Рулетки 2 класса используют для контроля размеров элементов армировки копра, передвижной опалубки, основных размеров шаблонов, а также для выполнения ответственных разбивочных работ. В остальных случаях применяют рулетки 3 класса.

Для измерения расстояний между соседними расстрелами в ярусе и между соответственными проводниками может быть применен раздвижной жезл (рис. 4.57).

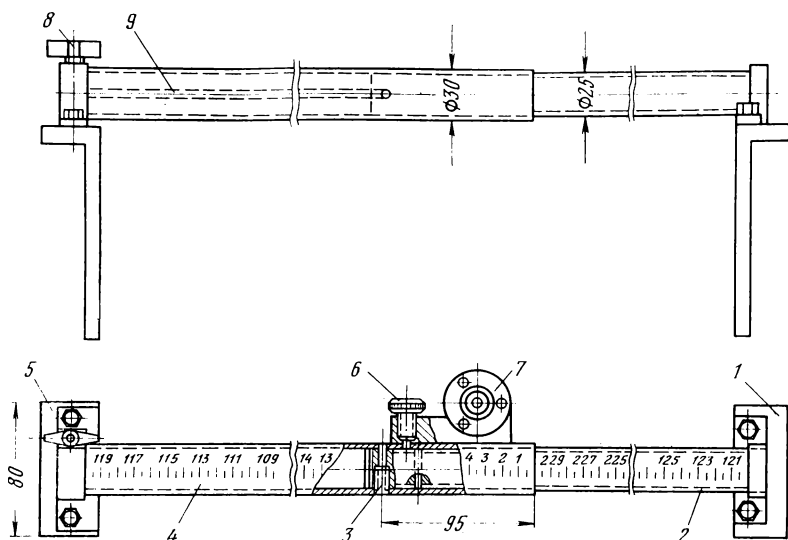


Рис. 4.57. Раздвижной жезл:

1 и 5 — упоры; 2 — внутренняя труба; 3 — штифт; 4 — наружная труба; 6 — зажимной винт; 7 — круглый уровень; 8 — винт; 9 — прорезь

Наружная и внутренняя трубы жезла, образующие телескопическое устройство, имеют шкалы с миллиметровыми делениями на всей длине соответственно 0—1200 и 1200—2300 мм с цифровым обозначением каждого сантиметра. Для измерения расстояний, не превышающих 1200 мм, внутреннюю трубу жезла вдвигают полностью во внешнюю и закрепляют винтом. Неподвижный упор прикладывают к одному расстрелу, а подвижный упор перемещают по внешней трубе до соприкосновения с полкой другого расстрела и в этом положении закрепляют с помощью винта. Измеряемое расстояние между расстрелами определяют на шкале наружной трубы по внутренней грани хомута подвижного упора. Для измерения расстояний от 1201 до 2300 мм подвижной упор перемещают в крайнее (до соприкосновения с ограничительным кольцом) положение и закрепляют винтом. Далее, выдвигая внутреннюю трубу, касаются упорами полок расстрелов и отсчитывают расстояние между ними на шкале внутренней трубы по торцевому срезу внешней

трубы. Для устранения кручения труб штифт внутренней трубы движется в прорези наружной трубы.

Для съемки методом ординат осей подъемных канатов, точек подвеса канатных проводников, а также определения величин радиального и осевого биения ручьев обода отклоняющих и направляющих шкивов многоканатной подъемной установки на практике часто используют несложный в изготовлении реечный координатометр. Такой координатометр (рис. 4.58) состоит из нивелирной рейки с длиной шкалы 1500 или 3000 мм, ординатомера и металлического уголка. Нивелирная рейка при измерении закрепляется с помощью штырей, вставляемых в отверстия 2 на пунктах вспомогательной оси, параллельной или отклоняющих шкивов. Отверстия в рейке укрепляют металлическими втулками. Основание ординатомера 3 и направляющие пластины 4 изготавли-

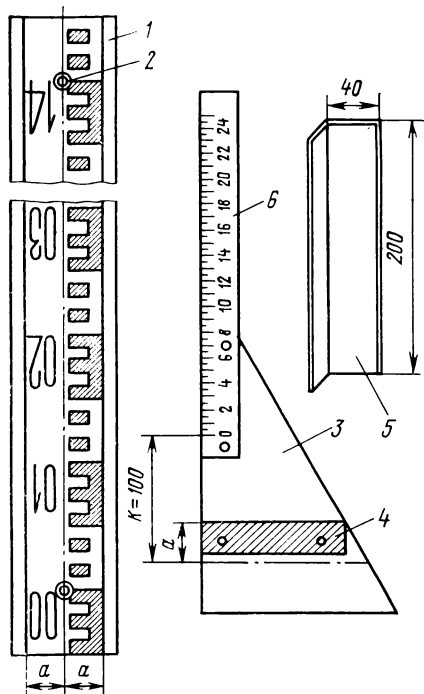


Рис. 4.58. Реечный координатометр:

1 — нивелирная рейка; 2 — отверстие для закрепления рейки; 3 — основание ординатомера; 4 — направляющая пластина; 5 — уголок; 6 — линейка ординатомера

ливают, как правило, из оргстекла. В качестве шкал ординатомера используют металлические измерительные линейки с двумя шкалами длиной 300 мм (ГОСТ 427—75). Уголок изготавливают из стали или дюралюминия. Во избежание падения в ствол во время измерений уголок и ординатометр обязательно привязываются шнуром. Положение оси каната (или другой точки) относительно вспомогательной оси определяют двумя отсчетами: на шкале нивелирной рейки по грани ординатомера и линейке ординатомера против грани уголка, прижатого к канату. ВНИМИ разработана конструкция координатометра ПР16 (рис. 4.59) со складной деревянной рейкой и металлическим ординатометром. Координатометр состоит из разъемной рейки, ординатомера, струбцин и металлического уголка. Для установки прибора в рабочее положение заводят шпильки 7 струбцин в отверстия пунктов вспомогательной оси, закрепленной параллельно оси вала направляющих или отклоняющих шкивов: укладывают рейку 1 в вилки 5 струбцин и укрепляют

Technical drawing of a mechanical assembly, likely a pump or valve mechanism, showing a side view and a detailed view of a component.

Side View (Main Drawing):

- 11:** Vertical shaft or column.
- 12:** Horizontal shaft or arm.
- 18:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the vertical shaft.
- 2:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the horizontal shaft.
- 9:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the horizontal shaft.
- 10:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the horizontal shaft.
- 3²:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the horizontal shaft.
- 4:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the horizontal shaft.

Dimensions:

- 400:** Vertical dimension from the base to the top of the vertical shaft.
- 100:** Vertical dimension from the base to the top of the horizontal shaft.
- 3000:** Horizontal dimension from the left end to the right end of the assembly.

Detail View (Top Right):

- 13:** A long, thin component (possibly a rod or pin).
- 9:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.
- 10:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.
- 5:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.
- 6:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.
- 1:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.
- 8:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.
- 7:** A component (possibly a valve or seal) mounted on the rod.

1 — корпус; 2 — рулеточное полотно с делениями от 0 до 3000 мм; 3 — зажим; 4 — направляющие; 5 — вилка; 6 — зажимной винт; 7 — шпилька; 8 — гайка; 9 — бегунок; 10 — прижимная пружина; 11 — кронштейн; 12 — шкала с делениями 100—400 мм; 13 — визирное устройство; 14 — фазовая рейка; 15 — струбуцина; 16 — ординатометр; 17 — металлический уголок; 18 — подъемный канат

4.6. Приборы для высотной съемки

Гидростатические нивелиры действуют по принципу сообщающихся сосудов. Обычно нивелир представляет собой два цилиндрических сосуда, наполненных жидкостью и соединенных между собой гибким шлангом. Превышение между точками определяют по разности уровня столбов жидкости в водомерных сосудах нивелира. Все существующие типы гидростатических нивелиров в ос-

новном отличаются способом фиксации уровня жидкости (визуально или инструментально), отсчетным приспособлением, а также точностью измерений. В маркшейдерских целях чаще всего используется шланговый нивелир технической точности типа НШТ-1.

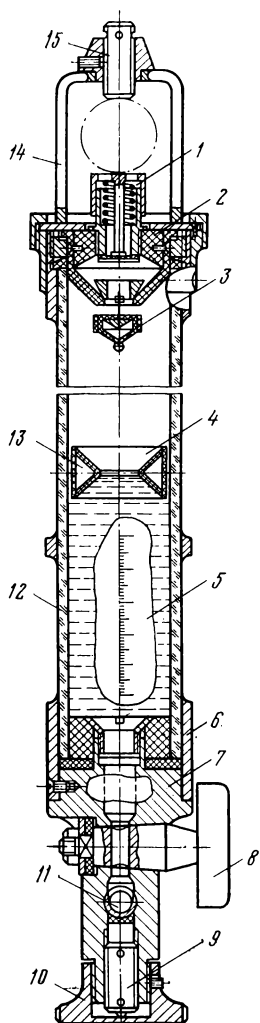


Рис. 4.60. Водомерный сосуд нивелира НШТ-1:

1 — ручной клапан; 2 — верхняя пробка; 3 — автоматический клапан; 4 — пустотелый поплавок; 5 — шкала; 6 — металлическая оправа; 7 — донная пробка; 8 — кран; 9 — внутренняя опорная пятка; 10 — плоская пятка; 11 — трубка; 12 — стеклянный цилиндр; 13 — кольцевая риска; 14 — рамка; 15 — двухсторонняя опорная пятка

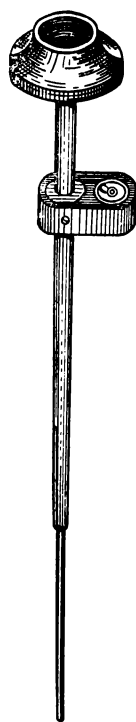


Рис. 4.61. Штыревая пятка

Этот прибор успешно применяется даже в условиях воздействия вибраций, когда оптико-механические инструменты не могут быть использованы. Нивелир НШТ-1 позволяет измерять превышения до 200 мм между точками, расположенными на расстояниях до 10 м с погрешностью $\pm (0,6—2)$ мм. Устройство водомерного сосуда нивелира НШТ-1 показано на рис. 4.60. Фиксация уровня жидко-

сти в сосудах осуществляется с помощью свободно плавающего пустотелого поплавка с кольцевой рисккой. Отсчет производится визуально по миллиметровой шкале, нанесенной на поверхности сосуда. Цилиндрические сосуды снабжены также верхней и нижней опорными поверхностями, позволяющими устанавливать прибор над или под репером, в зависимости от его конструкции. При нивелировании труднодоступных мест (шейки валов подъемных машин и т. п.) вместо плоской донной пятки навинчивается штыревая пятка (рис. 4.61). Перед производством работ нивелир заполняют дистиллированной или кипяченой водой. При отрицательной температуре применяют 20—25 %-ный раствор хлористого кальция или денатурат. Жидкость хранят в баке с краном. При заполнении нивелира отсоединяют шланг от одного из сосудов, надевают его на кран бака, который расположен выше водомерного сосуда, и пропускают жидкость через систему нивелира до тех пор, пока не выйдет воздух. Присоединяют к шлангу сосуд, добавляют в него жидкость с таким расчетом, чтобы уровень ее в обоих сосудах, установленных на одной высоте, был расположен посредине. Отсутствие воздуха в системе нивелира проверяют путем резкого подъема одного из сосудов и медленного его опускания. При многократном повторении этих действий отсчеты по шкалам сосудов не должны отличаться от предыдущих более чем на 0,2 мм. В противном случае воздух выгоняют потряхиванием шланга или повторным заполнением жидкостью. Измерение, как правило, выполняют методом двойного нивелирования с взаимной перестановкой водомерных элементов. Такой метод нивелирования допускает наличие неизвестной заранее величины неравенства высот нулей шкал и обеспечивает наибольшую точность измерений. Работы производятся двумя исполнителями в следующей последовательности. Устанавливают на точку I первый, а на точку II второй водомерные элементы, открывают краники и после успокоения жидкости берут отсчеты с точностью до 0,1 мм по шкалам первого h_{1-1}^I и второго h_{2-1}^{II} элементов. Приподнимают сосуды, устанавливают их снова на точки, берут повторные отсчеты h_{1-2}^I и h_{2-2}^{II} и вычисляют средние показания шкал из двух отсчетов. Затем меняют сосуды местами и аналогично вычисляют средние показания по первому h_1^{II} и h_2^I второму элементам. Превышения между точками I и II вычисляют по формуле

$$\Delta H_{I-II} = \frac{\Delta H_1 + \Delta H_2}{2}, \quad (4.25)$$

где

$$\Delta H_1 = h_1^I - h_2^{II}, \quad \Delta H_2 = h_2^I - h_1^{II}.$$

Контроль вычисления делается по формулам:

$$\Delta C_1 = h_2^I - h_1^I; \quad (4.26)$$

$$\Delta C_2 = h_2^{II} - h_1^{II}; \quad (4.27)$$

$$\Delta C_1 + \Delta C_2 = \Delta H_2 - \Delta H_1. \quad (4.28)$$

Установочные уровни применяются для контроля расположения плоских и цилиндрических поверхностей при монтаже различных видов подъемного оборудования. Промышленностью выпускается два вида установочных уровней: брусковые и рамные

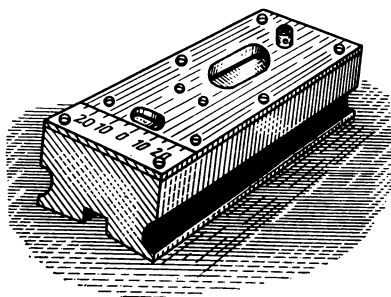


Рис. 4.62. Брусковый уровень

(ГОСТ 9392—75). Корпус брускового уровня (рис. 4.62) имеет лишь одну нижнюю рабочую поверхность с призматической выемкой для установки на валах. Корпус рамного уровня (рис. 4.63) имеет четыре рабочих поверхности: нижнюю, верхнюю и две боковые. Наличие боковых рабочих поверхностей позволяет контролировать рамным уровнем и вертикальное расположение поверхностей оборудования. Уровни снабжены установочными поперечными ампу-

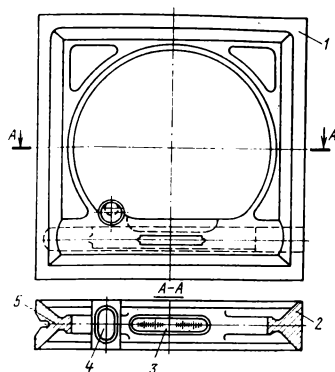
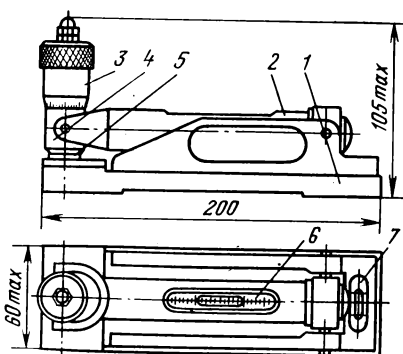


Рис. 4.63. Рамный уровень:

1 — квадратная рама; 2 — плоская боковая поверхность; 3 — основная ампула; 4 — установочная ампула; 5 — призматический вырез

Рис. 4.64. Уровень с микрометрической подачей ампулы:

1 — основание; 2 — цилиндрическая трубка; 3 — барабан; 4 — стержень; 5 — микрометрический винт; 6 — основная ампула; 7 — установочная ампула



лами с ценой деления 3—6' и основными продольными ампулами с ценой деления 4—40''. У брускового уровня вдоль поперечной ампулы, как правило, наносят шкалу с миллиметровыми делениями, что позволяет применять его для контроля положения оси вала относительно разбивочной оси. Если измеряемый угол наклона поверхности превышает пределы измерения для рамных и брусковых уровней, то применяют уровень с микрометрической подачей

ампулы (ГОСТ 11196—74). На рис. 4.64 приведена схема уровня с микрометрической подачей ампулы с ценой деления $20''$ и пределом измерения $\pm 1^{\circ}43'$.

5. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ШАХТНОГО ПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

5.1. Построение разбивочной сети на промплощадке шахты

Современными проектами высокопроизводительных шахт предусматривается объединение сооружений шахтной поверхности в крупные блоки с общим технологическим оборудованием, строительными конструкциями и коммуникациями. В строительстве широко внедряются унифицированные сборные железобетонные и металлические конструкции индустриального изготовления.

Индустриальные методы строительства предъявляют высокие требования к точности разбивочных и монтажных работ и поэтому делают необходимым систематический маркшейдерский контроль за соблюдением проектных размеров зданий и сооружений.

Если методы определения шахтных подходных пунктов и реперов рассмотрены в литературе по маркшейдерскому делу достаточно обстоятельно, то требования к опорной сети для разбивки надшахтных сооружений до сих пор изучались мало. Очевидно, что для осуществления современных проектов шахтной поверхности необходима соответствующая рациональная методика построения геодезической строительной сети. Однако разработанные в прикладной геодезии методы геодезического обеспечения строительства крупных заводов и отдельных цехов не всегда применимы в маркшейдерской практике, так как строительство зданий и сооружений шахтной поверхности имеет свои особенности, связанные главным образом с наличием подъемного оборудования.

Из всего комплекса зданий и сооружений шахтной поверхности по сложности и трудоемкости организации разбивочных работ следует выделить обогатительные фабрики, железобетонные копры башенного типа и блоки сооружений главного и вспомогательного стволов. Строительство обогатительной фабрики не влияет на общий ход строительства шахты и может рассматриваться как возведение самостоятельного объекта.

Возведение башенных и безукосных копров и примыкающих к ним блоков сооружений главного и вспомогательного стволов всегда включается в технологический цикл, связанный с проходкой стволов и строительством всего технологического комплекса шахтного подъема. Поэтому технология строительства именно этих объектов должна приниматься во внимание для обоснования способов выполнения и точности основных разбивочных работ на шахтной промплощадке.

До 60-х годов в проектировании строительства горных предприятий преобладала тенденция к размельчению и рассредоточению объектов на территории промплощадки. Такому принципу размещения объектов шахтной поверхности вполне соответствовала сеть пунктов, расположенных на осях главного и вспомогательного стволов.

В 60-х годах были закончены разработки типовых проектов поверхности крупных угольных шахт Донецкого, Кузнецкого и Карагандинского бассейнов, по которым основные здания поверхности шахты объединены в три крупных блока (блоки главного, вспомогательного стволов и административно-бытового комбината). Были созданы проекты, направленные на дальнейшее укрупнение блоков сооружений, на применение унифицированных сборных железобетонных конструкций, многоэтажных систем колонн, безукосных копров и копров башенного типа с длиной зданий до 120—150 м. По некоторым из типовых проектов крупных угольных шахт с центрально-сдвоенным расположением стволов размещение всех подъемных машин предусматривается только в блоке вспомогательного ствола. Тем самым блоки главного и вспомогательного стволов связываются технологическим оборудованием подъемных установок. Это обстоятельство заставляет точно рассчитывать и обеспечивать в натуре взаимное положение основных осей обоих блоков, строго соблюдать размеры всех секций блока, а также положение фундаментов подъемных машин относительно осей блока.

С увеличением размеров зданий, объединяющих комплексы оборудования, погрешность геометрической связи между наиболее удлиненными элементами здания должна уменьшаться. Вместе с тем перенесение в натуру одного крупного объекта может осуществляться с нескольких опорных пунктов, что, в свою очередь, требует более высокой точности взаимного положения пунктов, чем при разбивках отдельных небольших зданий. В этих условиях расположение пунктов только на осях шахтных стволов уже не может обеспечить нужной точности измерений по следующим основным причинам.

Пункты, расположенные на осях стволов, не представляют собой конструктивно связанной сети. Так, например, чтобы погрешность взаимного положения закрепленных на разных осях пунктов не превышала 1 : 5000, необходимо прокладывать между ними дополнительные теодолитные ходы.

Расположение сооружений большой протяженности в центральной части промплощадки делает невозможным сохранение пунктов на осях ствола даже в течение небольшого срока. Это особенно усложняет разбивки объектов после завершения нулевого цикла строительства. Проблема сохранения опорных пунктов на промплощадке становится особенно острой и едва ли разрешимой. Необходимо внедрения в маркшейдерскую практику специальной разбивочной (строительной) сети, создаваемой в начале строитель-

ства и охватывающей всю территорию промплощадки, становится очевидной.

Наиболее целесообразно создавать сеть пунктов в виде системы прямоугольников с вершинами в разрывах между зданиями, ориентированную параллельно осям ствола и основному простираению блоков сооружений (рис. 5.1). Такая сеть имеет следующие достоинства:

конструктивная связь между пунктами позволит исключить дополнительные теодолитные ходы и ходы полигонометрии, прокладываемые обычно для производства геодезических разбивок;

сеть строится из основных и дополнительных (створных) пунктов, при этом часть створных пунктов может закрепляться времен-

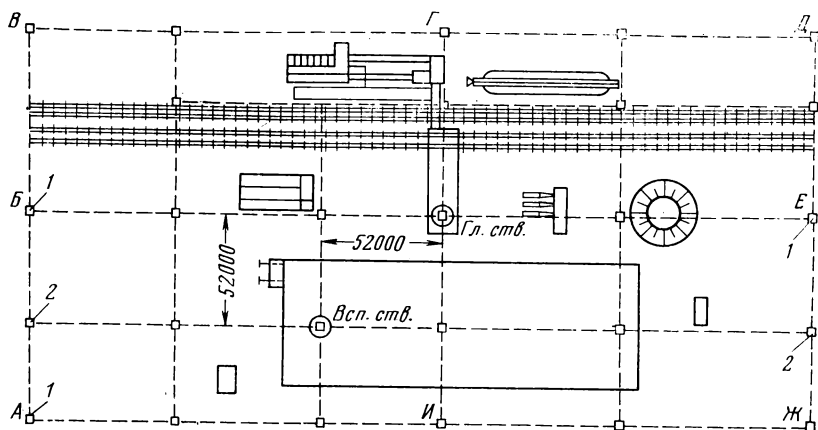


Рис. 5.1. Разбивочная сеть:

1 — основные пункты; 2 — дополнительные пункты

ными центрами и легко (методом створов) восстанавливаться в случае утраты;

создание сети позволит в ряде случаев избежать работ по построению разбивочных осей сооружений и непосредственно перенести объекты в натуру относительно основных и дополнительных пунктов или сторон сети;

расположение пунктов сети относительно зданий создает благоприятные условия для исполнительных и контрольных маркшейдерских съемок;

пунктами разбивочной сети можно будет пользоваться не только в период строительства, но также в течение всего срока службы шахты для соединительных и пополнительных съемок, маркшейдерских проверок подъемных установок, обеспечения работ, связанных с возможной реконструкцией шахты.

Основными факторами, определяющими необходимую точность опорной разбивочной сети в шахтном строительстве, являются:

1) установленная проектом геометрическая связь между элементами оборудования подъемных установок;

2) обеспечение конструктивной связи сооружений с погрузочными устройствами, эстакадами, мостами, галереями и инженерными коммуникациями, соблюдение проектных расстояний между зданиями;

3) применение каркасов стальных колонн и заполняющих панелей, строительные допуски на монтаж и общие размеры зданий, сооружаемых из сборных конструкций.

Для обеспечения безопасной эксплуатации подъемной установки геометрически увязывается взаимное положение вала машины, копровых шкивов и копровой части армировки. В натуру выносятся центр подъема, оси подъема и вала машины. Увязка геометрического соотношения этих элементов подъемного оборудования необходима для соблюдения углов девиации в установленном пределе ($1^{\circ}30'$), а также для обеспечения вертикального и симметричного положения относительно проводников сходящей в ствол части подъемного каната. Можно считать, что смещение машины относительно оси подъема до 40—50 мм на величине угла девиации практически не отразится.

Поскольку в новых проектах крупных шахт подъемная машина главного ствола может быть размещена в блоке вспомогательного ствола и связана размерами с секциями блока и фундаментами оборудования, возникает условие геометрической связи между осями главного ствола и секциями блока вспомогательного ствола и, следовательно, между осевыми пунктами главного и вспомогательного ствола. Одна из осей вспомогательного ствола совпадает с продольной осью блока сооружения этого ствола и является главной осью, от которой задаются оси фундаментов всех сооружений блока. Следовательно, центр и осевые пункты вспомогательного ствола относительно центра и осей главного ствола должны определяться с точностью в 2—3 раза более высокой, чем допустимое смещение машины, т. е. с погрешностью не более 20—25 мм.

Кроме технологической связи оборудования подъемной установки, блоки сооружений связаны инженерными коммуникациями, а это требует строгого соблюдения проектных расстояний между зданиями. Так, например, при прокладке трубопровода теплофикации отклонение трубопровода от прямолинейности не должно превышать ± 50 мм в плане и ± 10 мм по высоте. Для того чтобы в местах ввода в здание трубопроводов не допускать их изгиба более установленного указанными допусками, неточность взаимного положения зданий не должна превышать ± 50 мм в поперечном направлении к оси трубопровода. Это выдвигает приблизительно те же требования к точности определения пунктов разбивочной сети, что и при определении пунктов технологической связи.

Для того чтобы свести к минимуму работы по подгонке размеров сборных железобетонных деталей по месту их установки при длине зданий 100 м и более, согласно строительным нормам, отклонения

продольных размеров зданий от проектных не должны превышать ± 30 мм.

Требование СНиП имеет следующее обоснование. Продольная сторона каркаса здания принимается состоящей из ряда колонн, расстояния между осями которых для правильной установки заполняющих плит и панельных перекрытий должны быть выдержаны с точностью $\pm 5\text{--}10$ мм. Следовательно, уже при 20 колоннах отклонение продольного размера зданий от проектной величины не должно превышать

$$7,5 \sqrt{20} \approx 30 \text{ мм.}$$

Для соблюдения строительных допусков при сооружении объектов промышленной площади шахты основные и детальные разбивочные работы должны выполняться с соответствующей точностью. Приведенный строительный допуск на продольный размер здания или блока сооружения является весьма существенным для установления точности разбивочных работ.

Принято считать, что средняя квадратическая погрешность геодезических измерений при разбивочных работах не должна превышать 38 % от строительного допуска, установленного для приемки строительных работ. Следовательно, допустимая погрешность, если ее принять равной удвоенной средней, не должна превышать $3/4$ от строительного допуска. Если угловые или осевые точки контура здания (или обноска) определяются от разных пунктов разбивочной сети, то тогда суммарная погрешность построения сети и этих точек в продольном направлении на должна превышать

$$\Delta_p \leq \frac{3}{4} \Delta_c \approx 22 \text{ мм,}$$

где Δ_c — 30 мм — строительный допуск.

Принимая погрешность определения угловых и контурных точек относительно пунктов разбивочной сети не более ± 10 мм, погрешность разбивки контура блока в продольном направлении получим из формулы

$$\Delta_p \leq \pm \sqrt{(10 \sqrt{2})^2 + \Delta_0^2}. \quad (5.1)$$

Отсюда следует, что продольная погрешность стороны опорной разбивочной сети Δ_0 не должна превышать

$$\Delta_0 \leq 16 \text{ мм.}$$

Поскольку максимальная длина стороны между основными пунктами соответствует возможной наибольшей протяженности блока и может достигать 150 м, то линейные измерения по построению строительной сети должны выполняться с относительной погрешностью не более

$$\frac{m_s}{S} \leq \frac{0,016}{150} \approx \frac{1}{10\,000}.$$

Полагая, что погрешность взаимного положения смежных пунктов сети в поперечном направлении так же, как и в продольном, не должна быть более чем $1/10000$, найдем среднюю квадратическую погрешность угла прямоугольника сети

$$m_{\beta} \leq \frac{1}{10\,000} \frac{\rho''}{2\sqrt{2}} \approx 7 \div 8''.$$

В принятых в настоящее время типовых проектах шахтной поверхности предусматривается концентрация основных объектов, требующих наибольшей точности разбивки, в центре промплощадки с максимальным удалением от ствола на 100—150 м. Такое размещение крупных сооружений требует наибольшего числа пунктов разбивочной сети в районе центральной части промплощадки.

Кроме того, здания и сооружения размещают в основном вдоль одной из осей ствола, а это определяет форму сети в виде прямоугольников, ориентированных параллельно осям ствола, с длинами сторон, соответствующими размерам сооружений.

При составлении проекта сети пункты ее должны размещаться относительно разбивочных контуров так, чтобы разбивку можно было производить простейшими приемами.

Наиболее распространенный способ перенесения точки в натуру — полярный. Погрешность положения контурной точки, определяемой полярным способом, приближенно находится по формуле

$$m_p = \pm \sqrt{(\Delta l)^2 + \frac{(\Delta \beta)^2}{\rho''}}, \quad (5.2)$$

где m_p — погрешность перенесения контурной точки; Δl и $\Delta \beta$ — погрешности перенесения соответственно длины и угла.

Определим оптимальную удаленность пункта сети от разбиваемого контура. Если точность измерения длин при разбивке принять не выше $1/2000$ — $1/3000$ и углов 1 — $2'$, то для обеспечения задания угловых или осевых точек фундамента здания относительно пунктов разбивочной сети с погрешностью не более 1 см предельное расстояние от пункта сети до угловой точки не должно превышать:

$$l_{\max} = \pm \sqrt{\frac{(0,01)^2}{\left(\frac{1}{3000}\right)^2 + \left(\frac{1'}{\rho'}\right)^2}} \approx 22 \text{ м.}$$

Дальнейшая детальная разбивка сооружения или секций внутри блока осуществляется с точностью, определяемой допусками на монтаж или условиями внутренней геометрической связи технологического оборудования.

Таким образом, технологическая связь между блоками сооружений, а также размеры зданий являются теми приблизительно равноценными факторами, исходя из которых разбивочная строительная сеть в пределах промплощадки шахты должна создаваться

с относительной погрешностью измерения длин сторон не более $1 : 10\,000$ и средней квадратической погрешностью измерения углов прямоугольников не более $\pm 8''$. При этом продольная или поперечная погрешность планового положения пункта сети относительно центра главного ствола (в пределах размещения блоков с технологическим оборудованием подъемных установок в наиболее слабом месте) не должна превышать $\pm 20\text{--}25$ мм. Допустимое расстояние от пункта сети до осей и контура здания или сооружений $20\text{--}25$ м.

Такая точность сети удовлетворяет требованиям строительных норм, установленным на возведение зданий из сборных железобетонных конструкций, а также требованиям к соотношению геометрических элементов оборудования подъемной установки.

Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ рекомендует следующую методику построения разбивочной сети. Разбивочная сеть создается из основных и дополнительных пунктов. Стороны основных прямоугольников должны быть не менее 80 м. Дополнительные пункты задаются в створе между основными пунктами. Перенесение разбивочной сети на местность осуществляется по предварительно рассчитанным проектным координатам основных пунктов в условной системе с началом координат в центре главного (или вспомогательного) ствола. Дирекционные углы сторон прямоугольников принимаются за $0\text{--}180^\circ$ и $90\text{--}270^\circ$.

Построение сети рекомендуется выполнять с одновременным использованием двух теодолитов. Устанавливая теодолиты на двух взаимно перпендикулярных осях шахтного ствола, находят вершины прямоугольников сети способом створов. Целесообразно вместо теодолитов пользоваться лазерными указателями. При построении разбивочной сети перпендикулярность осей шахтного ствола должна быть соблюдена с погрешностью не более $10''$.

Разбивочная сеть создается в следующем порядке: составляется проект сети на строительном генеральном плане, переносятся в натуру оси шахтных стволов, основные пункты сети (последние закрепляются постоянными центрами), выставляются дополнительные пункты сети в створе между основными, измеряются углы и длина сторон сети, производятся камеральная обработка измерений и уравнивание системы полигонометрических ходов, сопоставляются координаты центров с координатами, полученными при проектировании сети, определяются поправки по осям абсцисс и ординат, которые затем откладываются вдоль осей, прочерченных на верхней плоскости временного или постоянного знака, определяются высоты центров основных пунктов проложением ходов нивелирования.

Основные пункты разбивочной сети размещают в местах, обеспечивающих их долговременную сохранность (главным образом по периферии промплощадки) и закрепляют постоянными центрами, конструкция которых должна соответствовать климатическим и грунтовым условиям местности. Постоянные центры закладывают

так, чтобы нижняя монолитная часть центра находилась ниже глубины промерзания грунта.

Все пункты сети, которые проектом предусмотрено закрепить стенными полигонометрическими знаками или на крышах зданий, а также грунтовыми центрами в местах, где сохранность их возможна только после выполнения определенной стадии строительных работ, предварительно закрепляют временными центрами.

Перенесение проекта разбивочной сети на местность должно завершаться проверкой створности центров соответствующих основных и дополнительных пунктов и контрольным измерением углов между перпендикулярными направлениями сети. Координаты дополнительных пунктов для расчета дирекционных углов использовать не следует.

Построение разбивочной сети решает одну из важных и трудных задач маркшейдерского обслуживания строительства и реконструкции шахт — задачу сохранения системы пунктов на промплощадке от начала до конца строительства.

5.2. Маркшейдерские работы при сооружении копров и зданий подъемных машин

Работы при монтаже укосных копров

Установка копра производится от осей ствола или осей подъема в соответствии с размерами, данными в проекте. Предварительно рекомендуется сверить проектные чертежи, увязав их между собой. До начала разбивочных работ по установке копра выполняется съемка главных несущих расстрелов на нескольких верхних ярусах, по результатам которой определяют фактические координаты центра ствола и дирекционный угол оси ствола. Направления осей ствола переносят и закрепляют на прочной обноске, устанавливаемой на поверхности вблизи ствола.

Относительно закрепленных осей ствола выполняется разбивка осей анкерных болтов, устанавливаемых в специальных проемах устья ствола для крепления подкопровой рамы. После временного закрепления анкерных болтов определяют их положение в горизонтальной плоскости и высотные отметки. Если расположение анкерных болтов соответствует проектному, то дается разрешение на заливку бетоном. После бетонирования проемов проверяется положение анкерных болтов в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Смещение анкерных болтов в плане не должны превышать 5 мм.

После укладки подкопровой рамы на анкерные болты вначале проверяют положение рамы по высоте путем нивелирования угловых точек, а затем в плане относительно осей ствола. Осевые точки 1, 2, 3, 4 (рис. 5.2), ранее намеченные на раме, должны совпадать с отвесами, опущенными с проволок, натянутых вдоль осей. После установки рамы в плане вторично проверяют ее горизонтальность.

Отклонения подкопровой рамы в горизонтальной плоскости не должны превышать ± 5 мм для металлических и ± 20 мм для деревянных копров. Средняя отметка рамы не должна отличаться от проектной более чем на ± 30 мм при условии, что разность высотных отметок любых двух углов рамы не превышает ± 5 мм для металлических и ± 20 мм для деревянных копров.

Для разбивки фундаментов укосины копра используются план расположения фундаментов относительно осей ствола, оси подъема

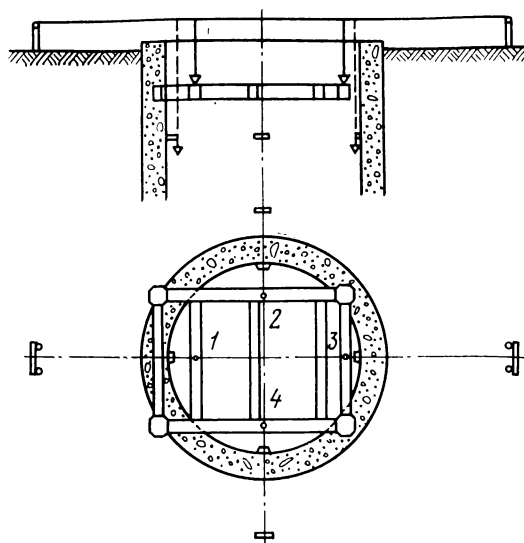


Рис. 5.2. Контроль за установкой подкопровой рамы

и рабочие чертежи отдельных фундаментов, на которых имеются все необходимые размеры. При разбивке фундаментов целесообразно пользоваться системой осей пят копровых ног. Разбивочные работы выполняют в следующей последовательности.

По направлению оси ствола от пункта 4 откладывают рулеткой расстояние L (рис. 5.3). Закрепляют полученную точку K и устанавливают над ней теодолит. От направления оси ствола откладывают углы, равные 90° и 270° , и полученное направление закрепляют на обносках, установленных вне пределов будущих котлованов. Откладывая от точки K проектные расстояния l_1 и l_2 вдоль закрепленной поперечной оси пят, находят и закрепляют центры пят $П_1$ и $П_2$. Над точками $П_1$ и $П_2$ устанавливают поочередно теодолит и, откладывая от направления поперечной оси пят прямые углы, закрепляют на обносках продольные оси пят.

От закрепленных осей пят фундаментов способом ординат находят угловые точки котлована для каждого фундамента и закрепляют их деревянными кольями. После выемки грунта контроли-

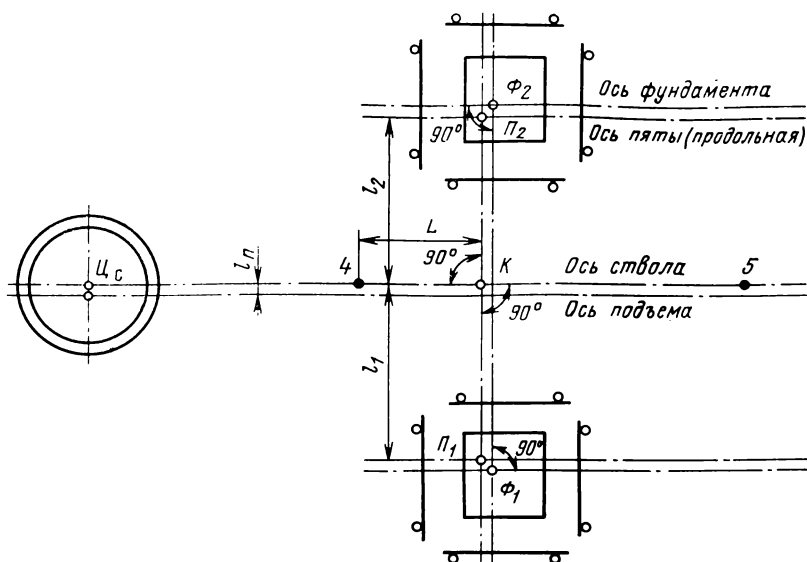


Рис. 5.3. Схема разбивки фундаментов укосины

руют глубину и горизонтальность дна котлована с помощью нивелира и рейки, используя ближайший к котловану репер. Если котлован углублен до проектной отметки, то разрешается закладка подушки фундамента.

Для возведения верхней части фундаментов изготавливают опалубку, соответствующую их проектной форме. До спуска опалубки в котлован обозначают на подушке фундамента угловые точки a, b, c и d (рис. 5.4), используя для этого отвесы и шнуры, натянутые вдоль осей пята. При установке опалубки совмещают основания щитов с угловыми точками a, b, c, d и подводят под острия отвесов наметенные на верхнем срезе опалубки точки 1, 2, 3, 4, проекции которых при правильном положении опалубки должны лежать на

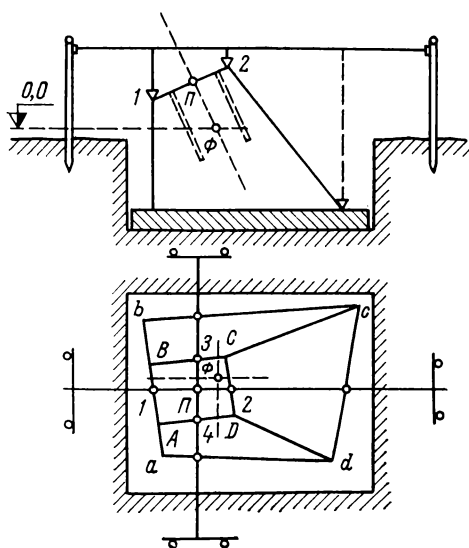


Рис. 5.4. Контроль установки опалубки фундаментов укосины

осях пяты. Проверку верхнего среза по высоте выполняют путем нивелирования точки пересечения осей пяты.

Перед подъемом копра на подшивной площадке и на горизонтальных связях укосины маркшейдер намечает точки, которые в проектном положении копра должны лежать в одних вертикальных плоскостях с осями ствола. После подъема, соединения станка и укосины, а также временного закрепления копра производится маркшейдерский контроль правильности установки копра. Контроль осуществляется с помощью теодолита, устанавливаемого на осевых пунктах полуосей на расстоянии 40—100 м от ствола. Величина несовпадения точек, намеченных на под-

шивной площадке, с точками, полученными при вынесении осей, является допустимой для металлических копров, если она не превышает ± 25 мм в направлении, перпендикулярном к оси подъема и ± 50 мм в направлении, параллельном оси подъема. Одновременно с помощью рулетки и нивелира определяют высоту подшивной площадки.

Если монтаж копра производится над стволом шахты путем последовательного наращивания звеньев (панели), маркшейдер проверяет правильность установки каждой панели. Контроль осуществляется путем вынесения осей ствола на горизонтальные связи фермы и сравнения с ранее намеченными точками, фиксирующими положение осей на верхней раме фермы.

Таким же способом проверяют положение укосины, для чего ось ствола проектируют на горизонтальные связи укосины.

Профильная съемка копра производится после окончания монтажных работ или в тех случаях, когда искривленность копра не позволяет установить подшивную площадку или разгрузочные

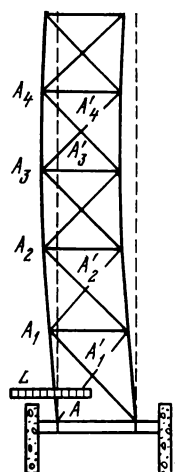


Рис. 5.5. Схема проверки положения стоек станка копра

кривые в проектное положение с допустимыми отклонениями. Съемку выполняют с помощью теодолита. Точку стояния прибора выбирают на расстоянии 30—80 м от копра примерно в створе двух угловых стоек станка с таким расчетом, чтобы с этой точки были видны данные стойки по всей высоте копра. У основания стойки прикрепляют горизонтально рейку L (рис. 5.5), располагая лицевую поверхность ее перпендикулярно к направлению визирования. Визируя последовательно на характерные точки стойки, проектируют их на рейку и определяют отклонения точек от вертикали. По средним значениям отклонений проектируемых точек стоек от вертикали составляют профили и определяют искривление станка копра.

Работы при возведении башенных копров в скользящей опалубке

Работы при сооружении фундаментов. Перед началом строительных работ по сооружению фундамента производят разбивку основных осей фундамента и границ котлована под фундамент. После проверки неизменности положения осевых пунктов ствола выносят направления осей ствола на обноску, устанавливаемую вне контура котлована. Разбивку контура котлована под ленточный фундамент прямоугольной формы производят способом перпендикуляров. Полученные точки проектного контура отмечают временными знаками.

При разбивке контура котлована под ленточный фундамент кольцевой формы первоначально закрепляют точки *A*, *B*, *C* и *D*,

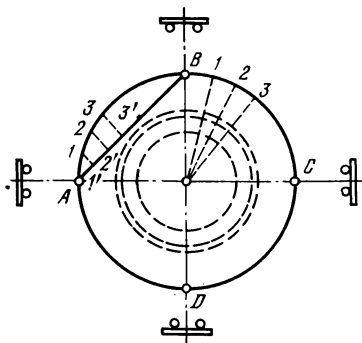


Рис. 5.6. Разбивка контура котлована под фундамент кольцевой формы

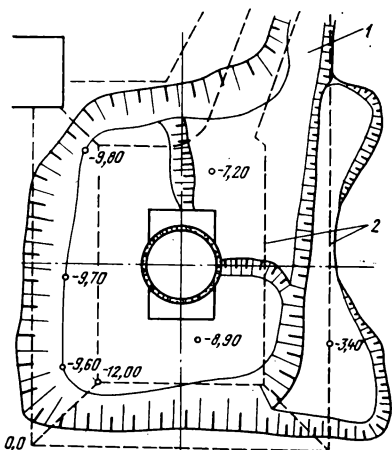


Рис. 5.7. План котлована под фундамент башенного копра

лежащие на осях ствола (рис. 5.6). Разбивку кругового контура между основными точками производят непосредственно рулеткой, откладывая в натуре радиус котлована от центра ствола, или способом перпендикуляров, когда измерения от центра ствола невозможны. В первом случае один конец рулетки удерживают над центром ствола, а другим размечают в натуре контур и закрепляют его кольями через 2 м. Во втором случае для получения разбивочных данных вычерчивают контур фундамента в масштабе 1 : 50 или 1 : 100. На плане графически определяют длину хорды *AB*, расстояния по хорде *A—1'*, *A—2'*, ... и перпендикулярные отрезки *1—1'*, *2—2'*, ... Полученные элементы круговой кривой переносят в натуру и находят точки 1, 2, 3, ...

В процессе земляных работ маркшейдер определяет объем вынутой земляной массы за отчетный период. С этой целью он производит съемку котлована простейшими способами (линейные измерения от осей ствола до границ котлована и нивелирование уступов

и площадок в основных точках). По результатам съемки составляется план, на котором показывают проектные контуры 2 и фактическое положение котлована на момент измерений (рис. 5.7). Для устройства основания в котловане закладывают репер, высотную отметку которого определяют техническим нивелированием от ближайших пунктов (реперов) через заезд 1 в котлован.

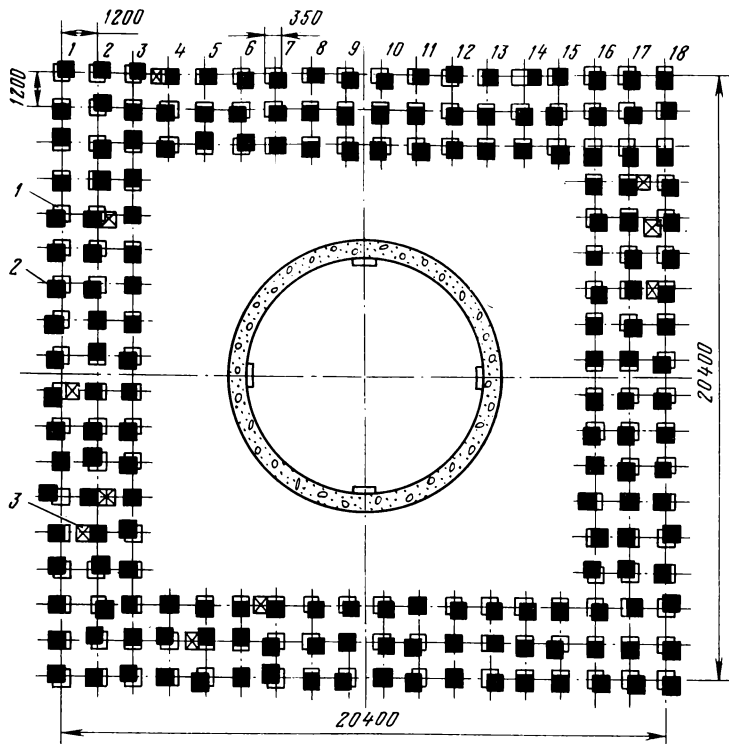


Рис. 5.8. Расположение оголовков свай фундамента под башенный копер:
1, 2 — проектное и фактическое положения свай; 3 — дублирующие сваи

После окончания земляных работ и зачистки дна котлована с помощью нивелира проверяют соответствие фактических отметок дна проектным. На дно котлована с помощью теодолита или отвесов переносят и закрепляют штырями или деревянными кольями оси ствола, от которых производится разбивка осей стен фундамента. Относительно разбивочных осей производители работ устанавливают щиты опалубки фундамента. Положение опалубки в плане проверяют линейными измерениями от осей ствола, а в вертикальной плоскости — с помощью отвесов. Смещение опалубки от проектного положения не должно превышать 15 мм, а плоскостей опалубки от вертикали — 20 мм.

При сооружении свайного фундамента на дне котлована, кроме осей ствола, маркшейдер закрепляет оси каждого наружного ряда свай не менее чем четырьмя знаками. Положение остальных свай при забивке определяют производители работ линейными измерениями от закрепленных осей. После забивки свай производится исполнительная съемка, по результатам которой определяют смещение оголовков свай от проектного положения, высотные отметки острия каждой сваи и грунта. Проектное и фактическое положения свай показывают на плане в масштабе 1 : 50 (рис. 5.8).

По окончании бетонирования стен фундамента и его перекрытия проверяют размеры фундамента в плане, высоту и горизонтальность перекрытия. В цокольной части фундамента (с наружной и внутренней сторон и на плите) закладывают скобы или марки, на которых закрепляют рисками или кернами оси ствола.

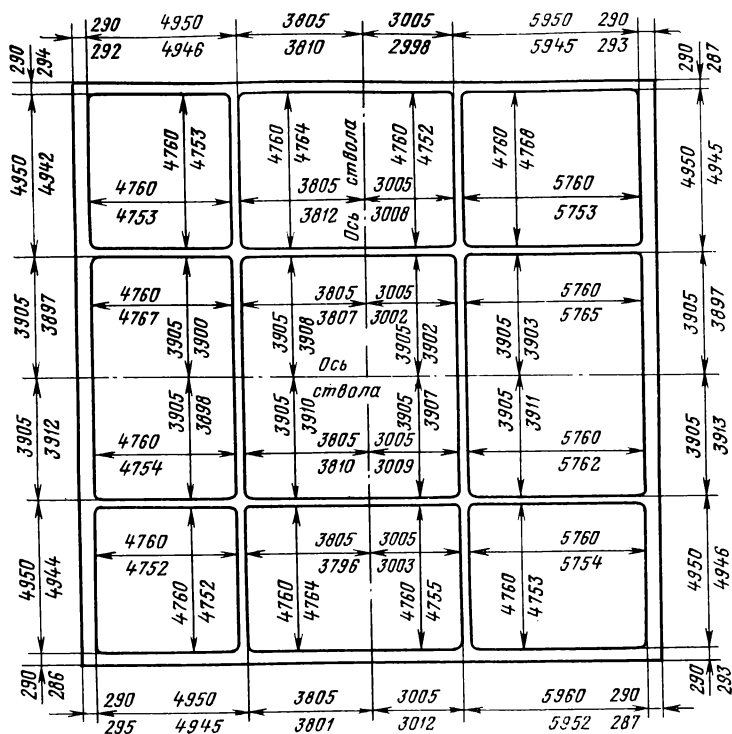
Работы при возведении башни копра

Графиком выполнения маркшейдерских работ, увязанным с календарным планом возведения башни копра, должны быть предусмотрены следующие основные мероприятия: проверка монтажа и установки в исходное положение скользящей опалубки на фундаментной плите копра; контроль за положением опалубки в плане и по высоте, а также проверка горизонтальности рабочего пола при возведении стен башни; проверка правильности положения проемов и отверстий для установки закладных частей, деталей; разбивка стационарных опалубок для устройства междуэтажных перекрытий, бункеров и машинного зала; наблюдения за осадкой копра; исполнительные съемки для установления соответствия формы и геометрических размеров конструкций проекту.

Монтаж скользящей опалубки производится на фундаментной плите относительно осей ствола, закрепленных на обноске и верхней плите фундамента. После сборки и установки опалубки проверяют ее положение в горизонтальной плоскости, определяют конусность щитов, контролируют положение домкратных рам в вертикальной плоскости, а также горизонтальность рабочего пола. Правильность положения скользящей опалубки в горизонтальной плоскости проверяется линейными измерениями от проволок, натянутых вдоль осей ствола, до внутренней поверхности каждого щита по верху опалубки; измерением расстояний между домкратами, а также между стенками опалубки. Конусность щитов опалубки определяется с помощью отвесов или шаблона, измерением расстояний между стенками по верху и низу щитов или по разности расстояний от разбивочной оси до одноименных щитов опалубки. При линейных измерениях отсчеты по рулетке берут до миллиметров. По результатам линейных измерений составляется исполнительная схема скользящей опалубки (рис. 5.9).

Положение домкратных рам в вертикальной плоскости и горизонтальность рабочего пола опалубки проверяются нивелированием

Отклонение в размерах и положении установленной скользящей опалубки согласно СНиП III-15—76, не должны превышать: смещение осей форм от проектного положения 8 мм; наибольшая разность высот ригелей односторонних домкратных рам 10 мм, а по-



верхности рабочего пола 15 мм; отклонение конусности опалубки на одну сторону + 4, — 2 мм, обратная конусность не допускается; отклонения расстояний от проектных размеров между домкратными рамами 10 мм и между внутренними поверхностями стен 3 мм. Смонтированная и подготовленная к бетонированию опалубка должна быть принята по акту.

126

В процессе возведения башни копра правильность положения скользящей опалубки проверяют контрольными измерениями не реже чем через 4 м ее подъема. Положения опалубки в горизонтальной плоскости определяют с помощью приборов вертикального визирования, отвесов или теодолита. При составлении программы наблюдений предусматривают схему расположения и способ обозначения фиксируемых точек опалубки; необходимые проемы в пе-

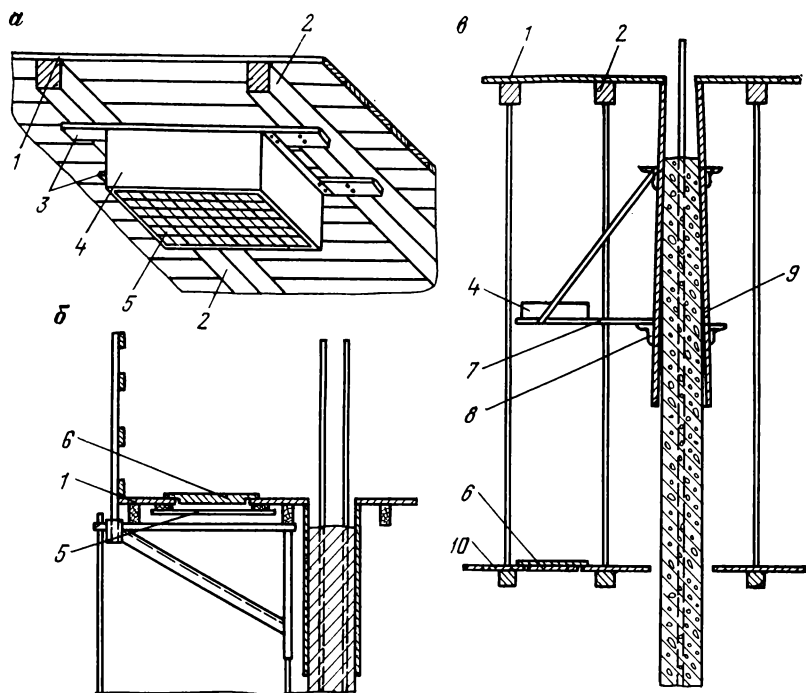


Рис. 5.10. Способы крепления визирных марок на скользящей опалубке:

а — к прогонам рабочего пола; б — к козырьку опалубки; в — к кружалам опалубки; 1 — рабочий пол; 2 — прогоны; 3 — крепежные доски; 4 — короб; 5 — марка; 6 — крышка; 7 — кронштейн; 8 — кружало; 9 — щит опалубки; 10 — подмости

реккрытиях копра, подвесных лесах и рабочем полу; освещение фиксируемых точек внутри копра; приборы, оборудование и способы их закрепления (установки); методику измерений и порядок записи наблюдений; связь между исполнителями, находящимися на разных горизонтах; меры безопасности при выполнении измерений.

Число и место расположения фиксируемых точек опалубки определяются в зависимости от размеров, формы опалубки и высоты копра. При возведении копров высотой не более 50 м фиксируемые точки обычно располагают по углам стволового отделения (3—4 точки) и в лифтовом отделении (1 точка). Если башенные копровы

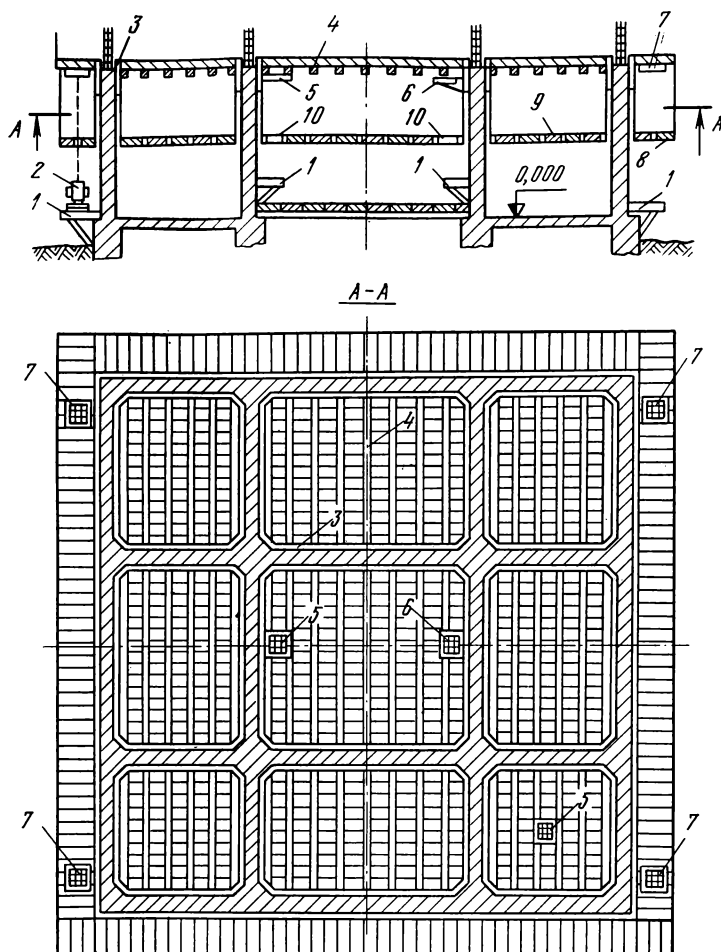


Рис. 5.11. Положение визирных марок и зенит-прибора при контроле за скользящей опалубкой:

1 — консоль для установки зенит-прибора; 2 — зенит-прибор; 3 — щит опалубки; 4 — рабочий пол опалубки; 5 — визирная марка, укрепленная к низу рабочего пола; 6 — визирная марка на консоли, укрепленной к кружалам опалубки; 7 — визирная марка, укрепленная на козырьке опалубки; 8 — наружные подвесные подмости; 9 — внутренние подвесные подмости; 10 — отверстия в подмостях для наблюдения за визирными марками

имеют высоту более 70 м, то следует определять положение периферийных щитов опалубки, для чего фиксируемые точки размещают также в углах наружных стен копра.

При определении смещений опалубки от проектного положения с помощью прибора вертикального визирования (например, зенит-прибора РЗЛ) выполняют наблюдения за визирными марками. Визирные марки крепятся к низу рабочего пола, козырьку или к кружалам опалубки (рис. 5.10).

Для обеспечения видимости марок в наружных 8 и внутренних 9 подвесных подмостях вырезают закрываемые проемы 10 (рис. 5.11), а в стволовом отделении башни обеспечивают электрическое освещение марок 5 и 6. С целью упрощения

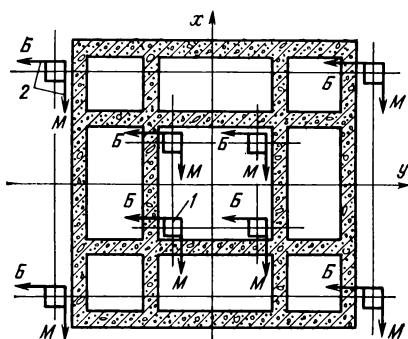


Рис. 5.12. Принципиальная схема размещения марок при возведении копров прямоугольного сечения:

1 — визирная марка; 2 — возрастание о цифровке «большой» (Б) и «малой» (М) шкал; x , y — оси координат

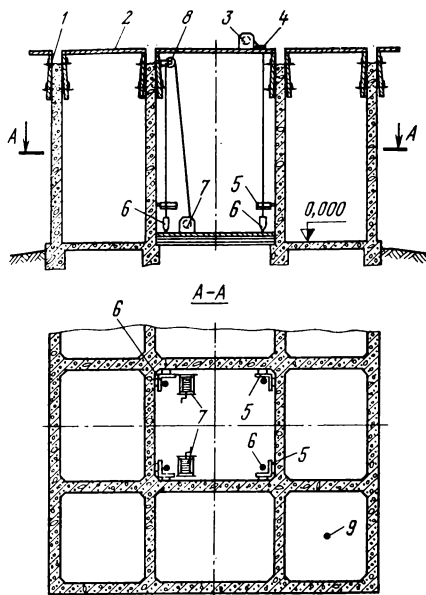


Рис. 5.13. Расположение оборудования отвесов при проверке положения опалубки: 1 — щиты опалубки; 2 — рабочий пол; 3 — лебедка на рабочем полу; 4 — центрировочная пластина; 5 — координатометр; 6 — отвес; 7 — лебедка на нулевой площадке; 8 — блок; 9 — отвес в лифтовом отделении

последующей обработки наблюдений марки при закреплении ориентируют таким образом, чтобы их шкалы были параллельны осям ствола, а возрастание оцифровки — противоположно направлениям осей x и y (рис. 5.12).

Точки стояния зенит-прибора выбираются под марками так, чтобы при приведении визирной оси зрительной трубы в отвесное положение центр соответственной марки находился в середине поля зрения трубы. Для быстрой и надежной установки зенит-прибора в рабочее положение рекомендуется закладывать в стенах или фундаменте башни пункты консольного типа (см. рис. 4.15). С целью обеспечения безопасности наблюдателя во время измерений

над точками установки зенит-прибора следует устраивать металлические сеточные ограждения.

Во время контрольных наблюдений за опалубкой зенит-прибор последовательно устанавливают на стенные пункты и берут отсчеты по шкалам марок при двух положениях горизонтального круга, отличающихся на 180° . На время наблюдений за марками в том же порядке открываются проемы в подвесных подмостях и обеспечивается освещение марок. Смещения скользящей опалубки в горизонтальной плоскости относительно исходного положения и их направления находят по разности начального и последующих отсчетов.

При проверке положения опалубки утяжеленными отвесами точки схода последних фиксируются отверстиями центрировочных пластин или роликами направляющих блоков. Если центрировочные пластины закрепляют на рабочем полу опалубки после ее монтажа на фундаментной плите, то направляющие блоки крепят на кронштейнах к кружалам, стойкам домкратных рам или к низу рабочего пола после подъема опалубки на высоту 1,5—2 м. Ручные лебедки с проволокой закрепляют также на рабочем полу (в первом случае) или устанавливают на нулевой площадке (рис. 5.13). Проволоки с лебедок пропускают через отверстия центрировочных пластин или направляющие блоки и присоединяют к грузам массой 10—15 кг.

Смещения опалубки в плане определяют по положению острия отвеса относительно осей пластины, забетонированной на уровне нулевой площадки, или измерениями от отвеса до ближайших стен башни или координатометра. Расстояния от нити отвеса измеряют линейкой до одних и тех же точек, отмечаемых на стенах краской, или до граней координатометра. Основание координатометра (см. рис. 4.12) крепится к стенам башни таким образом, чтобы его рабочие грани были параллельны осям копра.

Контроль за положением опалубки с помощью теодолита целесообразно осуществлять при возведении башни копра без внутренних стен. В этом случае на крайних брусках рабочего пола опалубки с наружной стороны наносят красной краской шкалы, нулевые деления которых при начальном положении опалубки должны лежать в осевых вертикальных плоскостях копра. При контрольных измерениях теодолит последовательно устанавливают над осевыми пунктами каждой из полуосей ствола (копра). Визируя на осевые пункты, заложенные в основании башни, на опалубку проектируют осевое направление и берут отсчеты по шкалам, определяют величину и направление смещения осей опалубки от соответствующей осевой плоскости копра.

При каждом наблюдении за положением опалубки обязательно фиксируется высота рабочего пола. Эта задача решается с помощью деревянных реек с дециметровыми делениями, прикрепляемых к арматуре угловых и узловых частей башни. Рейки устанавливают после монтажа опалубки и по мере ее подъема систематически на-

рачивают, отмечая на них высоту относительно нулевой площадки. Через каждые 10—20 м подвигания опалубки маркшейдер металлической рулеткой определяет высоту рабочего пола от репера, забетонированного в нижней части копра. Затем высотная отметка от рабочего пола с помощью нивелира передается на контрольные рейки. Высотные отметки, определенные контрольными измерениями, не должны расходиться с показаниями реек более чем на 20 мм. В процессе строительства контрольные рейки используются также для оперативного контроля за горизонтальностью рабочего пола опалубки, определения высоты установки закладных деталей и устройств перекрытий.

Наряду с измерениями по определению положения скользящей опалубки в горизонтальной плоскости, маркшейдер производит нивелирование рабочего пола в углах секций опалубки. Если разность высотных отметок рабочего пола превышает допустимую, а также в случае исправления положения опалубки вследствие ее значительного отклонения в плане маркшейдер задает плоскость (горизонтальную или наклонную), с которой необходимо совместить рабочий пол. Плоскость задается с помощью нивелира (или шлангового нивелира), и обозначается на угловых домкратных стержнях отсеков в виде меток цветным карандашом.

Результаты наблюдений за положением опалубки оформляются в виде проекций ряда сечений копра на горизонтальную плоскость или в виде профильных линий. Для построения проекций вычерчивают проектное сечение копра *I—II—III—IV* в масштабе 1 : 50 и соответствующие угловым точкам сечения шкалы визирных марок в масштабе 1 : 1 (рис. 5.14). При этом, сохраняя ориентацию осей марок и изменяя направление их роста на 180° относительно фактического, шкалы марок *D, E, F, G* наносят на чертеж так, чтобы начальные отсчеты по ним соответствовали положению угловых точек *I, II, III, IV*. В случае использования отвесов точки схода последних совмещаются с угловыми точками сечения. Далее, средние отсчеты по визирным маркам или смещение отвесов на нулевой площадке, получаемые уже в процессе измерений при каждом наблюдении за опалубкой, наносят на соответствующие сетки на чертеже и находят таким образом фактическое положение угловых точек копра последовательно для всех сечений. Соединив найденные точки, относящиеся к одному сечению, например точки *M, N, P* и *Q* горизонта + 44,7 м, получим сечение копра *MNPQ* в масштабе, близком к масштабу проектного сечения, а отклонение угловых точек — в истинную величину. Для каждого сечения указывается соответствующая высотная отметка.

Чертеж сечений позволяет своевременно устанавливать опасные отклонения стен копра от вертикали, определять растяжение, сжатие и закручивание опалубки и тем самым своевременно разрабатывать мероприятия по устранению и предотвращению отклонений и деформаций. Для определения отклонений стен копра от вертикали на чертеже сечений измеряют расстояния по направлениям

осей сетки между фактическим и проектным положениями угловых точек. Величина деформации участка опалубки на интересующем горизонте определяется как разность отрезков, образуемых конечными точками участка при их начальном положении и при проектировании деформированной стороны на начальное направление.

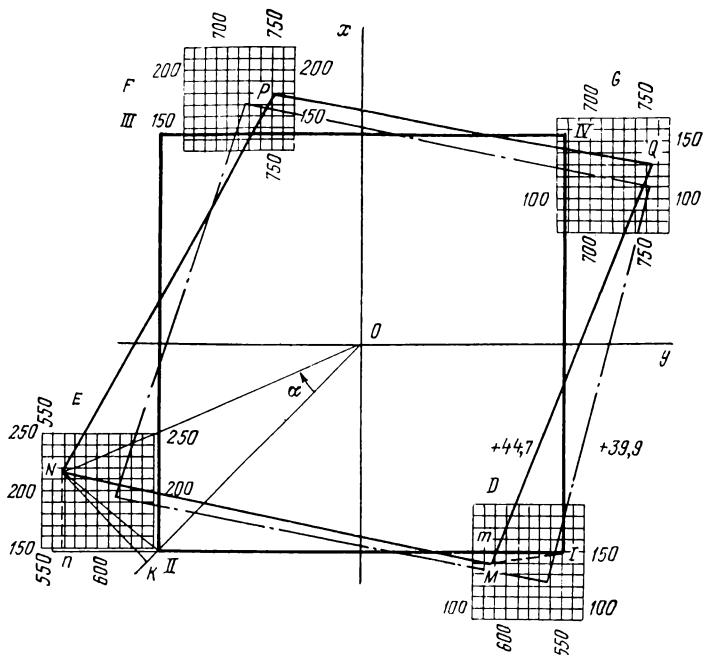


Рис. 5.14. Проекция сечений башенного копра на горизонтальную плоскость

Угол закручивания α_n опалубки (см. рис. 5.14) на горизонте n может быть найден по формуле

$$\alpha_n = \frac{l}{S} \rho', \quad (5.3)$$

где l — длина перпендикуляра, опущенного из угловой точки копра на горизонте n на направление, проходящее через центр копра и начальное положение угловой точки (снимается с чертежа); S — расстояние от центра сечения копра до соответствующей угловой точки в начальном положении (берется из проекта).

Чертеж проекций на горизонтальную плоскость стволовой части башенного копра составляется аналогично. Проектное сечение стволовой части копра рекомендуется изображать в более крупном масштабе (1 : 20 или 1 : 25).

Профильные линии стен башенного копра строятся по отклонениям марок или отвесов в двух взаимно перпендикулярных верти-

кальных плоскостях. Вертикальный масштаб профиля принимается равным 1 : 100 или 1 : 200. Отклонения копра в горизонтальной плоскости показывают соответственно в масштабе 1 : 5 или 1 : 10.

Отклонения стен башенного копра от вертикального положения не должны превышать: при отсутствии промежуточных перекрытий 0,002 высоты сооружения, но не более 100 мм; при наличии промежуточных перекрытий — 0,001 высоты, но не более 50 мм (СНиП III-15—76).

По мере возведения стен на горизонты межъярусных перекрытий башенного копра выносятся основные разбивочные оси (оси ствола, копра, машинного зала), от которых, в свою очередь, строят разбивочные (монтажные) оси оборудования. Методика вынесения осей изложена в разделе 5.3. Перед монтажом оборудования на перекрытиях закрепляются реперы, высоты которых определяются с помощью рулетки и нивелира от нулевого репера копра.

Установка закладных деталей (коробов, металлических трубок, деревянных пробок и т. д.) в стенах башни для устройства проемов и отверстий различного назначения, а также для устройства перекрытий производится производителями работ относительно закрепленных разбивочных осей и по контрольным рейкам. До начала бетонирования маркшейдер производит проверку правильности установки закладных деталей, предназначенных для образования монтажных отверстий и колодцев.

Установка стационарных опалубок на горизонтах отклоняющих шкивов и машинного зала, а также опалубки при сооружении бункеров производится также производителями работ от вынесенных на эти горизонты разбивочных осей. Разбивочные оси фундаментов под электропривод, вентиляционные устройства и другие отдельно стоящие машины и оборудование могут быть определены линейными измерениями относительно конструкций копра (стен, проемов и т. п.).

Для наблюдений за осадками башенного копра по углам цокольной части фундамента закладывают стенные реперы. Высотные отметки реперов следует определять от заложенного в ближайшем постоянном здании высотного репера геометрическим нивелированием по программе III класса. В процессе сооружения копра измерения выполняются один раз в месяц. В последующем наблюдения за осадкой копра следует вести ежегодно. По результатам нивелировки реперов строят графики изменения осадок во времени для угловых точек фундамента. Согласно СНиП II-15—74 предельные величины средних осадок для башенных сооружений составляют 25—40 см, кренов 0,003—0,004.

Работы при сооружении металлических башенных копров

Работы при возведении фундаментов. При сооружении фундаментов глубокого заложения маркшейдерские работы имеют свои особенности, связанные с применением опускаемых колодцев или проходкой шурфов.

Разбивка контура котлована под верхнюю часть фундамента (ростверк, плиту) выполняется так же, как и при сооружении ленточного фундамента. После выемки грунта на глубину подвальной части и зачистки дна котлована до проектной отметки на дно котлована переносят оси ствола, от которых производится разбивка осей и контуров опускаемых колодцев или шурфов. Оси колодцев и шурфов выносят и закрепляют на деревянной обноске, устанавливаемой за пределами котлована.

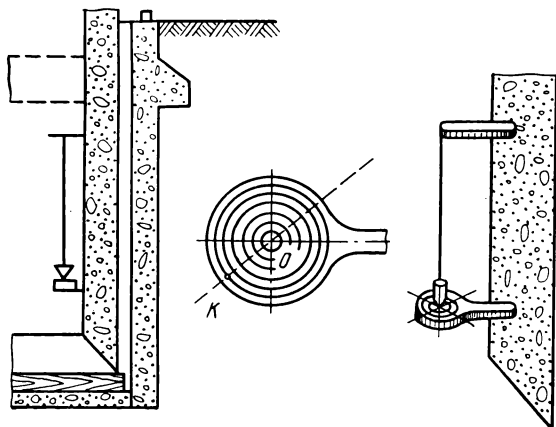


Рис. 5.15. Контрольные кронштейны

Контур опускаемого колодца закрепляют кольями по круговой кривой через интервалы, равные длине секции режущего башмака. Режущий башмак должен быть уложен горизонтально, а секции должны располагаться на одинаковом проектном расстоянии от вертикальной оси колодца. Горизонтальность башмака проверяется нивелированием секций в точках, симметрично расположенных по периметру башмака. Положение башмака в горизонтальной плоскости контролируют измерением расстояний (радиусов) от центрального отвеса, закрепленного по оси колодца, до секций. Таким же способом проверяют правильность установки опалубки для бетонирования стен опускаемого колодца. Фактические расстояния не должны отличаться от проектных более чем на ± 15 мм.

Контроль за правильностью погружения колодца при бетонировании стенок может осуществляться с помощью отвеса с дисковыми кронштейнами или путем нивелирования контрольных реперов. Вертикальность опускаемого колодца малого диаметра (до 15 м) рекомендуется проверять по положению отвеса относительно марки, установленной под отвесом. Отвес длиной 1 м крепится на кронштейне в нижней части колодца (рис. 5.15). На верхней поверхности второго кронштейна, расположенного ниже отвеса, наносят две взаимно перпендикулярные прямые, пересекающиеся

в центре диска, и ряд окружностей с радиусами 5, 10, 15, . . . мм. Прямые должны быть параллельны осям колодца, а центр — совпадать с отвесом, когда стенки колодца вертикальны. Положение проекции отвеса (точка K) и направление отклонения (линия OK) определяют величину и направление смещения колодца в горизонтальной плоскости.

Для контроля за положением опускных колодцев диаметром более 15 м рекомендуется в основании колодца заложить реперы. Реперы следует закреплять на стене колодца в одной горизонтальной плоскости через 5—6 м по периметру. Разбивка реперов в горизонтальной плоскости производится относительно осей ствола с помощью теодолита, устанавливаемого в центре башмака. Исходное осевое направление создается с помощью отвесов, опускаемых с поверхности.

Для определения положения колодца в процессе погружения периодически производят нивелирование реперов. Вычислив высоты реперов в принятой условной системе и построив контрольную плоскость в горизонталях, графически находят направление отклонения колодца и величину h наклона контрольной плоскости. Если D — внутренний диаметр колодца (расстояние между противоположными осевыми реперами), H — глубина погружения, то отклонение S центра и угол крена z колодца могут быть определены из выражений:

$$S = \frac{h}{D} H; \quad z = \frac{h}{D} \rho', \quad \text{или} \quad z = \frac{S}{H} \rho'. \quad (5.4)$$

Величина подрезки грунта в районе каждого репера может быть определена непосредственно после нивелирования по разности высот данного репера и репера, имеющего наименьшую высотную отметку.

Правильность положения опускного колодца должна проверяться через каждый метр погружения. Глубина погружения колодца определяется геометрическим нивелированием относительно реперов, расположенных за пределами контура котлована. Горизонтальные смещения колодца не должны превышать 0,01 от общей глубины его погружения.

Перед проходкой шурфов (в случае сооружения столбчатых фундаментов) над закрепленными центрами устанавливают раму-шаблон, ориентируя ее относительно осей шурфа. После установки рамы-шаблона на ее внешней поверхности рисками закрепляют оси шурфа. Контроль за проходкой и креплением шурфа осуществляется с помощью центрального отвеса, закрепляемого на рамешаблоне. Правильность установки колец временной крепи проверяется не реже чем через три кольца, а положение стационарной опалубки при возведении постоянной крепи — при каждой уста-

новке. Отклонение стенки закрепленного шурфа от вертикали не должно превышать ± 50 мм.

После сооружения основания фундамента составляют исполнительную схему на скрытые работы. На схемах показывают расположение шурфов и колодцев, вертикальные разрезы по одной из осей шурфа (колодца), а также помещают данные о фактическом положении конструкции.

При возведении ростверка детальные разбивки для установки опалубки и монтажа арматуры выполняются производителями работ относительно осей стен, вынесенных маркшейдером на обноску.

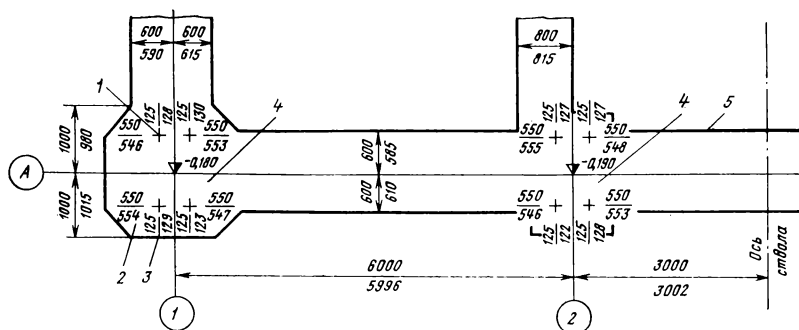


Рис. 5.16. Пример исполнительной схемы части фундамента под металлический башенный копер:

1 — ось анкерного болта; 2, 3 — расстояния от оси анкерного болта соответственно до осей ряда колонн А и 1; 4 — опорные поверхности; 5 — контур фундамента (расстояния и размеры в числителе — проектные)

До бетонирования верхней части фундамента на арматуре закрепляют оси колонн, разбивка которых производится рулеткой относительно осей ствола или осей копра. Используя оси колонн, устанавливают в проектное положение анкерные болты и закладные детали, предназначенные для крепления колонн нижнего яруса. После временного закрепления болтов и закладных деталей проверяют их положение в горизонтальной плоскости и по высоте. Если расположение анкерных болтов соответствует проектному, то дается разрешение на заливку бетоном.

По окончании работ производится исполнительная съемка фундамента, анкерных болтов и закладных деталей, по результатам которой составляется план фундамента в масштабе 1 : 50 или 1 : 100 (рис. 5.16). Расположение закладных деталей показывают на отдельной схеме в масштабе 1 : 50. Смещение анкерных болтов и подпятников не должно превышать ± 5 мм при расположении их внутри контура и ± 10 мм вне контура опирания колонны, допускаемое отклонение по высоте ± 20 мм (СНиП III-18—75).

Перед монтажом стальных конструкций на верхней плите фундамента обычно производят разбивку осей колонн, называемых монтажной сеткой. Для удобства пользования и сохранения опорных точек на весь период монтажа каркаса монтажную сетку обычно смещают параллельно осям колонн на расстояние, определяемое размерами опорных плит. Разбивка монтажной сетки производится створными засечками от осевых пунктов ствола, расположенных за пределами фундамента, или путем сгущения разбивочной сети до квадратов или прямоугольников, имеющих размеры, соответствующие расстояниям между осями колонн. Направления сторон сетки закрепляют кернами на металлических марках, забетонированных в теле фундамента, или обозначают на бетоне краской. Расстояние между смежными сторонами монтажной сетки не должны отличаться от проектных расстояний между осями колонн более чем на ± 5 мм.

Монтаж металлоконструкций первого яруса начинают с установки опорных плит или непосредственно колонн на подпятники, если к колоннам заранее приварены опорные плиты. Места установки плит определяют с помощью шаблонов или рулетки относительно разбивочных осей (монтажной сетки). При установке опорных плит контролируют их положение относительно осей, высоту и горизонтальность верхней плоскости. Высотная отметка верхней плоскости плиты не должна отличаться от проектной более чем на $+ 1,5$ мм, а уклон — более чем на $1 : 1500$ от проектного значения. После установки плит в проектное положение и подливки их бетоном выполняют контрольное нивелирование плит, устанавливая рейку с прикрепленной металлической линейкой с миллиметровыми делениями в центре и по углам верхних плоскостей плит.

На окончательно закрепленные опорные плиты переносятся оси колонн, которые закрепляются на верхней плоскости кернами или рисками.

Правильность положения осей проверяется измерением всех пролетов компарированной рулеткой. По результатам измерений составляется схема разбивки осей на опорных плитах с указанием проектных и фактических расстояний между ними, а также высотных отметок верхних плоскостей.

При установке колонн в проектное положение проверяют правильность совмещения накернованных осей колонны у ее нижнего торца с осями, закрепленными на опорной плите. Если устанавливается колонна вместе с приваренной заранее опорной плитой, то, кроме совмещения соответствующих осей плиты с разбивочными осями, контролируется также правильность установки конструкции в вертикальной плоскости. Совмещение соответствующих осевых рисков должно быть выполнено производителями работ так, чтобы отклонения совмещаемых элементов конструкций относительно друг друга не превышали 5 мм.

Правильность установки колонн в отвесное положение проверяют методом отвесной плоскости с помощью двух теодолитов. Теодолиты устанавливают на взаимно перпендикулярных осях колонн или осях монтажной сетки на расстоянии от выверяемой колонны несколько большем, чем высота колонны. Каждым теодолитом при двух положениях трубы берут отсчеты по горизонтально укладываемой на верхнем торце колонны измерительной рейке или проектируют верхние осевые риски на основание колонны, определяя смещения по миллиметровой линейке или шкале.

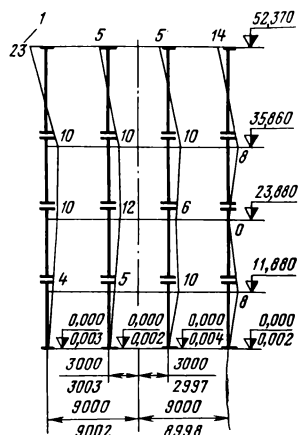


Рис. 5.17. Вертикальная проекция ряда колонн:

1 — отклонение оси колонны от вертикали (высотные отметки и расстояния в числителе—проектные)

определяя смещения по миллиметровой линейке или шкале. Отклонение оси колонны от вертикали (согласно СНиП III-18—75) не должно превышать: 15 мм при высоте колонны до 15 м и 0,001 высоты колонны, но не более 35 мм при высоте колонны более 15 м.

По окончании полной сборки конструкций первого яруса производится выверка правильности установки в проектное положение основных несущих элементов копра. Выверка первого яруса, как и остальных последующих ярусов, выполняется по мере возведения каркаса башенного копра одним из следующих методов: отвесной плоскости (наклонным визированием) — теодолитами с осевых пунктов; отвесной линии — приборами вертикального визирования с пунктов, определяемых относительно осей ствола; отвесами при скорости ветра менее 2 м/с. В верхнем сечении колонн первого яруса изме-

ряют расстояния между осями колонн. После устранения неточностей сборки производится постоянное соединение конструкций.

После завершения монтажа каждого яруса каркаса составляют чертежи рядов колонн в вертикальных проекциях, построенных параллельно обеим осям ствола. На чертежах (схемах) показывают отклонения от проектного положения каждой колонны в миллиметрах, высотные отметки ярусов, проектное и фактическое расстояния между осями колонн в местах крепления к опорным плитам (рис. 5.17). Отклонения определяются измерениями от монтажной сетки или осей ствола. Смещение осей копра с вертикальными стальными колоннами не должно превышать 0,001 от высоты выверяемого горизонтального сечения.

По мере возведения каркаса на горизонты будущих перекрытий выносят оси ствола (оси копра) и передают высоты, которые отмечают рисками или кернами на металлоконструкциях. После сооружения перекрытий и установки стеновых панелей оси ствола переносят на стены и закрепляют на скобах.

При сооружении временного монтажного стенда (в случае строительства башенного копра в стороне от ствола с последующей надвижкой в проектное положение) маркшейдер производит разбивку ленточных и столбчатых фундаментов стенда. Оси фундаментов должны быть параллельны осям ствола и расположены от них на проектных расстояниях, а высотные отметки накаточных путей должны соответствовать высоте фундамента, на который устанавливается копер. Положение фундаментов в плане проверяется линейными измерениями относительно разбивочных осей, а высотные отметки опорных поверхностей монтажного стенда, накаточных путей и основного фундамента — геометрическим нивелированием. В период сооружения каркаса копра ведутся наблюдения за осадками фундамента монтажного стенда. Разбивочные оси для возведения фундаментов под оборудование переносятся на монтажные горизонты копра после его надвижки и закрепления на основном фундаменте.

При возведении стальных башенных копров с наклонными опорными стойками технология маркшейдерских работ имеет особенности, связанные с монтажом опорной части. Разбивочные работы и контрольные измерения при возведении фундаментов под наклонные стойки выполняются так же, как и при сооружении фундаментов под укосины обычных копров. По окончании бетонных работ маркшейдер производит исполнительную съемку фундаментов. Для установки наклонных стоек создается монтажная сетка из ряда прямоугольников, отличающихся друг от друга размерами (см. рис. 2.10). Вершины прямоугольников составляют центры фундаментов под опорные стойки и центры сечений наклонных и вертикальных колонн. Линии сетки закрепляют вне контура копра не менее чем тремя пунктами с каждой стороны. Пункты закладывают в грунте, на крышах зданий или в фундаментах под оборудование.

При монтаже опорной части методом вертикального наращивания производится контроль за установкой каждой наклонной колонны в двух взаимно перпендикулярных плоскостях и выверка каждого яруса колонн. Проверка выполняется с помощью теодолита, устанавливаемого на пунктах монтажной сетки и на осевых пунктах. Для удобства измерений при установке и проверке колонн у их верхнего сечения наносят вместо осевой риски небольшую шкалу с расстоянием между штрихами 10 мм.

Если сборка металлоконструкций опорной части осуществляется в горизонтальном положении на стеллажах, то выполняют проверку положения опорных стоек относительно осей ствола. Правильность положения стоек определяется путем измерения расстояний от вынесенной теодолитом осевой линии до осей каждой стойки и расстояний от осей шарниров до опорных монтажных поверхностей вдоль стойки. Если измеренные расстояния отличаются от проектных не более чем на 10 мм, то разрешается подъем опор в проектное положение и их временное закрепление. Перед оконча-

тельным закреплением опор проверяют положение опорной части. Смещение оси опоры определяется наблюдениями теодолитом, установленным на оси ствола, по рейке, укрепленной на верхней горизонтальной связи. Перед закреплением рейки нулевой штрих ее совмещается с осью симметрии каждой стороны оголовка.

После окончания монтажа опорной части на оголовки копра с помощью теодолита переносят направления осей ствола, от которых линейными измерениями определяют смещение осей опор башенной части. На оголовке копра с помощью нивелира определяют также высотные отметки каждой опорной поверхности башенной части. Смещения опорных поверхностей относительно проектного положения учитываются при дальнейших монтажных работах по укрупнительной сборке ферм башенной части на монтажном стенде.

По результатам контрольных и исполнительных измерений строят вертикальные проекции наружных рядов колонн и наклонных стоек, а также чертежи горизонтальных сечений копра на уровне верха фундамента, оголовка и стыков ярусов.

Смещение осей копра с наклонными опорными стойками от проектного положения не должно превышать 0,002 от высоты вывешиваемого горизонтального сечения.

5.3. Вынесение разбивочных осей на монтажные горизонты

Монтаж армировки ствола и установка подъемного оборудования в проектное положение производится относительно разбивочных осей (осей ствола, копра, подъема и др.), которые выносятся маркшейдером на монтажные горизонты от исходных пунктов на поверхности шахты. На монтажных горизонтах от основных разбивочных осей строят разбивочные (монтажные) оси оборудования — главного вала подъемной машины, вала отклоняющих шкивов, подъема, бункеров и т. п. Если обеспечение соответствующей геометрической связи элементов отдельной машины или конструкции зависит непосредственно от точности монтажа этой машины, то правильное соотношение между отдельными элементами подъемного комплекса определяется в основном точностью вынесения разбивочных осей на разные монтажные горизонты. Поэтому вынесение разбивочных осей является важной и ответственной задачей маркшейдера.

Перед вынесением разбивочных осей должна быть проверена неизменность положения исходных пунктов. Вынесение осей должно быть выполнено независимо дважды с точностью, отвечающей требованиям Технической инструкции (15), СНиПам и другим нормативным документам.

Вынесение осей в устье ствола

Оси ствола выносят в устье после возведения постоянной крепи и установки основной проходческой рамы. В устье ствола вблизи нулевой площадки или на глубине 0,7—1 м ниже проема канала

или ходка закладывают скобы на расстоянии 50—100 мм от стенки крепи по направлениям осей ствола. Скобы устанавливают на одном горизонте, высотную отметку которого определяют нивелированием или измерениями рулеткой.

Вынесение осей ствола на скобы производят с помощью отвесов или теодолита. В первом случае с проволок, натянутых на поверхности вдоль осей ствола, опускают легкие отвесы и подводят их к скобам. В случае применения теодолита последний устанавливают на нулевой площадке над центром ствола или осевыми пунктами, заложенными непосредственно у стволов, и переносят направления осей в устье при двух положениях зрительной трубы. Расстояние между положениями каждой осевой точки, определенной дважды независимыми измерениями, не должно превышать 5 мм. Положение осей ствола на скобах фиксируют напилком глубиной 2—3 мм или кернами. Осевые риски следует зачеканивать медной проволокой. Смещение осевых рисков относительно проектной осевой линии не должно превышать 2 мм.

Осевые скобы, заложенные в устье ствола, в дальнейшем используются при установке опорной (подкопровой) рамы, монтаже контрольного яруса расстрелов, реконструкции армировки, а также в некоторых случаях для подвески боковых проходческих отвесов.

Вынесение осей в зумпфовую часть ствола

В зумпфовой части оси ствола необходимы при монтаже армировки, устройстве натяжной рамы для канатных проводников, при разбивке осей погрузочных бункеров и камер, а также при проверке соотношения геометрических элементов смонтированного оборудования.

Оси ствола в зумпф могут быть вынесены с помощью шахтных отвесов, а также с помощью проекциметров ПМ5 и ПМ6.

В первом случае по осям ствола с поверхности опускают отвесы с облегченными грузами (массой 15—20 кг) до места положения натяжной рамы, где увеличивают груз до массы, равной 60 % разрывного усилия проволок. Грузы помещают в емкости с демпферной жидкостью и после успокоения колебаний при выключенном вентиляторе наблюдают колебания проволоки. Определив средние положения и закрепив нити отвесов, рулеткой измеряют расстояния между ними. Эти расстояния не должны отличаться от соответствующих расстояний на поверхности более чем на 5 мм.

Более удобным является способ с использованием осевых скоб, заложенных в крепи ствола выше околоствольного двора (рис. 5.18). Направления осей ствола в натуре фиксируют на скобах, закладываемых в крепи зумпфа, с помощью проволоки (шнура), натягиваемой вдоль нитей осевых отвесов.

Проекциметр ПМ5 для вынесения осей ствола целесообразно применять в период проходки зумпфа, используя центральный проходческий отвес в качестве гибкой нити и проходческий полук в ка-

честве основания для ее закрепления. В этом случае штатив проекциометра устанавливают на основной проходческой раме; пропускают через мерный ролик прибора трос центрального отвеса, совмещающая при этом точку схода троса с центром ствола. На проходче-

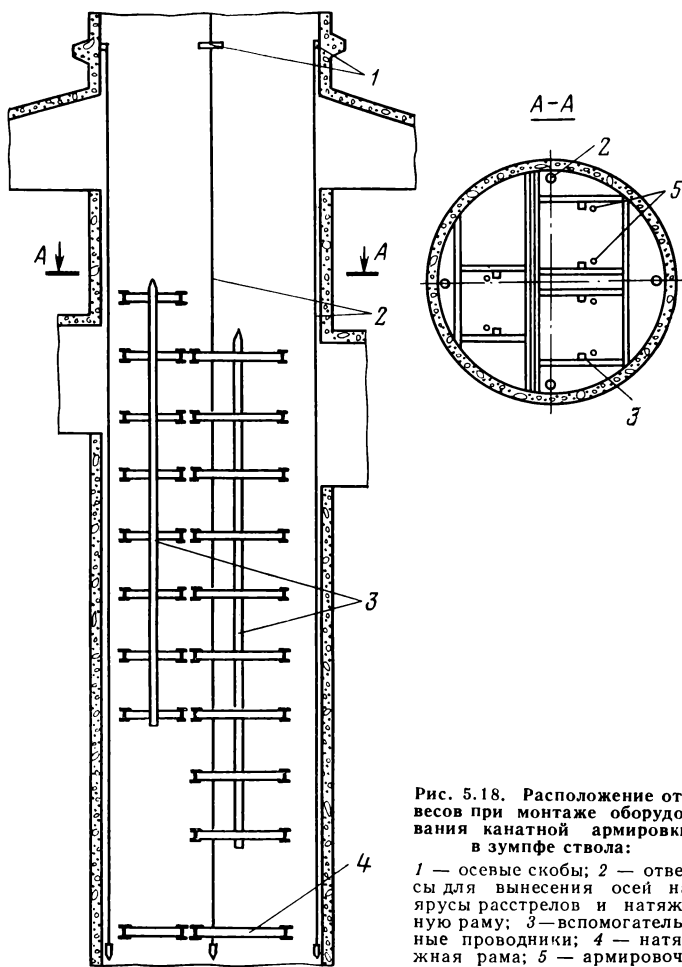


Рис. 5.18. Расположение отвесов при монтаже оборудования канатной армировки в зумпфе ствола:

1 — осевые скобы; 2 — отвесы для вынесения осей на ярусы расстрелов и натяжную раму; 3 — вспомогательные проводники; 4 — натяжная рама; 5 — армировочные отвесы

ском полке, который жестко раскрепляют между стенками ствола на время измерений, закрепляют трос центрального отвеса в точке А (рис. 5.19). Тросу создают натяжение с усилием, превышающим вес 1 м не менее чем в 1000 раз. Далее, на тросе под штативом закрепляют датчик вертикали и, ориентируя его по направлениям осей ствола, выполняют четыре приема измерений проекциометром. Аналогичные измерения производят, закрепляя нижний конец

троса последовательно в точках *B* и *C*. Точки закрепления троса на проходческом полке располагают по возможности ближе к стенкам ствола и таким образом, чтобы они являлись вершинами треугольника, близкого к равностороннему. По результатам измерений вычисляют координаты точек *A*, *B* и *C*. Расстояния между точками крепления троса на полке, определенные по координатам точек и непосредственно измеренные, не должны отличаться более чем на 30 мм. Полученные для каждой пары точек невязки распределяются поровну на каждую точку.

Для нахождения в натуре точек 1, 2, 3, 4, лежащих на осях ствола (см. рис. 5.19), от точек закрепления троса *A*, *B*, *C* по направлению линий *AB*, *BC*, *CA* откладывают расстояния *A*—1 (или *B*—1), *B*—4 (*C*—4), *C*—2 (*A*—2), *C*—3 (*A*—3). Расстояние *l_i* от точки закрепления троса до осевой точки вычисляют по исправленным координатам точек закрепления троса *x_i*, *y_i* по формуле

$$l_i = y_i / \cos \beta = x_i / \sin \beta, \quad (5.5)$$

где β — угол между линией и направлением оси ствола *y*.

Далее, по створу точек 1—2 и 3—4 натягивают проволоки и фиксируют направления осей ствола на скобах I, II, III, IV. Разделив пополам расстояния между метками, полученными из двух перенесений осей, рисками или кернами закрепляют оси ствола на скобах. Контролем правильности вынесения осей ствола будет совпадение точки пересечения *O* проволок, натянутых вдоль осей, с центральным отвесом в положении покоя. Величина несовпадения не должна превышать 20 мм.

В условиях действующего подъема вынесение осей ствола в зумпф (для реконструкции армировки, установки оборудования, маркшейдерской проверки канатной армировки и др.) наиболее рационально выполнять с помощью проекциометра ПМ6. На нулевой площадке устраивают горизонт измерений (местное перекрытие для установки оборудования прибора) и определяют координаты точек подвеса трех канатов в системе осей ствола. Обозначив на конструкциях копра исходные направления, проходящие через оси выбранных канатов параллельно осям ствола, по измерениям проекциометром последовательно находят приращения координат точек фиксации этих канатов. В зумпфе (на натяжной раме, полке) откладывают от канатов по линии их осей соответствующие расстояния, вычисленные по формуле (5.5), и аналогично вышеописанному закрепляют направления осей на скобах. Если нижние концы

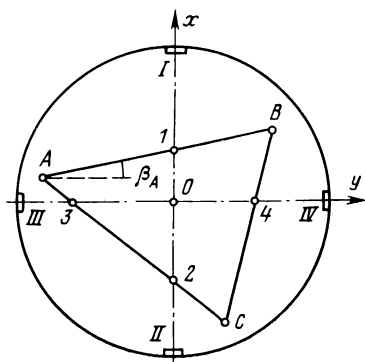


Рис. 5.19. К вынесению осей ствола в зумпф с помощью проекциометра

используемых для передачи осей ствола канатов можно перемещать, то вместо измерений проекциометром на поверхности целесообразно устанавливать их в отвесное положение на нижнем горизонте с помощью датчика вертикали.

Вынесение осей на перекрытия копров и в машинные залы

Оси ствола выносятся на перекрытия копров и в машинные залы с целью проверки положения яруса, панели, скользящей опалубки и разбивки мест для проемов, закладных деталей в процессе сооружения копра; разбивки осей фундаментов под подъемное и технологическое оборудование; закрепления разбивочных осей для монтажа различного оборудования (подъемных машин, направляющих и отклоняющих шкивов, разгрузочных кривых, электрооборудования и т. п.); проверки положения и соотношения геометрических элементов оборудования подъемной установки.

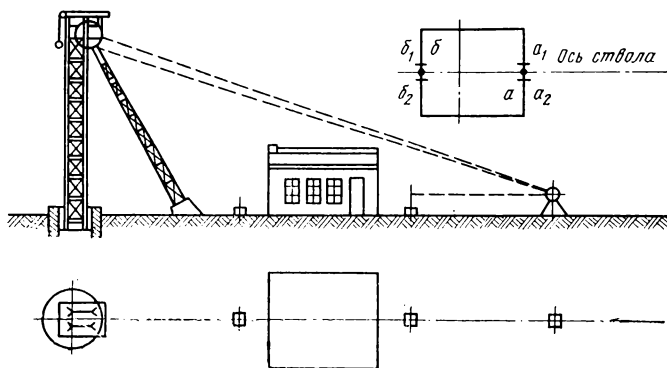


Рис. 5.20. Вынесение оси ствола на подшивную площадку

Вынесение осей ствола (подъема) на пояса и подшивную площадку укосного копра обычно выполняют с помощью теодолита или отвесов. В первом случае теодолит устанавливают над осевой точкой, удаленной от ствола на расстоянии 40—100 м, ориентируют коллимационную плоскость по направлению оси ствола и проектируют это направление на пояс (подшивную площадку) копра. Проектирование осуществляется при двух положениях трубы, отмечая на металлоконструкциях копра соответственно точки a_1 , b_1 и a_2 , b_2 (рис. 5.20). Разделив расстояния a_1a_2 и b_1b_2 пополам, находят и отмечают точки a и b , которые и фиксируют положение оси на горизонте копра. Если непосредственное визирование на противоположную сторону горизонта (точки b_1 и b_2) затруднительно, то в проектируемом направлении выставляют отвес. Таким же образом выносят на горизонты копра ось ствола в перпендику-

лярной плоскости. Для контроля за правильностью вынесения осей производят измерение угла между направлением оси и вынесенными на копер точками. Отклонение измеренного угла от 0 или 180° не должно превышать $\pm 30''$.

При вынесении осей с помощью отвесов последние закрепляют на монтажном горизонте копра, располагая их примерно (вблизи) в осевых вертикальных плоскостях. Точки подвеса отвесов выбирают с таким расчетом, чтобы проволока каждого отвеса свободно проходила до нулевой площадки, не касаясь деталей станка копра. На нулевой площадке вблизи отвесов устанавливают перпендикулярно к оси ствола шкалы (линейки), по которым берут отсчеты при визировании на отвес и по направлению оси ствола. На монтажном горизонте от точек подвеса отвесов откладывают соответствующие расстояния, полученные как разности отсчетов по шкалам, и находят положение осевых точек. Осевые точки отмечают на металлических деталях копра насечкой зубилом или керном, на деревянных — маркшейдерским знаком.

Вынесение осей с помощью отвесов рекомендуется производить в безветренную погоду (скорость ветра не должна превышать 1 м/с). Груз отвеса, подвешиваемый на тонкую проволоку, должен иметь массу не менее 20 кг.

Вместо отвесов проектирование точек при вынесении осей более удобно и производительно может быть выполнено приборами вертикального визирования. В шахтном строительстве наиболее широкое распространение получил зенит-прибор PZL (см. пункт 4.1).

Допустимое расхождение осевых точек, полученных при двух независимых вынесениях оси ствола на укосный копер, не должно превышать 15 мм.

Перенесение осей ствола (осей копра) на башенный копер в процессе возведения башни и монтажа подъемного оборудования осуществляют путем проектирования осевого направления или осевых точек на монтажные горизонты также с помощью теодолита, отвесов или приборов вертикального визирования.

В случае применения теодолита используют осевые пункты, расположенные на четырех полуосях ствола (копра) или на двух взаимно перпендикулярных полуосях, если имеется прямая видимость с пунктов и на заднюю сторону башни. Направления осей следует переносить коллимационной плоскостью теодолита, осуществляя визирование зрительной трубой на осевой пункт, заложенный в цоколе фундамента или стене башни (рис. 5.21). На монтажном горизонте направления осей фиксируют рисками на металлических конструкциях (балках, ригелях, связях) или металлических стержнях, привариваемых к выступающей из бетона арматуре. После возведения междуэтажного перекрытия направления осей переносят с балок или стержней на скобы, закладываемые в стенах каркаса или башни (бетон в месте расположения стержней с осевыми метками стесывают).

Отвесы и приборы вертикального визирования чаще всего применяют для вынесения осей на монтажные горизонты металлических башенных копров. Для монолитных железобетонных копров их использование наиболее целесообразно в том случае, когда междуэтажные перекрытия сооружаются после возведения стен башни. Различают две схемы расположения оборудования при вынесении осей, влияющие на методику выполнения работ: 1) точки закрепления отвесов или точки

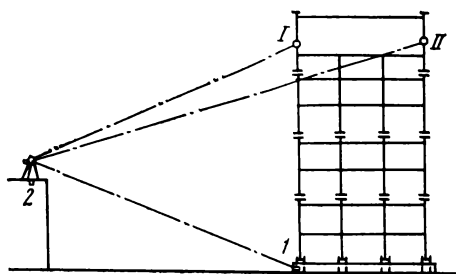


Рис. 5.21. Вынесение оси ствола на стальной каркасный копер с помощью теодолита

стояния зенит-прибора лежат в осевых вертикальных плоскостях или вблизи них; 2) точки закрепления и точки стояния расположены произвольно относительно осей ствола.

В первом случае отвесы *A, B, C, D* закрепляют на монтажном горизонте, располагая их примерно по направлениям осей ствола (рис. 5.22). Для спуска отвесов используется ручная ле-

бедка со стопорным устройством, направляющий блок или центрировочная пластина *1*, стальная проволока (трос) диаметром от 0,8 до 1,5 мм, груз массой от 10 до 50 кг. Лебедки устанавливаются на нулевой площадке, а направляющие устройства крепятся на кронштейнах к кружалам опалубки или балкам перекрытия металлического каркаса. На нулевой площадке, проводя наблюдения за качаниями отвесов и закрепив их в положении покоя, определяют расстояния между нитями отвесов и осями ствола. На монтажном горизонте, отложив от точек подвеса соответствующие расстояния, находят и закрепляют напилком, керном, насечкой осевые точки. В последующем направления осей на вышележащие горизонтальные связи переносят с помощью шнурового отвеса, используя закрепленные осевые точки *I, II, III, IV*.

Применение для вынесения осей зенит-прибора вместо отвесов позволяет проводить измерения независимо от воздушного режима в башенном копре, значительно снизить трудоемкость работ и повысить точность проектирования осевой точки. Точки стояния зенит-прибора закрепляют у стен копра на нулевой площадке, располагая их по осям ствола. На монтажном горизонте в соответствующих вертикалях размещают визирные марки, которые на консолях или кронштейнах крепятся к кружалам опалубки, стенам башни или балкам каркаса. Последовательно устанавливая зенит-прибор над осевыми пунктами, проектируют одним полным приемом осевые точки на марки и отмечают их проекции иглами. По створу игл, принадлежащих к одной оси, натягивают проволоку (шнур) и закрепляют осевое направление на скобах или балках.

Если междуэтажные перекрытия железобетонных копров устраиваются после возведения башни, то оси ствола могут быть вынесены с помощью легкого отвеса, последовательно с нулевой площадки

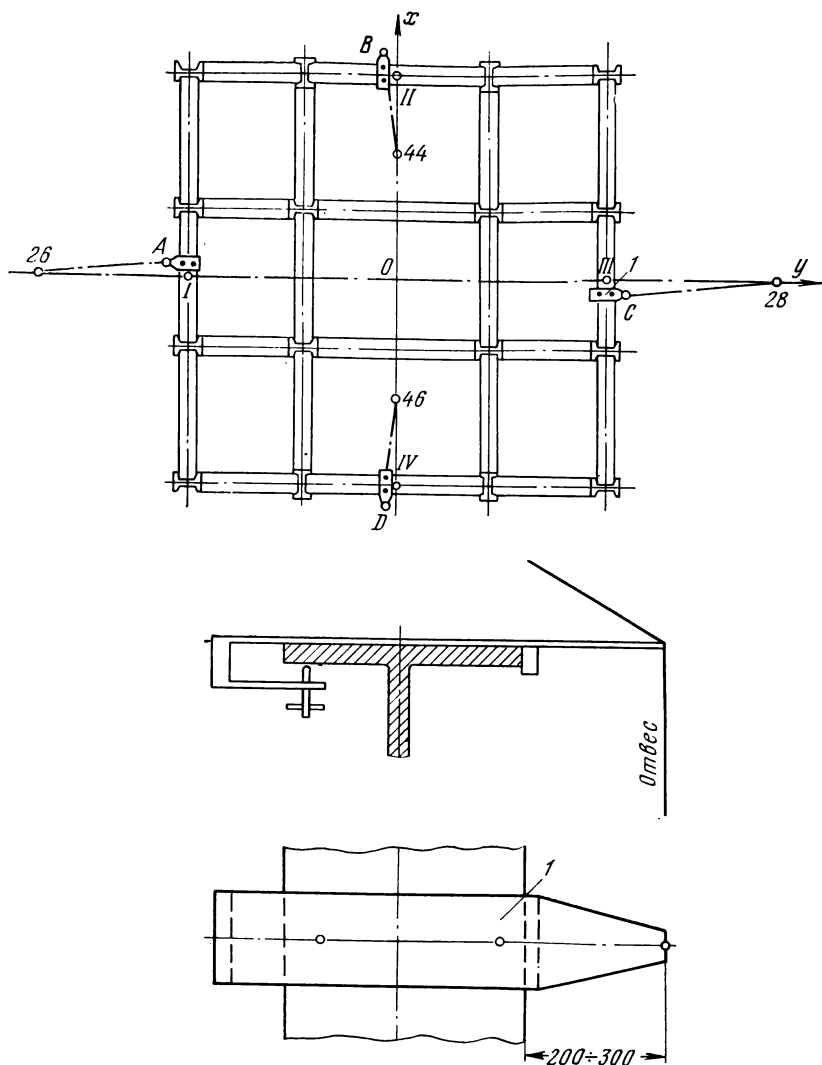


Рис. 5.22. Расположение отвесов при вынесении осей ствола на каркасный башенный копер

щадки на верхний монтажный горизонт. Осевые скобы закладывают в стенах с внутренней стороны по мере возведения башни копра. При тщательном совмещении осевой риски с нитью отвеса погрешность положения осевой риски самой верхней скобы не будет превышать ± 15 мм.

Во втором случае для вынесения осей используются отвесы, опускаемые с рабочего пола опалубки для контроля за ее положением, или отвесы, закрепляемые в свободных местах башни. На первом этапе работы определяют координаты отвесов в системе осей ствола. С этой целью прокладывают теодолитный ход между осевыми пунктами, заложенными в фундаментной плите или цоколе фундамента, и производят съемку отвесов в положении покоя. По известным координатам отвесов по формуле (5.5) вычисляют расстояния по линии смежных отвесов от нитей до осей ствола.

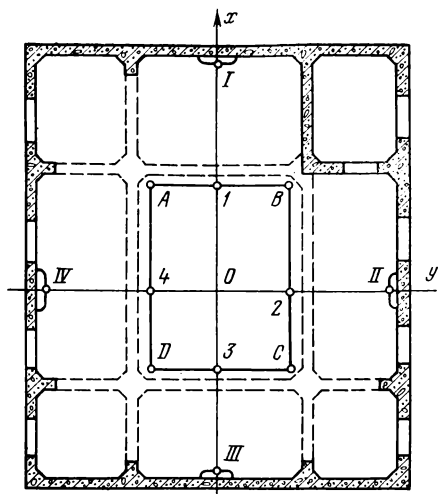


Рис. 5.23. К вынесению осей ствола на монтажный горизонт железобетонного копра с использованием контрольных отвесов

На монтажном горизонте (с подвесных лесов опалубки) между нитями смежных отвесов натягивают шнуры, на которых по вычисленным ранее расстояниям находят и отмечают в натуре точки 1, 2, 3, 4, лежащие на осях ствола (рис. 5.23). По створу точек 1—3 и 2—4 намечают положение осей ствола на скобах I, III, II, IV, бетонируемых в стены копра, и закрепляют их кернами. Для определения координат кернов измеряют расстояния от меток на шнурах до соответствующих осевых скоб.

Погрешность проектирования осевой точки зависит от способа проектирования и внешних условий. Случайная погрешность проектирования точки с помощью теодолита прямо пропорциональна удалению точки стояния инструмента и при угле визирования 45° составляет: для теодолитов технической точности типа ТЗ0 (один прием измерений) порядка $\pm 8-10$ мм при высоте проектирования 60—80 м (в относительной мере около 0,135 мм на 1 м высоты); для теодолитов высокой точности типа Т2 в 1,5—2 раза меньше.

Погрешность проектирования точки механическим способом при отсутствии ветровой нагрузки на проволоку (трос) отвеса не превышает погрешности проектирования теодолитом. Высокая точность переноса осевых точек на монтажные горизонты достигается при применении приборов вертикального визирования. Так, средняя погрешность проектирования точки на высоту 100 м зенит-прибором PZL не превышает ± 1 мм, приборами типа ОЦП, ПОВП — ± 2 мм.

Однако решающее значение на точность вынесения разбивочных осей на копры оказывают внешние условия, влияние которых не

только соизмеримо с инструментальными случайными погрешностями, но в большинстве случаев превосходит их в несколько раз. Исследованиями ВНИМИ установлено, что вследствие солнечной радиации амплитуда дневных колебаний стального каркасного копра на уровне машинного зала достигает 30 мм, а железобетонных башенных и стальных укосных копров 12—15 мм. Это обстоятельство необходимо учитывать при выборе инструмента и методики работ при вынесении разбивочных осей для монтажа оборудования, отдельные элементы которого расположены на разных монтажных горизонтах.

5.4. Маркшейдерские работы при монтаже подъемных машин и направляющих шкивов

Проверка установки направляющих шкивов

Проверка правильности установки направляющих шкивов производится после окончательного закрепления копра и контрольного вынесения осей ствола (подъема) на подшивную площадку. Для проверки фактического положения шкива вдоль оси ствола (подъема)

натягивают проволоку и измеряют расстояния l'_1 и l'_2 (рис. 5.24) при первом положении шкива. После поворота шкива на 180° (при втором положении шкива) измеряют расстояния l''_1 и l''_2 . Затем, измерив также расстояние d между внешними гранями реборд шкива, вычисляют расстояния a_1 и a_2 от разбивочной оси до оси симметрии шкива

$$a_1 = \frac{l'_1 + l''_1}{2} + \frac{d}{2}; \quad a_2 = \frac{l'_2 + l''_2}{2} + \frac{d}{2}.$$

Расстояния a_1 и a_2 не должны отличаться от проектных: для шкивов диаметром до 6 м — более чем на ± 10 мм, для шкивов диаметром 6 м и выше — более чем на ± 15 мм.

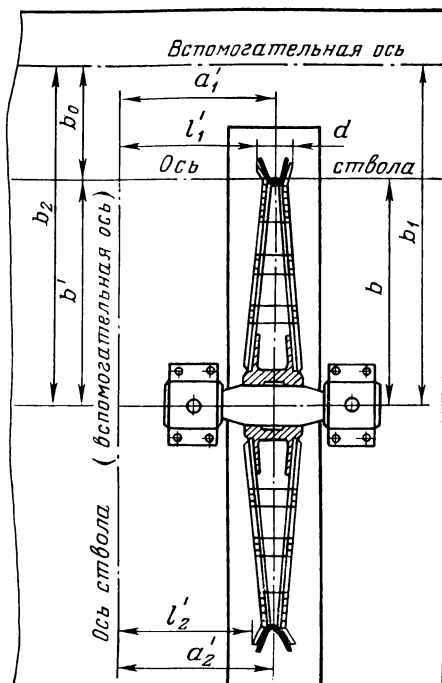


Рис. 5.24. Проверка положения копрового шкива относительно осей ствола

Положение шкива относительно второй оси ствола проверяют аналогичным образом, определяя расстояние b из выражения

$$b = \frac{b_1 + b_2}{2} - b_0,$$

где b_1 и b_2 — расстояния от концов вала до вспомогательной оси, закрепленной на расстоянии b_0 от оси ствола.

Если найденные расстояния отличаются от проектных на величину более допустимой, то вычисляют средние поправки, на которые следует сместить шкив. После смещения шкива контрольные измерения выполняют заново.

Проверка горизонтальности вала шкива выполняется накладным уровнем с ценой деления $20''$, шланговым нивелиром или нивелиром с самоустанавливающейся визирной линией, позволяющими определить превышение одного конца оси вала над другим с точностью до ± 1 мм.

Разбивочные работы и контрольные измерения при монтаже подъемных машин

До начала монтажных работ по установке подъемной машины выполняется разбивка осей подъема и главного вала в машинном здании, разбивка фундамента и отдельных элементов подъемной машины. Разбивку начинают с перенесения в натуру точки пересечения оси ствола и главного вала подъемной машины. Направление оси вала закрепляют вне контура машинного зала осевыми пунктами.

Относительно закрепленных осевых точек производится разбивка фундамента машинного здания. После возведения стен здания выше поверхности земли на $1\text{—}1,5$ м следует перенести и закрепить оси подъема и главного вала машины на внутренних сторонах стен здания. Разбивка осей выполняется с помощью теодолита, устанавливаемого на осевых точках. Точки, фиксирующие оси подъема и главного вала, отмечают керном или делают прорезь ножовкой на глубину $2\text{—}3$ мм. Точку пересечения осей подъема и главного вала принимают за центр подъемной машины.

После возведения стен здания закладывают второй ярус скоб, на которые переносят осевые точки с нижних скоб с помощью отвесов или теодолита. Скобы закладывают на таком уровне, чтобы их можно было использовать при монтаже подъемной машины и для контрольных измерений. Одновременно с разбивкой и закреплением осевых точек следует заложить в стене репер и определить его высотную отметку.

Если разбивка осей подъема и главного вала подъемной машины производится, когда здание уже построено, то в этом случае для разбивки проделывают проемы в стенах здания по направлению оси ствола или прокладывают с пунктов оси ствола теодолитный ход.

Разбивку осей подъема и главного вала машины выполняют дважды, после чего определяют дирекционные углы закрепленных монтажных осей. Среднее значение дирекционного угла оси главного вала не должно отличаться от проектного более чем на $\pm 2'$; угол между закрепленными осями не должен отличаться от прямого более чем на $1'$.

Детальная разбивка фундамента под подъемную машину выполняется производителем строительных работ. Маркшейдер проверяет высотную отметку дна котлована, а также осуществляет контроль за правильностью установки опалубки путем линейных измерений от осевых шнуров (проволок) до контура опалубки.

Для монтажа многоканатных подъемных машин в машинный зал башенного копра должны быть заново вынесены оси ствола и выполнена разбивка оси главного вала и оси подъема.

Если вынесение осей с помощью теодолита затруднено или невозможно, а видимость в осевых плоскостях копра отсутствует, то для повторного вынесения осей рекомендуется использовать приборы вертикального визирования (проектиры) с произвольным расположением точек стояния. При этом имеют место три основных схемы расположения проектируемых точек в зависимости от конструкции копров и схемы привязки точек.

При первой схеме точки стояния проектира располагают у башенного копра под эркерами, на оси ствола (если возможно проектирование) или в стороне от нее (рис. 5.25, а), при второй — в пределах сечения монтажного проема (рис. 5.25, б), а при третьей — у стен копра против оконных проемов (рис. 5.25, в). Визирные марки укрепляют над точками проектирования *A* и *B* непосредственно на полу перекрытия (первая схема) или на консолях (вторая и третья схемы).

На шахтной поверхности с осевых пунктов ствола или вспомогательных пунктов выполняют полярную съемку точек установки проектира. По результатам съемки определяют координаты точек *A* и *B*. Последовательно устанавливая прибор над этими точками, проектируют последние на визирные марки и фиксируют их проекции иглами. При этом расстояние между проектируемыми точками на нулевой площадке не должно отличаться от расстояния между их проекциями, измеренного в машинном зале, более чем на 5 мм.

В машинном зале устанавливают теодолит под марками или над произвольно выбранными точками *C* и *D* (см. рис. 5.25, б, в), с которых полярным способом производят съемку осевых скоб. При измерении углов визируют на метки ранее вынесенных осей. Проложением хода из небольшого числа вершин осуществляют привязку точек стояния теодолита к визирным маркам. Далее, по измеренным углам и длине сторон вычисляют координаты точек *C* и *D*, а затем определяют координаты меток осевых скоб. Средние координаты меток сравнивают с координатами осей ствола и находят расстояния, на которых должны располагаться осевые риски.

Расстояние между осевыми метками, полученными из двух перенесений, не должно превышать 30 мм; допустимое отклонение угла между основными осями машинного зала от прямого угла не должно превышать $2'$.

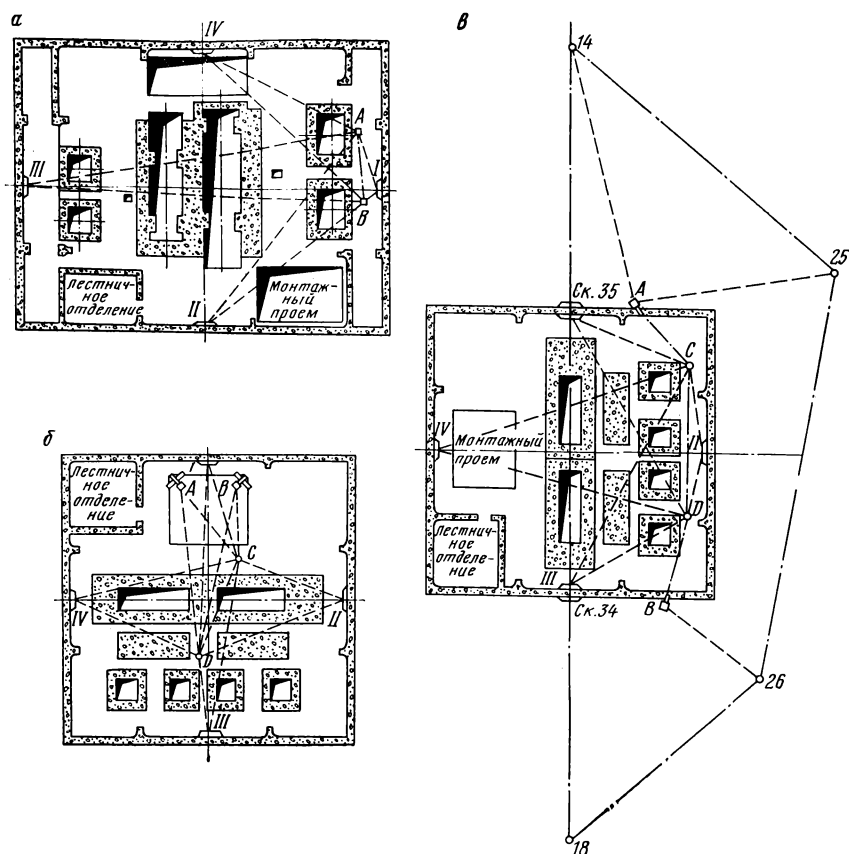


Рис. 5.25. Схемы расположения визирных марок при вынесении осей ствола в машинные залы башенных копров с помощью проектира

Разбивочные оси для установки отклоняющих шкивов рекомендуется переносить от разбивочных осей машинного зала до монтажа многоканатной подъемной машины. Из машинного зала с проволоки, обозначающей разбивочную ось зала подъемной машины, опускают через проем в перекрытии отвесы 2 и 7, располагая их как можно ближе к краям проема (рис. 5.26). На перекрытии отклоняющих шкивов, устанавливая теодолит под каждым из отвесов и визируя на проволоку I—II или нить другого отвеса у точки его закрепления, переносят направление оси на скобы I' и II'.

Для перенесения второй оси центрируют теодолит под отвесом, опущенным с точки перенесения разбивочных осей машинного зала, и откладывают от осевого направления I' — II' прямые углы. Вместо отвесов для проектирования осевых точек может быть применен проектир. Расхождение между осевыми рисками, определенными при двух установках теодолита, не должно превышать 20 мм.

Перед монтажом подъемной машины проверяют правильность закрепления осей фундамента, размеры фундамента, расположение отверстий и колодцев под анкерные болты, высоты опорной поверхности. Съемка фундамента в горизонтальной плоскости выполняется методом прямоугольных координат относительно отвесов, опущенных с проволок, фиксирующих оси подъема и главного вала. Размеры фундамента и расстояния между отвесами и осями колодцев (отверстий), а также характерными точками проемов измеряются рулеткой с округлением отсчетов до 5 мм. Вместо рулеточных измерений съемка может быть выполнена с помощью теодолита, коллимационная плоскость которого последовательно ориентируется по направлениям разбивочных осей фундамента, и рейки, прикладываемой к характерным точкам фундамента перпендикулярно к оси визирования. Высоты опорной поверхности определяют геометрическим нивелированием. По результатам измерений составляют план фундамента в масштабе от 1 : 20 до 1 : 100, где, кроме фактических размеров и отметок, показывают и проектные.

При монтаже одноканатной подъемной машины проверяется правильность укладки основной рамы (постаментов), главного вала и правильность монтажа барабанов. Маркшейдерский контроль при укладке рамы заключается в определении его горизонтальности и правильности расположения относительно оси подъема и оси главного вала подъемной машины. Вначале проверяют горизонтальность рамы, определяя нивелированием высотные отметки угловых точек рамы. Расположение рамы относительно осей контролируют с помощью отвесов, опущенных с проволок, натянутых между осевыми скобами. Створ осевых точек, намеченных на раме перед установкой, должен совпадать со створом отвесов.

Правильность установки главного вала подъемной машины проверяют в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Вдоль оси

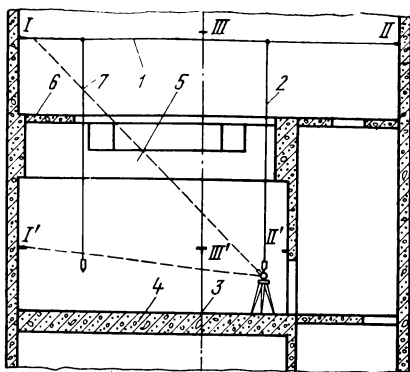


Рис. 5.26. Перенесение разбивочных осей на горизонт отклоняющих шкивов:

1 — проволока; 2 и 7 — отвесы; 3 — точка пересечения разбивочных осей; 4 — перекрытие, на котором устанавливаются отклоняющие шкивы; 5 — проем; 6 — перекрытие машинного зала

вала натягивают проволоку, с которой вблизи торцов вала опускают по два отвеса. При правильной установке вала центры торцов вала должны совпадать со створом отвесов. Отклонения оси вала относительно створа отвесов не должны превышать 1 мм.

Если указанный способ проверки затруднителен или невозможен, то контроль за фактическим положением вала следует производить с помощью вспомогательной оси, параллельной закрепленной оси вала. Вспомогательная ось выбирается с таким расчетом, чтобы отвесы, опущенные с проволоки, натянутой по направлению вспомогательной оси, проходили вдоль вала у каждого подшипника. Миллиметровой линейкой измеряют расстояния между каждым отвесом и образующей шейки вала. Для определения величины смещения фактической оси вала относительно разбивочной оси вычисляют радиус вала, для чего измеряют рулеткой длину окружности шейки вала в месте расположения отвесов.

Положение главного вала в горизонтальной плоскости проверяют нивелированием. Вместо нивелирной рейки используют линейку с миллиметровыми делениями, которую устанавливают поочередно на шейки вала. При определении превышения одного конца вала над другим учитывают возможное неравенство диаметров шеек вала. Превышения следует определять с точностью до 0,5 мм. Горизонтальность вала может быть проверена также с помощью шлангового нивелира НШТ-1 (см. раздел 4.6).

Отклонения фактического положения главного вала подъемной машины от проектного не должны превышать: по высоте ± 100 мм; по расстоянию от центра ствола до оси вала ± 100 мм; по смещению центра вала от проектной оси подъема ± 50 мм. Допустимое отклонение оси вала от горизонтального положения устанавливается техническими условиями на монтаж.

Установка многоканатных подъемных машин (опорной рамы, главного вала, редуктора, ведущих и отклоняющих шкивов, тормозного устройства и механизмов управления) выполняется относительно разбивочных осей, закрепленных в стенах машинного зала и на горизонте отклоняющих шкивов. Маркшейдерский контроль правильности монтажа опорной рамы, положения главного вала и правильности установки ведущих и отклоняющих шкивов производится методами, изложенными выше при монтаже одноканатных подъемных машин. Расстояния от соответственных разбивочных осей до оси вала машины, а также до плоскости симметрии шкивов трения не должны отличаться от проектных более чем на ± 10 мм.

Правильность монтажа барабанов подъемной машины проверяют относительно оси подъема. С этой целью вдоль оси подъема натягивают проволоку, с которой опускают отвесы *A* и *B* (рис. 5.27, *a*). Измеряют расстояния *m*, *n*, *k* и *l* от отвесов до реборд барабанов. Измерения выполняют при двух положениях барабанов (второе положение создается после поворота барабанов на 180°). Вычислив средние расстояния $m_{ср}$, $n_{ср}$, $k_{ср}$ и $l_{ср}$, определяют сме-

щение центра вала подъемной машины от проектной оси подъема

$$\eta = \frac{1}{4} [(m_{\text{ср}} + n_{\text{ср}}) - (k_{\text{ср}} + l_{\text{ср}})]. \quad (5.6)$$

Величина смещения η не должна превышать ± 50 мм.

Контроль за положением шкива трения выполняется аналогично относительно вспомогательной оси, параллельной оси подъема (рис. 5.27, б). Измеряют расстояния k_1 и l_1 от отвесов O_1 и O_2 до реборды шкива на концах горизонтального диаметра при

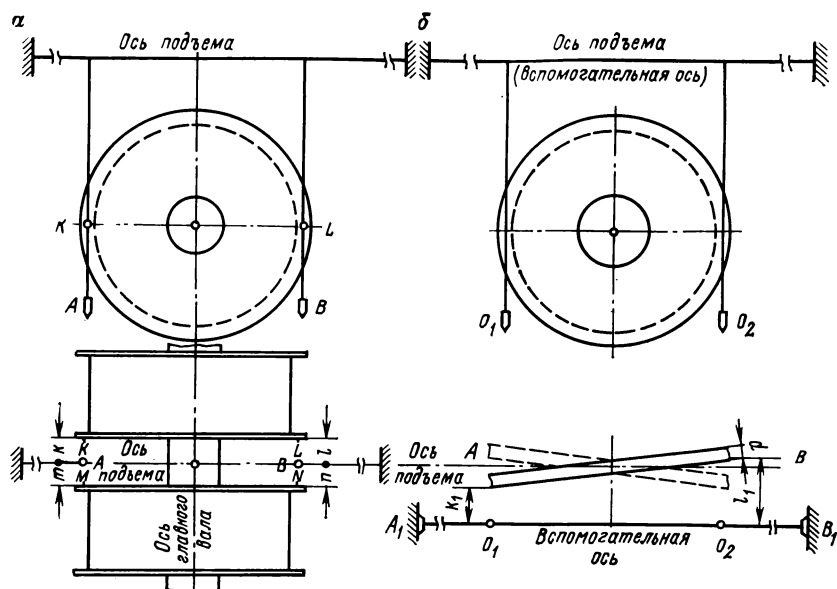


Рис. 5.27. Проверка установки барабанов и шкива трения

первом положении шкива и после поворота шкива на 180° расстояния k_2 и l_2 .

Смещение η центра шкива относительно оси подъема будет

$$\eta = \frac{k_{\text{ср}} + l_{\text{ср}}}{2} + \frac{b}{2} - a_0, \quad (5.7)$$

где b — расстояние между ребрами шкива; a_0 — смещение в горизонтальной плоскости вспомогательной оси относительно оси подъема.

Вместо отвесов для измерения расстояний k и l может быть использован теодолит. Теодолит устанавливают в створе вспомогательной оси и визирующим по створу оси берут отсчеты по рейке, прикладываемой к реборде шкива.

Установка и проверка положения бицилиндроконического барабана производится с помощью теодолита. Теодолит устанавливают

вблизи пульта управления в створе оси подъема и переносят направление оси на поверхность большого цилиндра. От осевой метки измеряют расстояния до границ большого цилиндра, по разности которых определяют положение барабана относительно оси подъема.

5.5. Маркшейдерские работы при монтаже жесткой армировки

Основной задачей маркшейдерской службы в процессе армирования является своевременный контроль за соблюдением проектных размеров и проектного положения расстрелов и проводников в стволе шахты. С этой целью маркшейдер выполняет комплекс работ как на поверхности, так и в стволе. Все работы выполняются в соответствии с проектом организации маркшейдерских работ, который должен являться составной частью проекта технологии армирования ствола.

Проектом организации маркшейдерских работ предусматриваются исходные данные для установления требований к точности маркшейдерских работ, в том числе строительные нормы на соблюдение допускаемых отклонений геометрических элементов армировки, допускаемые безопасные зазоры; требования к обеспечению маркшейдерских работ приборами; методы вынесения и закрепления разбивочных осей; конструкции армировочных шаблонов и монтажных кондукторов; схема расположения армировочных отвесов; методы контрольных измерений и исполнительных съемок.

Маркшейдерские работы при монтаже жесткой армировки делят на три этапа; подготовительные работы, периодические контрольные измерения в процессе армирования и исполнительная профильная съемка проводников.

В подготовительный период осуществляют: разбивочные работы для размещения дополнительных лебедок и направляющих шкивов в соответствии с проектными чертежами расположения монтажного оборудования в стволе и на шахтной поверхности; контроль за соблюдением проектных размеров заготовленных элементов армировки; профилировку стенок ствола, если результаты оперативной профилировки сомнительны; составление проекта расположения и закрепления армировочных отвесов, составление эскизов конструкции шаблонов и контроль за точностью их изготовления; инструктаж с горным надзором о пользовании шаблонами в процессе монтажа яруса армировки; составление перечня и количества необходимого оборудования, материалов и инструментов для производства маркшейдерских работ; проверку контрольного стенда для сборки яруса армировки; установку контрольного яруса расстрелов; перенос на контрольный ярус точек подвеса армировочных отвесов; составление журнала армирования.

Для выполнения подготовительных работ к армированию ствола маркшейдер должен иметь следующие проектные чертежи: поперечное сечение ствола с расположением армировки и постоянных

подъемных сосудов с видом крепи ствола, а также с размещением монтажного оборудования в процессе армирования; расположение проходческих лебедок вокруг ствола, сопряжение ствола с околоствольными выработками и расположением разгрузочных станков; вертикальный разрез по стволу с расположением ярусов армировки, армировочного полка и подвесных люлек.

Правильность установки шкивов на подшивной площадке проверяют съемкой осей канатов бадей и подвесных люлек относительно центра и осей ствола. Отклонения осей подъемных канатов временных подъемных сосудов от проектного положения не должны превышать ± 30 мм.

Контроль за соблюдением проектных размеров элементов армировки выполняют на основании проектных чертежей. Маркшейдерская служба проверяет следующие геометрические параметры элементов армировки: размеры проводников, расстрелов и лежек; положение отверстий, вырезов и фиксаторов в лежках; диаметр и соосность углублений в торцах проводников, а также прямолинейность проводников и расстрелов. Кроме того, перед началом армировочных работ все элементы армировки каждого яруса тщательно проверяют на контрольном стенде. На собранном ярусе фиксаторы лежек прикладывают к плоскости проводников (см. рис. 4.26) на верхней и нижней гранях расстрелов и прихватывают сваркой с последующим обвариванием лежек вне стенда, после чего каждый расстрел маркируют.

Расстрелы, устанавливаемые на горизонтальные борта тубингов, подгоняют по месту установки их в стволе.

Контрольную профильную съемку стенок крепи производят с целью определения минимальных зазоров между крепью ствола и наиболее выступающей частью подъемных сосудов, а также для выявления возможных искривлений стенок ствола. По результатам профилировки определяют дефекты в крепи и принимают меры по их устранению или внесению соответствующих изменений в принятую схему армирования, если искривления имеют значительные размеры. Положение стенок ствола проверяют измерением расстояний от центрального отвеса или от боковых отвесов, опущенных в местах минимальных зазоров между крепью ствола и подъемным сосудом. Интервал между измерениями принимают, как правило, равным шагу армировки.

В том случае, когда при сооружении ствола положение крепи проверялось сменным надзором через интервал, равный шагу опалубки или высоте двух тубинговых колец, и маркшейдером через 6—10 м, необходимость в контрольной профильной съемке отпадает. Профили ствола составляют по измерениям, выполненным маркшейдерской службой при оперативном контроле за проходкой.

Число армировочных отвесов и их размещение в сечении ствола определяют в соответствии с расположением расстрелов в ярусе и принятой технологической схемой армирования. При последова-

тельной схеме армирования (раздельной установке проводников и расстрелов) отвесы располагают вблизи лежек, а при совмещенной схеме — смещают вдоль расстрела так, чтобы не затруднять навеску проводников. Все отвесы располагают на одинаковых расстояниях 50—100 мм от проектного положения боковой грани ближайших расстрелов или вблизи мест присоединения вспомогательных расстрелов к главным. Необходимый минимум армировочных отвесов и выбор мест их расположения рекомендуется определять по следующим правилам:

1) отвесы опускают в тех местах, где исключается касание их подвесного и монтажного оборудования в стволе;

2) отвесы опускают вблизи лежек или около сочленения расстрелов;

3) один из главных расстрелов устанавливают по двум отвесам;

4) группу вспомогательных расстрелов (но не более трех), перпендикулярных к главному, устанавливают по одному отвесу, подвешенному у среднего из них, пользуясь горизонтальными шаблонами;

5) каждый расстрел, параллельный главному, устанавливается по одному отвесу и горизонтальным шаблоном;

6) установку расстрелов, расстояние между которыми превышает 3 м, производят по двум отвесам;

7) группу из четырех и более расстрелов, расположенную перпендикулярно к центральному расстрелу, устанавливают по двум отвесам, опущенным с крайних расстрелов. Остальные расстрелы устанавливают по шаблону;

8) при правильном размещении армировочных отвесов необходимый минимум должен составлять 5—6 отвесов;

9) при использовании станка для комплексного центрирования яруса расстрелов, а также при армировании ствола блоками, монтируемыми на поверхности, число отвесов определяется необходимым минимумом для обеспечения центрирования и ориентирования яруса расстрелов или блока армировки. Однако число отвесов не должно быть менее трех.

Примеры размещения отвесов при армировании для унифицированных сечений стволов с расположением жесткой армировки приведены на рис. 5.28.

Число и конструкцию армировочных шаблонов выбирают в зависимости от технологической схемы армирования, расположения расстрелов в ярусе и положения армировочных отвесов относительно расстрелов. Шаблоны, как правило, изготавливаются из листовой стали, металлических труб или уголкового железа. Типы армировочных шаблонов, их конструкция и предъявляемые к ним требования приведены в разделе 4.2. Перед началом работ по армированию маркшейдерская служба должна провести инструктаж с горным надзором и бригадирами о правилах пользования шаблонами при монтаже яруса армировки.

Для выполнения работ по армированию ствола маркшейдерская служба должна быть обеспечена необходимым оборудованием: лебедками, тросами или проволоками, грузами, планками-ограничителями, шаблонами, металлическими миллиметровыми линейками, накладными уровнями, рулетками с полотном из нержавеющей стали и специальными пластинами из винипроза или матированного лавсана для записей в стволах при наличии капежа. Рекомендуемое для выполнения маркшейдерских работ при армировании оборудование приведено в разделах 4.1 и 4.2.

Установку контрольного яруса начинают с разметки положения лунок. Для этого между осевыми скобами, закрепленными в шейке ствола, натягивают проволоку, с которых опускают подвижные отвесы. Сохранность положения осевых скоб предварительно проверяют теодолитной съемкой от осевых пунктов ствола. Первый ярус расстрелов располагают, как правило, на 1—2 м ниже нулевой площадки. В зависимости от конструкции подвешенного устройства монтажного полка контрольный ярус может быть установлен и на отметке нижележащих ярусов.

Контрольный ярус устанавливают по размерам, указанным в рабочих чертежах проекта. Правильность монтажа проверяют измерением расстояний от осей ствола до концов каждого расстрела, до лежек и до мест сочленения расстрелов, а также путем нивелирования концов каждого расстрела. Горизонтальность полки расстрела в поперечном направлении проверяют с помощью накладного уровня или парными отвесами. Смещение осей расстрелов контрольного яруса в горизонтальной плоскости не допускается более чем на ± 3 мм. Разность отметок концов расстрелов контрольного яруса не должна превышать ± 5 мм, а отклонение поперечной оси расстрела от горизонтального положения $\pm 20'$. После заделки лунок бетоном и схватывания его производят

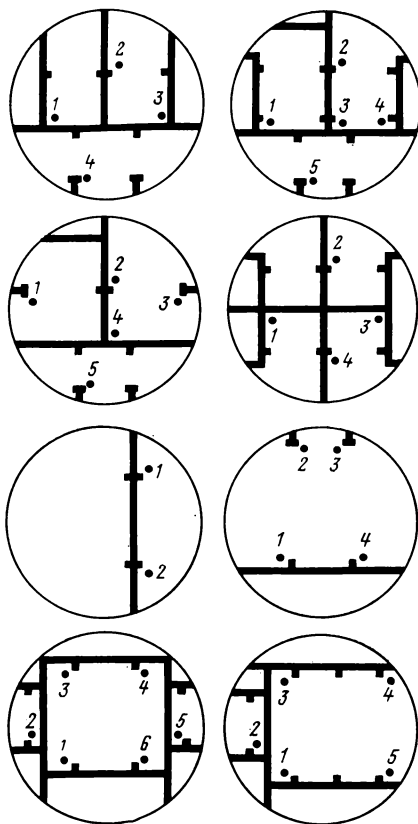


Рис. 5.28. Схемы расположения армировочных отвесов

повторный контроль положения расстрелов контрольного яруса, по результатам проверки составляется соответствующий акт.

На расстрелах контрольного яруса закрепляют металлические планки с отверстиями для фиксирования точек схода нити отвесов. После закрепления планок определяют координаты точек схода отвесов и между этими точками измеряют расстояния. Отклонения измеренных расстояний от вычисленных не должны превышать ± 2 мм.

Лебедки армировочных отвесов устанавливают на поверхности вблизи нулевой рамы или на контрольном ярусе, который перекрывается в этом случае сплошным настилом с оставлением бадьевых проемов и отверстий для пропуска армировочных отвесов.

При армировании ствола по восходящей схеме (снизу—вверх) возникает необходимость установки второго контрольного яруса на горизонте околоствольного двора. Этот ярус устанавливают относительно отвесов, опущенных с верхнего контрольного яруса.

Журнал армирования ствола регулярно заполняется сменным надзором и контролируется маркшейдером. На первой странице журнала приводится схема поперечного сечения ствола с указанием элементов армировки, положения армировочных отвесов с указанием расстояний от каждого отвеса до центра выреза в лежке, между лежками и между проводниками, величины заделки концов расстрелов в лунках, а также рабочая схема положения шаблонов; на второй странице — эскизные чертежи всех используемых типов шаблонов, планок — ограничителей колебаний нити отвеса. На третьей странице приводят таблицу для записи контрольных расстояний между отвесами со схемой их расположения. На четвертой странице дают перечень допусков при монтаже элементов армировки. На последующих страницах указывают параметры контролируемых элементов армировки.

В процессе армирования маркшейдерская служба осуществляет оперативный контроль за армированием ствола, по результатам которого определяют: расстояния между смежными ярусами расстрелов (проверку соблюдения установленного шага армировки), положение расстрелов относительно горизонтальных осей ствола; горизонтальность основных осей расстрелов; положение армировочных отвесов и ограничителей колебания нити отвесов по мере их переноса; правильность заполнения журнала армирования сменным надзором; глубину и качество заделки расстрелов в лунках.

Оперативный контроль выполняется маркшейдерской службой не реже чем через 3—4 яруса расстрелов. В период между маркшейдерскими проверками монтажа армировки правильность установки каждого яруса расстрелов проверяет сменный надзор, который заносит результаты в журнал армирования.

Установку расстрелов последующего за контрольным ярусом начинают с разметки лунок. Для этого при нисходящей схеме арми-

рования (установке расстрелов сверху вниз) опускают с контрольного яруса специальные шаблоны (см. рис. 4.25 поз. 5). Затем по шаблону размечают контур лунки мелом на крепи ствола и долбят или выбуривают ее, ориентируясь по створу армировочных отвесов, расположенных вдоль оси главного расстрела. После приготовления всех лунок и проверки их габаритов с верхнего этажа полка заводят в них концы расстрелов, подвешенных на дистанционных шаблонах (см. рис. 4.25), обеспечивающих взаимную увязку ярусов по высоте. Кроме того, высотное положение ярусов расстрелов проверяют через каждые 50—70 м от реперов, заложенных в стенке ствола. При восходящей схеме армирования разметку лунок производят от гибких шаблонов (см. рис. 4.25, поз. 6), которые перемещают до тех пор, пока груз отвеса шаблона спроектируется на продольную ось нижележащего расстрела. Взаимную увязку ярусов по высоте обеспечивают дистанционными шаблонами.

Установку расстрелов относительно горизонтальных осей ствола осуществляют с помощью армировочных отвесов, которые в зависимости от принятой схемы армирования опускают вслед за монтажным полком (подвижные отвесы) или пропускают через армировочный полк на всю глубину ствола и закрепляют в зумпфовой части ствола на нижнем контрольном ярусе в специальных планках-ограничителях (несвободные отвесы). Характеристика армировочных отвесов приведена в разделе 4.1.

Перед центрированием яруса расстрелов проверяют неизменность расстояний между армировочными отвесами и, убедившись в этом, приступают к установке расстрелов. Для этого в вырезы лежек вставляют накладные шаблоны (см. рис. 4.25, поз. 10—14) и наблюдают по их шкалам за колебаниями отвесов. Если среднее положение колебаний отвеса совпадает с осевой риской на шаблоне, то расстрел установлен правильно. В противном случае расстрел перемещают. При этом расхождения расстояний от отвесов до соответствующих точек расстрелов (лежек) на рабочем горизонте и на контрольном ярусе не должны отличаться более чем на ± 5 мм при металлической армировке и ± 10 мм при деревянной. Правильность установки расстрелов в ярусе проверяют горизонтальными шаблонами (см. рис. 4.25, поз. 7, 8, 9).

Установку расстрелов в горизонтальное положение выполняют в поперечном направлении с помощью парных отвесов, а в продольном направлении — с помощью горизонтального шаблона, снабженного круглым уровнем.

После приведения яруса расстрелов в проектное положение и производства контрольных измерений концы расстрелов в лунках заделывают бетоном, окончательную проверку яруса расстрелов производят после схватывания бетона.

Для уменьшения амплитуды колебаний армировочных отвесов на полках расстрелов устанавливают ограничители колебаний. Конструкция ограничителя должна быть рассчитана на пропуска-



1 — лебедка; 2 — направляющий блок; 3 — центрировочная пластина; 4 — контрольный ярус; 5 — боковой расстрел; 6 — центральный расстрел; 7 — ограничитель колебаний; 8 — дистанционный шаблон; 9 — нить отвеса; 10 — монолитный груз; 11 — подвесной двухэтажный армировочный полук; 12 — шаблон для разбивки лунок; 13 — накладной шаблон; 14 — горизонтальный шаблон; 15 — шууровой отвес; 16 — разбивочная ось; 17 — осевая скоба; 18 — теодолит; А, Б, С, Д — подвижные отвесы

ние нити отвеса через отверстие в ней без отсоединения груза (см. рис. 4.10). При установке каждого ограничителя определяют положение покоя отвесов и тщательно центрируют отверстие. Окончательное закрепление ограничителей производят после измерения расстояний между всеми центрами отверстий ограничителей. Измеренные расстояния не должны отличаться от расстояний между отвесами на контрольном ярусе более чем на ± 5 мм. Ограничители колебаний устанавливают через 30—100 м в зависимости от режима водопритока и скорости движения воздушной струи.

Размещение комплекса маркшейдерского оборудования (лебедек, отвесов, ограничителей колебаний, армировочных шаблонов) при монтаже жесткой армировки от подвижных отвесов приведено на рис. 5.29.

После завершения работ по установке расстрелов и навеске проводников производят окончательный контроль за правильностью монтажа армировки. Для этого выполняют контрольную профильную съемку проводников и составляют исполнительную документацию (профили проводников, расстрелов и стенок ствола). Съемку выполняют, как правило, измерительной станцией СИ4; в неглубоких стволах положение элементов армировки определяют от отвесов. Организация и методика выполнения профильной съемки станцией СИ4 приведены в разделе 6,3, а от отвесов — в разделе 6.4.

5.6. Маркшейдерские работы при монтаже канатной армировки

Технология армирования шахтного ствола канатными проводниками характеризуется наличием ряда отдельных монтажных горизонтов, удаленных друг от друга на значительные расстояния, и большими перерывами во времени между монтажом отдельных участков. Эти особенности монтажа канатной армировки должны учитываться при составлении проекта организации маркшейдерских работ, в котором предусматриваются основные мероприятия по маркшейдерскому обеспечению монтажа оборудования, а также излагаются допускаемые отклонения при выполнении монтажных работ и необходимая точность маркшейдерских измерений.

Маркшейдерское обеспечение монтажа канатной армировки включает в себя следующие работы: вынесение разбивочных осей на монтажные горизонты; контроль за правильностью монтажа натяжной рамы; контроль за установкой прицепных, направляющих и натяжных устройств; контрольные измерения при монтаже вспомогательных проводников; проверка колеи направляющих устройств подъемных сосудов; исполнительные съемки участков оборудования.

Монтажными горизонтами канатной армировки являются: перекрытие башенного копра или пояс укосного копра (горизонт подвеса), на котором устанавливаются прицепные устройства; натяж-

ная рама в зумпфе ствола (горизонт фиксации) и контрольные ярусы расстрелов участков жесткой армировки. Разбивочные оси для монтажа прицепных устройств на перекрытии башенного копра следует переносить из машинного зала, используя разбивочные оси многоканатной подъемной машины. Оси переносят с помощью теодолита с использованием отвесов или прибора вертикального визирования. На монтажную площадку укосного копра оси переносят с помощью теодолита, устанавливаемого на осевых пунктах, или отвесов, опускаемых с подшивной площадки.

Перенесение осей ствола на горизонт фиксации направляющих канатов осуществляют в период проходки ствола или после ее окончания с помощью проекциметров ВНИМИ или отвесов, опускаемых с поверхности или осевых скоб, закрепленных в крепи ствола в районе околоствольного двора.

Методика вынесения осей на вышеназванные монтажные горизонты изложена в разделе 5.3. Расхождение в положении осевых рисков, полученных при двух перенесениях осей, не должно превышать 20 мм на горизонте подвеса и 50 мм на горизонте фиксации.

Монтаж натяжной рамы и контрольных ярусов расстрелов вспомогательных проводников производится от отвесов, опущенных с проволок, натянутых по осям ствола. Правильность укладки балок рамы и расстрелов яруса проверяется методами, аналогичными применяемым методам при монтаже контрольного яруса расстрелов жесткой армировки.

Проектное положение прицепных устройств или домкратов на горизонте подвеса определяется относительно закрепленных на этом горизонте осей многоканатной подъемной машины или осей ствола. Разбивка осей устройств производится линейными измерениями от разбивочных осей методом прямоугольных координат. Проектное положение прицепных устройств или домкратов отмечается на опорных поверхностях осевыми рисками. Перед установкой прицепных устройств должно быть проверено положение отверстий в перекрытии, предназначенных для пропуска канатов. Отверстия должны быть вертикальны, а их смещение относительно разбивочных осей не должно превышать разности диаметров отверстия и каната.

При навеске канатных проводников контролируется положение прицепных устройств и направляющих втулок. Правильность установки прицепных устройств проверяется по совмещению осевых рисков устройства и опорной поверхности. Расхождение совмещаемых рисков не должно превышать 5 мм. Вспомогательные балки натяжной рамы, на которых устанавливаются направляющие втулки для фиксирования канатных проводников, закрепляются только после проверки положения втулок. Правильность положения последних проверяется измерением расстояний от разбивочных осей до канатов. Фактические расстояния не должны отличаться от проектных более чем на ± 5 мм.

Закрепление канатных проводников в вертикальном положении на натяжной раме может быть выполнено без наличия разбивочных осей с помощью проекциометра ПМб. В этом случае датчик вертикали проекциометра закрепляют на канатном проводнике выше натяжной рамы и, выполнив проекциометрические измерения, определяют величину и направление смещения каната от вертикали (методику съемки см. в разделе 6.5). Выводя пузырек уровня в положение, соответствующее вертикальному положению каната, и перемещая последний, добиваются того, чтобы при закручивании каната вокруг своей оси не наблюдалось схода пузырька уровня. Таким образом устанавливают в отвесное положение 2—3 канатных проводника. Измерив расстояния между ними и приведя их в соответствие с проектными, линейными засечками относительно закрепленных канатных проводников находят проектное положение всех остальных канатов.

После установки прицепных устройств и закрепления направляющих втулок производится исполнительная съемка канатных проводников на горизонте подвеса и горизонте фиксации. Съемка выполняется путем проведения линейных измерений от разбивочных осей. Расстояния между отвесами, опущенными с натянутых вдоль разбивочных осей проволок, и устройствами измеряют рулеткой или рейкой. Расстояния между устройствами и между канатами определяют по измерениям, выполняемым рулеткой (непосредственно, способом опоясывания или способом симметричных измерений с использованием металлических уголков), или с помощью реечного координатометра. По результатам измерений составляется исполнительная схема закрепления канатных проводников на перекрытии (поясе) копра (рис. 5.30) и натяжной раме. Фактические расстояния между осями устройств (канатов) и разбивочными осями не должны отличаться от проектных более чем на ± 7 мм.

Вспомогательные проводники устанавливают в проектное положение относительно армировочных отвесов, положение которых должно быть определено относительно ближайших направляющих канатов, или непосредственно относительно канатов с помощью шаблона. Если вспомогательные проводники монтируются раньше чем канатные, то положение последних при навеске должно определяться проектными расстояниями между жесткими проводниками верхнего и нижнего горизонтов и направляющими канатами. Методы выполнения разбивочных работ и контрольных измерений при монтаже вспомогательных проводников аналогичны маркшейдерским работам при монтаже жесткой армировки.

Перед навеской подъемных сосудов в шахтном стволе должна быть выполнена проверка положения направляющих устройств. Проверка выполняется на промплощадке с использованием рулетки, теодолита и нивелирных реек. Предварительно на сосуде путем линейных измерений определяют и закрепляют в натуре на корпусе оси симметрии. От осей симметрии измеряют расстояния

до осей всех направляющих устройств (муфт, башмаков и т. п.). Кроме того, измеряют расстояния как между всеми верхними, так и между всеми нижними устройствами. Колея направляющих устройств, как и разность между колеями соответствующих верхних и нижних устройств, не должна отличаться от проектного значения более чем на ± 10 мм.

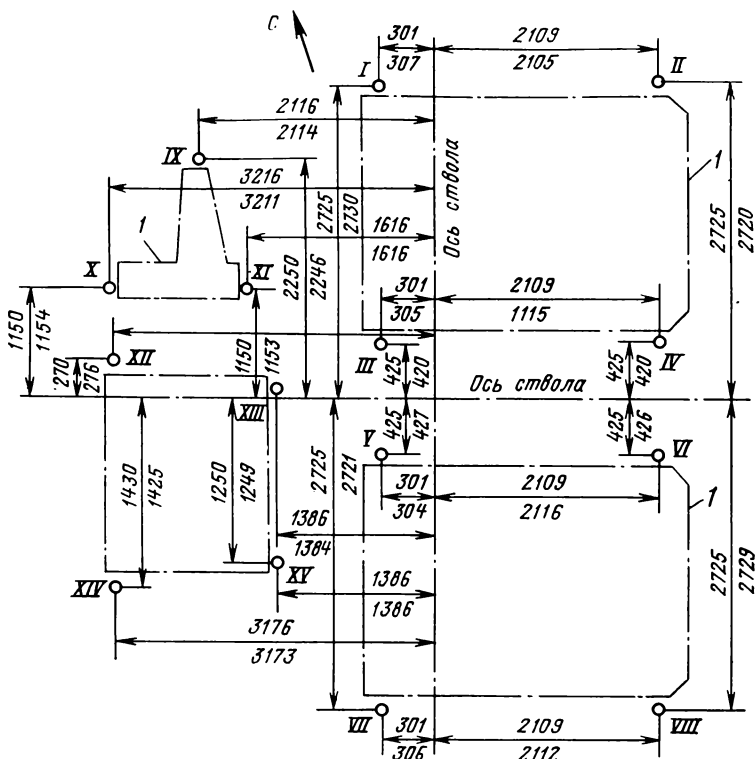


Рис. 5.30. Исполнительная схема канатных проводников на горизонте подвеса:
I, II, III, . . . , VIII — канатные проводники; 1 — контур подъемного сосуда (цифры
в числителе — проектные расстояния)

После завершения монтажа оборудования выполняется исполнительная проверка канатной армировки. Способы выполнения полевых работ и определение отклонений параметров и геометрических элементов аналогичны маркшейдерским работам при контроле соотношения геометрических элементов канатной армировки в процессе эксплуатации (см. раздел 6.5).

В сканированном экземпляре
страницы 167 – 186 отсутствуют
(подрезаны «читателями»)

В сканированном экземпляре
страницы 167 – 186 отсутствуют
(подрезаны «читателями»)

Угол наклона оси коренного вала δ_{I-I} вычисляют по формуле

$$\delta_{I-I} = - \frac{\Delta H_{I-II} + \Delta r_{I-II}}{l_{I-II}} \rho', \quad (6.23)$$

где $\Delta r_{I-II} = r_I - r_{II}$.

Аналогично определяют угол наклона оси вала отклоняющих шкивов δ_{IV-III} .

Определение координат осей канатов на горизонте измерений. Координаты осей канатов при двух крайних положениях подъемных сосудов (верхнем и нижнем) используются для определения отклонения осей системы канатов от вертикали углов, девиации и угла перегиба. Для определения координат осей головных канатов на «горизонте измерений» производят ординатную съемку канатов с опорных пунктов AB и CD . Методика ординатной съемки канатов с помощью реечного координатометра приведена ранее.

Результаты ординатной съемки обрабатывают в следующей последовательности. По формулам (6.14) отсчеты по координатометру приводят к оси рейки и осям канатов. Затем по формулам (6.22) вычисляют координаты x_i и y_i осей неотклоняемых и x_k и y_k осей отклоняемых канатов — при нижнем и x'_i , y'_i , x'_k , y'_k — при верхнем положении подъемных сосудов.

При значительном биении отклоняющих шкивов координаты осей канатов x_k и y_k определяют по графику биений, принимая то же положение шкива по маркировке, которое было при определении x'_k и y'_k .

Определение угловых отклонений. Угол перегиба η вычисляют по приближенной формуле

$$\eta = \arctg \frac{-(x_i - x_k)}{h - 0,5}, \quad (6.24)$$

где x_i и x_k — абсциссы неотклоненного и отклоненного каната при нижнем положении сосуда.

При последующих периодических проверках необходимость в определении угла перегиба может возникнуть при реконструкции подъема, например при установке новых отклоняющих шкивов с другими параметрами.

Углы отклонения от вертикали осей систем канатов θ_y и θ_x , ω_y и ω_x вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \theta_y &= \frac{\sum y'_i - \sum y_i}{nh_1} \rho'; \\ \theta_x &= \frac{\sum x'_i - \sum x_i}{nh_1} \rho' + \frac{R_{в. \text{ ср}} - R_{в. \text{ ш}}}{h_3} \rho'; \\ \omega_y &= \frac{\sum y'_k - \sum y_k}{nh_2} \rho'; \end{aligned} \right\} \quad (6.25)$$

$$\omega_x = \frac{\sum x'_k - \sum x_k}{nh_2} \rho' + \frac{R_{0. \text{ ср}} - R_{0. \text{ ш}}}{h_4} \rho',$$

где y_i и y'_i — ординаты осей неотклоненных канатов (5, 6, 7, 8) при нижнем и верхнем положениях подъемного сосуда; n — число канатов в системе; h_1 — превышение оси коренного вала над горизонтом измерений; $\rho' = 3438'$; x_i и x'_i — абсциссы осей неотклоненных канатов (5, 6, 7, 8) при нижнем и верхнем положении подъемного сосуда; h_3 — превышение оси коренного вала над средней точкой подвешного устройства; $R_{0. \text{ ср}}$ — проектный (средний) радиус ведущего шкива; $R_{0. \text{ ш}}$ — радиус ведущего шкива во время измерений; y_k и y'_k — ординаты осей отклоненных канатов (1, 2, 3, 4) при нижнем и верхнем положениях сосуда; x_k и x'_k — абсциссы осей тех же канатов; h_2 — превышение оси вала отклоняющих шкивов над горизонтом измерений; h_4 — превышение оси вала отклоняющих шкивов над средней точкой подвешного устройства; $R_{0. \text{ ср}}$ и $R_{0. \text{ ш}}$ — радиусы отклоняющих шкивов соответственно проектный и во время измерений.

Углы девиации головных канатов на ведущих шкивах при горизонтальном α_{Γ_i} и наклонном α_{H_i} положениях балансиров подвесных устройств вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{\Gamma_i} &= \theta_y + \delta_{\text{II-I}} + \lambda_{\Gamma_i}; \\ \alpha_{\text{H}_i} &= \theta_y + \delta_{\text{II-I}} - \lambda_{\text{H}_i}, \end{aligned} \right\} \quad (6.26)$$

где $\delta_{\text{II-I}}$ — угол наклона оси коренного вала; λ_{Γ_i} и λ_{H_i} — поправки за приведение балансиров к горизонтальному и наклонному положениям.

Углы девиации головных канатов на отклоняющих шкивах при горизонтальном β_{Γ_k} и наклонном β_{H_k} положениях балансиров подвесных устройств вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \beta_{\Gamma_k} &= \omega_y + \delta_{\text{IV-III}} + \lambda_{\Gamma_k}; \\ \beta_{\text{H}_k} &= \omega_y + \delta_{\text{IV-III}} + \lambda_{\text{H}_k}, \end{aligned} \right\} \quad (6.27)$$

где $\delta_{\text{IV-III}}$ — угол наклона оси вала отклоняющих шкивов; λ_{Γ_k} , λ_{H_k} — поправки за приведение балансиров соответственно к горизонтальному и наклонному положениям.

Поправки в углы девиации неотклоненных канатов за положение балансиров подвесных устройств (рис. 6.12) вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{\Gamma_i} &= \frac{S_{\Gamma_i} - S_i}{h_3} \rho'; \\ \lambda_{\text{H}_i} &= \frac{S_{\text{H}_i} - S_i}{h_3} \rho', \end{aligned} \right\} \quad (6.28)$$

где $S_{г_i}$ и $S_{н_i}$ — расстояние от оси системы до оси каната при горизонтальном и наклонном положениях балансиров ($S_{г_i}$ и $S_{н_i}$ — положительные, если канат расположен относительно оси системы в сторону увеличения ординат, и отрицательные, если в сторону уменьшения ординат); $S_i = y_i - y_{ср}$ — расстояние от оси системы до оси каната в точке схода его со шкива.

Поправки в углы девиации отклоненных канатов за положение балансиров подвесных устройств вычисляют по аналогичным формулам:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{г_k} &= \frac{S_{г_k} - S_k}{h_4} \rho'; \\ \lambda_{н_k} &= \frac{S_{н_k} - S_k}{S_4} \rho'. \end{aligned} \right\} \quad (6.29)$$

Углы девиации промежуточных канатов на ведущих φ_i и отклоняющих ψ_k шкивах определяют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_i &= \frac{\Delta y''}{l} \rho' + \delta_{II-I}; \\ \psi_k &= \frac{\Delta y''}{l} \rho' + \delta_{IV-III} + \varepsilon \sin \eta, \end{aligned} \right\} \quad (6.30)$$

где $\Delta y'' = y_k - y_i$ — разность ординат осей отклоненного и неотклоненного каната на горизонте измерений при нижнем положении подъемных сосудов ($y_1 - y_5$, $y_2 - y_6$ и т. д.); δ_{II-I} и δ_{IV-III} — углы наклона осей коренного вала и вала отклоняющих шкивов; η — угол перегиба каната отклоняющим шкивом; ε — угол поворота оси вала отклоняющих шкивов относительно оси коренного вала; l — длина промежуточной струны каната.

Длину промежуточной струны каната вычисляют по формуле:

$$l = \cos \eta [h - (R_{о.ш} + x_k) \operatorname{tg} \eta], \quad (6.31)$$

где h — превышение между осями коренного вала и вала отклоняющих шкивов; $R_{о.ш}$ — радиус отклоняющего шкива; x_k — абсцисса оси отклоняемого каната.

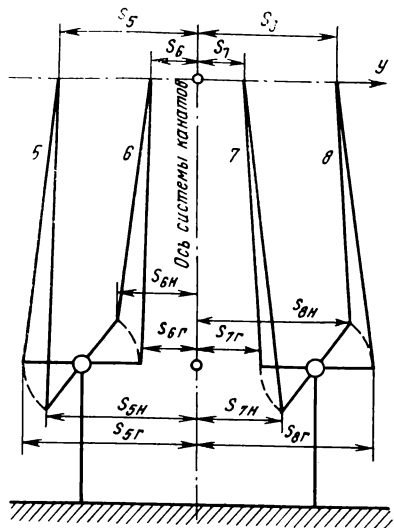


Рис. 6.12. Схема балансирующего подвесного устройства

Числовой пример проверки четырехканатной подъемной установки с одним комплектом отклоняющих шкивов

Краткая характеристика подъемной установки. Шахтный ствол оборудован двухскиповым (с грузоподъемностью скипов 12 т) и двухклетевым подъемами. В машинном зале цилиндрического ба-

шенного копра высотой 72,7 м установлены две четырехканатные машины МК-3, 25×4 скипового и клетового подъемов. Высота машинного зала над нулевой площадкой 61 м. Диаметр подъемных канатов 28 мм. Армировка ствола жесткая с рельсовыми проводниками. Максимальные скорости движения подъемных сосудов составляют: клетей 8 м/с, скипов 11,2 м/с.

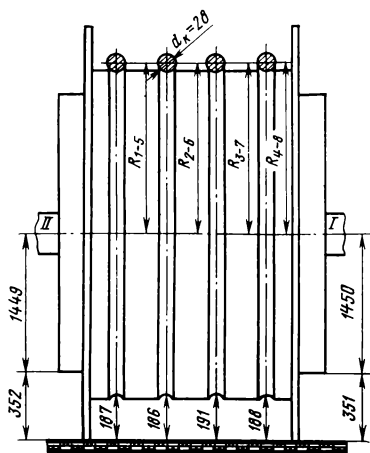


Рис. 6.13. Измерения для определения радиусов ведущих шкивов

ведущих шкивов незначительно отличаются друг от друга, опорные пункты *С* и *Д* закреплены в металлических оголовках проема для пропуска канатов на одинаковом расстоянии от канатов 5 и 8 (рис. 6.14). Опорные пункты *А* и *В* закреплены аналогично на равном удалении от канатов 1 и 4.

в) Для определения координат опорных пунктов реечным координатометром, закрепленным на пунктах *С* и *Д*, выполнена съемка канатов 5—8 при нижнем положении подъемного сосуда, а также рулеткой измерены стороны и диагонали четырехугольника *ABCD* (рис. 6.14).

Расстояния от осей канатов до оси рейки и отсчеты по рейке, соответствующие проекциям осей канатов на рейку, вычисляем по формулам (6.14). Находим абсциссы оси рейки:

$$x_{p_5} = -1,628 - 0,177 = -1,805 \text{ м};$$

$$x_{p_6} = -1,807 \text{ м}; \quad x_{p_7} = -1,806 \text{ м}; \quad x_{p_8} = -1,805 \text{ м}.$$

Уравненные значения абсцисс оси рейки по формулам (6.15) будут:

$$x_{p_5 \text{ ур}} = -1,800 +$$

Пример составлен для скиповой подъемной установки, обслуживающей горизонт 610 м.

Подготовительные работы.

а) Радиусы ведущих шкивов определяем путем измерения расстояний от рейки, приложенной к ребрам барабана, до дна ручьев и до тормозных ободов барабана (рис. 6.13).

По формуле (6.11) находим:

$$R_{1-5} = 1,449 + 0,352 - 0,187 + 0,014 = 1,628 \text{ м};$$

$$R_{2-4} = 1,629 \text{ м}; \quad R_{3-7} = 1,624 \text{ м};$$

$$R_{4-8} = 1,627 \text{ м}.$$

б) Горизонт измерений выбран на перекрытии, где установлены отклоняющие шкивы (высота 53,3 м). Учитывая, что радиусы

$$x_{p_8 \text{ yp}} = -1,800 +$$

Дирекционный угол стороны CD находим по формуле (6.16)

Так как $(\alpha_{CD} - 90^\circ) < 10'$, то координаты пункта C вычисляем по формуле (6.17)

В табл. 6.3 вычисляем углы при вершинах четырехугольника $ABCD$, а в табл. 6.4 координаты опорных пунктов.

$$d_{III} = \frac{982 + 942}{2} + 815 = 1777 \text{ мм};$$

191

Т а б л и ц а 6.3

Обозначение величин	Углы			
	<i>C</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>D</i>
<i>a</i> , мм	2969	3100	2969	3100
<i>b</i> , мм	2003	2275	2288	2003
<i>c</i> , мм	2275	2003	2003	2288
$b^2 + c^2 - a^2$	372 673	—422 566	431 992	—363 047
$2bc$	9 486 323	9 486 323	9 165 728	9 165 728
$\cos A$	0,03929	—0,04452	0,04713	—0,03961
<i>A</i>	87°45′	92°33′	87°18′	92°16′

Т а б л и ц а 6.4

Пункты	Горизон- тальный угол β	Длина, м	Дирек- ционный угол α	Приращение координат, м		Координаты, м	
				Δy	Δx	<i>y</i>	<i>x</i>
<i>D</i>	2′		269°57′				
<i>C</i>	272°15′			+2		—0,597	—1,806
	2′	2,275	2°10′	0,086	2,273		
<i>A</i>	267°27′			+2	+1	—0,509	0,467
		2,003	89°35′	2,003	0,014		
	—2′			+2			
<i>B</i>	272°42′			—0,090	—2,286	1,408	—1,804
	—2′	2,288	182°15′				
<i>D</i>	267°44′			+2	—	—0,597	—1,806
		2,003	269°57′	—2,003	—0,002		
$\Sigma \beta = 1080°08′$, $p = 8,569$				$f_y = 0,004$, $f_x = -0,001$			
$f_\beta = +08′$				$f_{xy} = \pm 0,004$			
$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 10′$				$\frac{f_{xy}}{p} = 1 : 2080$			

Для контроля измерений вспомогательную нивелирную рейку сместили вдоль ее оси и снова определили эти расстояния:

$$d'_{III} = 1775,5 \text{ мм}; \quad d'_{IV} = 1771,5 \text{ мм}$$

Угол поворота ε вычисляем по формуле (6.21)

$$\varepsilon = \frac{(1770,5 + 1771,5) - (1777 + 1775,5)}{2 \cdot 1780} 3438' + (89°35' - 90°) = 0°35'.$$

д) для определения высот осей коренного вала и вала отклоняющих шкивов, опорных пунктов и средних точек подвесных устройств от репера RpO , заложенного на нулевой площадке, по лестничному отделению башенного копра стальной рулеткой измерены

вертикальные расстояния до горизонта отклоняющих шкивов $Rp\Gamma$ и машинного зала RpM . Далее относительно реперов $Rp\Gamma$ и RpM нивелиром переданы высоты опорным пунктам A, B, C, D и осям коренного вала II и вала отклоняющих шкивов IV . Кроме того, от опорных пунктов измерены расстояния до средних точек подвесных устройств $\mathcal{C}_i$ и $\mathcal{C}_k$. Результаты обработки высотной съемки приведены в табл. 6.5 и табл. 6.6.

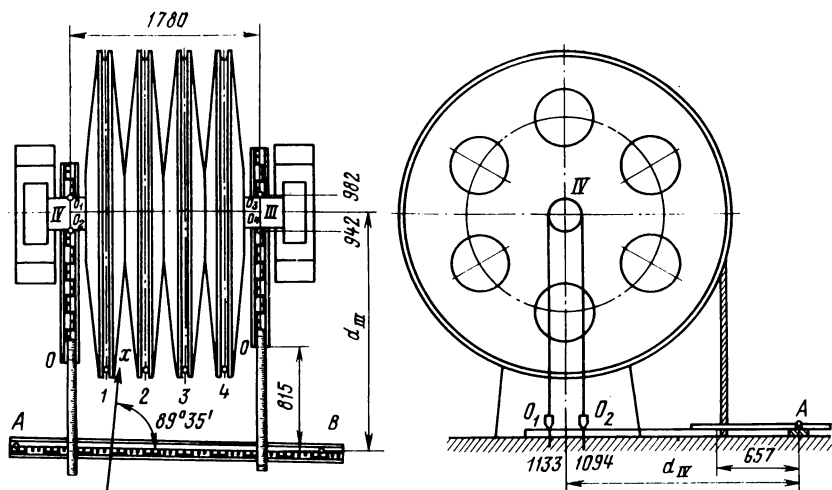


Рис. 6.15. Съемка оси вала отклоняющих шкивов

Таблица 6.5

Реперы, точки, пункты	Превышение Δh , м	Высота H , м
RpO		0,000
$Rp\Gamma$	54,117	54,117
RpM	6,348	60,465
II	0,532	60,997
$Rp\Gamma$		54,117
A	-0,789	53,328
B	-0,846	53,271
C	-0,747	53,370
D	-0,804	53,313
IV	0,684	54,801
A, B, C, D	-15,60	53,30
$\mathcal{C}_k, \mathcal{C}_i$		37,70

Т а б л и ц а 6.6

Точки, пункты	Высота, м	Превышение, м	Обозначение превышения
<i>II</i>	61,00	7,66	h_1
<i>C, D</i>	53,34		
<i>II</i>	61,00		
<i>IV</i>	54,80	6,20	h
<i>IV</i>	54,80		
<i>A, B</i>	53,30	1,50	h_2
<i>II</i>	61,00	23,30	h_3
Π_i	37,70		
<i>IV</i>	54,80		
Π_k	37,70	17,10	h_4

Работы при периодических проверках.

1. Отклоняющие шкивы нефутерованные, с проточенным ободом, биение ручьев не превышает 2 мм и ощутимо не скажется на точности измерений, поэтому детальное определение биений ручьев не производилось.

2. Для определения наклона осей шланговым нивелиром НШТ-1 измерены превышения между точками *I* и *II* коренного вала и точками *III* и *IV* вала отклоняющих шкивов. Результаты измерений сведены в табл. 6.7.

Т а б л и ц а 6.7

Точки	Номера водо- мерных элемен- тов	h_1^I h_2^I $\Delta c_1 = h_2^I -$ $-h_1^I, \text{ мм}$	Точки	Номера водо- мерных элемен- тов	h_2^{II} h_1^{II} $\Delta c_2 = h_2^{II} -$ $-h_1^{II}, \text{ мм}$	$\Delta h_1 = h_1^I - h_2^I$ $\Delta h_2 = h_2^I - h_1^I$ $\Delta c_1 + \Delta c_2 =$ $= \Delta h_3 - \Delta h_1$	$\Delta h = \frac{\Delta h_1 + \Delta h_2}{2}$ $\Delta c = \frac{\Delta c_1 + \Delta c_2}{2}$
<i>I</i>	<i>1</i>	94,92	<i>II</i>	<i>2</i>	70,49	24,43	25,60
	<i>2</i>	$\frac{97,59}{2,67}$		<i>1</i>	$\frac{70,83}{-0,34}$	$\frac{26,76}{2,33}$	
	<i>1</i>	80,98		<i>2</i>	81,18	-0,20	
<i>III</i>	<i>2</i>	$\frac{82,16}{1,18}$	<i>IV</i>	<i>1</i>	$\frac{80,84}{0,34}$	$\frac{1,32}{1,52}$	0,76

Таблица 6.8

Номер каната	Отсчеты по координатометру, мм		Приведенные отсчеты, мм		Номера каната	Отсчеты по координатометру, мм		Приведенные отсчеты, мм	
	l_I l_{II} l_{III} l_{IV}	f_I f_{II} f_{III} f_{IV}	l_K	f_K		l_I l_{II} l_{III} l_{IV}	f_I f_{II} f_{III} f_{IV}	l_i	f_i
С к и п в н и ж н е м п о л о ж е н и и									
1	39	583	—157	598	5	60	680	—177	697
	75	581				94	680		
	211	614				190	715		
2	176	614	—157	905	6	155	714	—178	1007
	40	886				60	990		
	75	886				95	989		
3	211	922	—159	1203	7	190	1025	—182	1301
	176	925				155	1025		
	42	1185				63	1285		
4	77	1187	—158	1508	8	100	1285	—178	1608
	209	1220				186	1317		
	175	1220				151	1318		
	41	1491				60	1591		
	76	1491				96	1591		
	210	1525				190	1625		
	174	1425				155	1625		
С к и п в в е р х н е м п о л о ж е н и и									
1	35	580	—154	600	5	47	682	—166	702
	73	580				84	683		
	215	620				203	720		
2	177	618	—152	908	6	166	721	—172	1012
	33	889				52	994		
	72	889				90	994		
3	218	928	—153	1196	7	198	1030	—173	1276
	180	928				160	1031		
	37	1177				56	1257		
4	72	1175	—154	1505	8	91	1258	—180	1598
	214	1215				196	1297		
	182	1215				159	1295		
	37	1486				62	1578		
	73	1486				99	1578		
	216	1523				190	1617		
	177	1525				152	1618		

Углы наклона осей коренного вала δ_{II-I} и вала отклоняющих шкивов δ_{IV-III} вычисляем по формуле (6.23), учитывающей неравенство диаметров вала:

$$\delta_{II-I} = - \frac{25,6 + (225,5 - 250,7)}{1330} 3438' = -1';$$

$$\delta_{IV-III} = \frac{0,56 + (126,2 - 126,0)}{1250} 3438' = -1',6.$$

Номер каната	Координаты и приращение координат, м							
	x_A, x_C	l_K, l_i	$(l_{K(i)} - v) \times$ $\times \operatorname{tg}(90^\circ -$ $-\alpha_{AB(CD)})$	x_K, x_i	y_A, y_C	$l_{K(i)} - v$ l_{i-v}	$l_{K(i)} \operatorname{tg}(90^\circ -$ $-\alpha_{ABCD})$	y_K, y_i
	$x_{K(i)} = x_A(C) - l_{K(i)} + (l_{K(i)} - v) \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_{AB(CD)})$ $y_{K(i)} = y_A(C) + (l_{K(i)} - v) + l_{K(i)} \operatorname{tg}(90^\circ - \alpha_{AB(CD)})$							
Скип в нижнем положении								
1	0,467	-0,157	0,004	0,628	-0,509	0,498	-0,001	-0,012
2		-0,157	0,006	0,630		0,805	-0,001	0,295
3		-0,159	0,008	0,634		1,103	-0,001	0,593
4		-0,158	0,010	0,635		1,408	-0,001	0,898
5		$\Sigma x_K = 2,527$				$\Sigma y_K = 1,774$		
6		-0,177	0,000	-1,629		0,597	0,000	0,000
7		-0,178	0,001	-1,627		0,907	0,000	0,310
8		-0,182	0,001	-1,623		1,201	0,000	0,604
	-1,806	-0,178	0,001	-1,627	1,508	0,000	0,911	
		$\Sigma x_i = -6,506$		-0,597		$\Sigma y_i = 1,826$		
Скип в верхнем положении								
1	0,467	-0,154	0,004	0,625	-0,509	0,500	-0,001	-0,010
2		-0,152	0,006	0,625		0,808	-0,001	0,298
3		-0,153	0,008	0,628		1,096	-0,001	0,586
4		-0,154	0,010	0,631		1,405	-0,001	0,895
5		$\Sigma x'_K = 2,509$				$\Sigma y'_K = 1,769$		
6		-0,166	0,000	-1,640		0,602	0,000	0,005
7		-0,172	0,001	-1,633		0,912	0,000	0,315
8		-0,173	0,001	-1,632		1,176	0,000	0,579
	-1,806	-0,180	0,001	-1,625	1,498	0,000	0,901	
		$\Sigma x'_i = -6,530$		-0,597		$\Sigma y'_i = 1,800$		

3. Для определения координат осей канатов на горизонте измерений выполнена ординатная съемка канатов при нижнем и верхнем положениях подъемных сосудов. При съемочных работах был использован реечный координатометр со следующими параметрами: $v = 100$ мм — отсчет по рейке, соответствующий центру первого отверстия; $K = 100$ мм — расстояние от оси рейки до шкалы линейки ординатометра; $d = 250$ мм — длина шкалы линейки ординатометра.

Результаты математической обработки ординатной съемки канатов [формулы (6.14)] и вычисления координат осей канатов [формулы (6.22)] приведены в табл. 6.8 и 6.9.

4. Вычисляем по формуле (6.24) угол перегиба

$$\eta = \arctg \frac{-(-1,625 + 0,632)}{6,2 - 0,5} = 9^\circ 52'.$$

Для вычисления углов отклонения от вертикали применяем формулы (6.25):

$$\theta_y = \frac{1,800 - (+1,826)}{4 \cdot 7,66} 3438' = -3';$$

$$\theta_x = \frac{6,530 - (-6,506)}{4 \cdot 7,66} 3438' + \frac{1,625 - 1,626}{23,3} 3438' = -3';$$

$$\omega_y = \frac{1,769 - 1,774}{4 \cdot 1,50} 3438' = -3';$$

$$\omega_x = \frac{2,509 - 2,527}{4 \cdot 1,50} 3438' + \frac{1,615 - 1,615}{17,1} 3438' = -10'.$$

Находим поправку $\Delta\theta_x$ за износ футеровки

$$\Delta\theta_x = \pm \frac{2 \cdot 0,110 - 0,014}{4 \cdot 23,3} 3438' = \pm 8'.$$

Вычисление углов девиации промежуточных и головных не-отклоненных канатов выполнено по формулам (6.26) и (6.30), сведено в табл. 6.10 и 6.11.

В связи с отсутствием балансирующего подвесного устройства углы девиации головных отклоненных канатов вычисляем по формуле (6.27)

$$\beta_k = \omega_y + \delta_{IV-III};$$

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = -3' - 1,6' \approx 5'.$$

Т а б л и ц а 6.10

Номер каната	$y_k, \text{ м}$	$y_l, \text{ м}$	$l, \text{ м}$	δ	φ_l	ε	η	δ'	ψ_k
1—5	-0,012	0,000	5,720	-1	-8'	35'	9°52'	-1'6	0
2—6	0,295	0,310			-10'				1'
3—7	0,593	0,604			-8'				-1'
4—8	0,898	0,911			-9'				0

Т а б л и ц а 6.11

Номер каната	$S_{G_l}, \text{ м}$	$S_{H_l}, \text{ м}$	$y_l, \text{ м}$	$y_{cp}, \text{ м}$	$S_l, \text{ м}$	$h_3, \text{ м}$
5	-0,460	-0,425	0,000	0,456	-0,456	23,3
6	-0,100	-0,135	0,310		-0,146	
7	0,100	0,135	0,604		0,148	
8	0,460	0,425	0,911		0,455	

Номер каната	$\lambda_{гi}$	$\lambda_{нi}$	0_y	δ_{11-1}	$\alpha_{гi}$	$\alpha_{нi}$
5	—0',6	4',6			—5'	1'
6	6,8	1,6			3'	—2'
7	—7',1	—1',9	—3'	—1'	—11'	—6'
8	0',7	—4',4			—3'	—8'

6.3. Профильные съемки проводников и стенок шахтных стволов, измерение износов проводников и зазоров безопасности в стволе

Организация работ

Высокая производительность профильных съемок проводников и стенок стволов, контроля основных параметров армировки и крепи автоматическими приборами измерительного комплекса дает возможность использовать один комплект приборов для обслуживания всех шахт крупного производственного объединения по добыче угля или горнометаллургического комбината. Для квалифицированного обслуживания приборов в объединениях, комбинатах или организациях Союзмаркштреста создают специализированные бригады. В состав такой бригады входят инженер-маркшейдер, инженер-механик, техник-маркшейдер, слесарь-механик, чертежник-лаборант и шофер.

Эти же бригады выполняют капитальные маркшейдерские работы: гироскопическое ориентирование, высокоточную полигонометрию для сбоек, нивелировку откаточных путей профилографами и др. Такая организация работ позволяет наиболее эффективно использовать дорогостоящее оборудование и повысить качество маркшейдерских работ.

Отдельные приборы измерительного комплекса, такие как ординатометры ОШ1, рихтовочные уклонометры РУ1, измерители расстояний ИР1, приборы СЗ1 для съемки зазоров безопасности в стволе, измерения износа проводников ИЗП1, имеют и самостоятельное применение. Их передают маркшейдерским бюро шахт или бригадам слесарей, обслуживающим шахтный подъем. Для выполнения указанными приборами систематического инструментального контроля необходимых параметров армировки и крепи в стволе нет необходимости специально занимать ствол, измерения выполняют в часы, отведенные для ежедневного профилактического осмотра ствола. Рихтовочные уклонометры РУ1, измерители расстояний ИР1 и ординатометры ОШ1 передают бригадам монтажников стволов-новостроек и бригадам по ремонту действующих стволов.

Профильная съемка проводников измерительной станцией СИ

Работам по съемке проводников шахтного ствола станцией СИ предшествуют проверка и юстировка измерительных приборов в лабораторных условиях, которые выполняются с помощью экзаменатора ЭЮ1, юстировочного прибора ПЮ1, уклономера У2 и юстировочного стенда ЮС1.

На шахте перед монтажом аппаратуры в стволе устанавливают поочередно секции каретки с приборами на юстировочный стенд ПЮ1 и производят проверку выставления в вертикальное положение приборов СУ2. Выполняют зарядку приборов СУ2 и СР2 фото- пленкой и парафинированной бумажной лентой, меняют элементы питания электроламп.

Монтаж аппаратуры на проводниках производят на нулевом горизонте ствола, для этого ствол перекрывают лядами (если они имеются) или настилают временный полук из досок. Для предварительной настройки прибора СР2 производят измерения ширины колеи измерителем расстояний ИР1 в месте монтажа кареток на проводниках. К дну подъемного сосуда прикрепляют струбцины с сергами подвесного устройства, к которым присоединяют подвесные штанги. Для исключения влияния на показания приборов упругой деформации проводников, возникающей вследствие раздвигания последних подъемным сосудом в момент прохождения им участков с зауженной колеей, используют 3 или 4 подвесные штанги в зависимости от возможного переподъема сосуда в стволе. К штангам крепят секции кареток с приборами. В случае необходимости каретку монтируют на крыше подъемного сосуда. Если спуск аппаратуры в ствол производится автономно, то каретку подвешивают к тросу шахтной подъемной лебедки.

Монтаж каретки на проводниках производят посекционно, секции закрепляют струбцинами (см. рис. 4.46), которые сжимают рессоры. После установки обеих секций заводят и закрепляют распорные штанги, а рессоры освобождают от струбцин. Продолжается монтаж 10—15 мин. Чтобы зафиксировать на фотограмме место монтажа аппаратуры, на проводниках закрепляют скобы, имитирующие скобы Бриара. Для получения четкой записи в начальной точке каретку поднимают выше ее исходного положения на 1—2 м, затем плавно на минимальной скорости опускают до момента соприкосновения отметчиков расстрелов со скобами, после чего спуск продолжают в принятом диапазоне скоростей.

При работе со станцией СИ1 во время остановки аппаратуры на нижнем горизонте производят переключение трензелей приборов на «подъем», при необходимости выполняют перезарядку кассет, проверяют по миллиамперметру накал электролампочек в приборах и после этого поднимают аппаратуру вверх. При работе со станцией СИ4 не требуется выполнения на нижнем горизонте перечисленных операций, так как аппаратура позволяет производить

съемку проводников в стволах глубиной до 1700 м без перезарядки кассет, а приборы станции СИ4 в момент реверса автоматически переключаются со спуска на подъем.

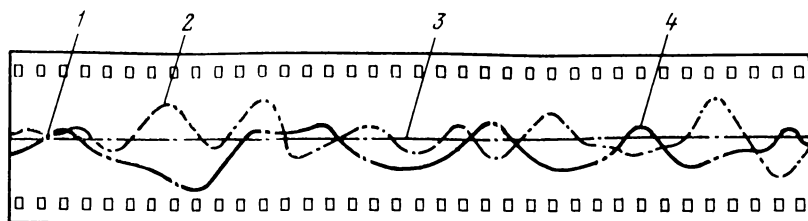
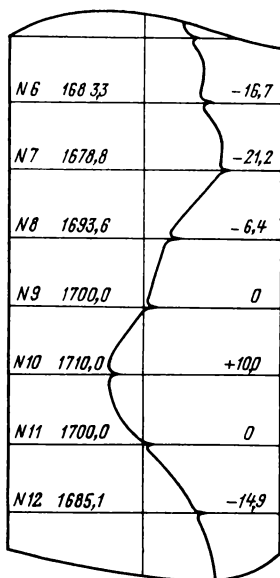


Рис. 6.16. Фотограмма углов отклонений проводника от вертикали:

1 — отметка расстрелов; 2 — кривая углов отклонений проводника в боковой плоскости; 3 — базовая линия; 4 — кривая углов отклонений проводника в лобовой плоскости

При спуске и подъеме аппаратуры выполняется одновременно непрерывная съемка двух проводников, при этом производятся записи углов отклонений проводников от вертикали в двух взаимноперпендикулярных плоскостях и расстояний между проводниками. Записи, полученные при подъеме аппаратуры, являются контрольными.



Продолжительность полного цикла работ в одном отделении ствола глубиной 500—1000 м 1—2 ч для станции СИ1 и 0,3—0,7 ч для станции СИ4 (при геометрическом способе профилирования проводников от отвесов 8—15 ч без выполнения подготовительных работ).

После проявления фотопленок и проверки качества записи на фотопленках и парафинированной бумажной ленте аппаратуру переносят в другое

Рис. 6.17. Диаграмма расстояний между проводниками

отделение и повторяют весь цикл работ. При каждом цикле получают четыре фотограммы углов отклонений проводников от вертикали (рис. 6.16) и две диаграммы расстояний между проводниками (рис. 6.17).

Определение взаимного расположения проводников на горизонтах нулевой площадки и околоствольного двора

Определение координат конечных точек проводников. Для ориентирования профилей проводников, построенных по данным станций СИ, на горизонтах околоствольного двора и нулевой площадки определяют взаимное расположение проводников. Расстояния между проводниками одного отделения ствола измеряется автоматически прибором СР2 при прокатывании аппаратуры по проводникам. Измерения расстояний между проводниками разных отделений ствола выполняют с помощью рулетки и центриров ЦШ1 (см. рис. 4.43), закрепленных на проводниках. Теодолитом, установленным на подходном пункте, производят измерение углов между

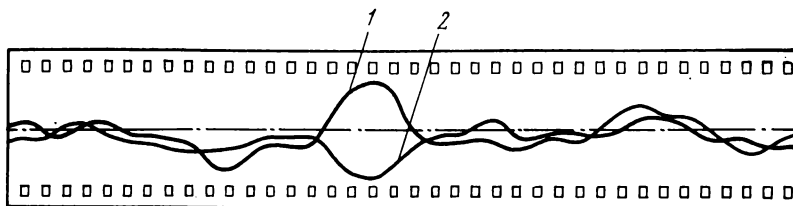


Рис. 6.18. Отражение на фотограммах участков армировки с боковым смещением двухсторонних проводников:

1 — кривая углов отклонений одного из проводников в боковой плоскости; 2 — кривая углов отклонений другого проводника в боковой плоскости

всеми целиками центриров и вторым подходным пунктом. Расстояния измеряют от керна теодолита до целиков центриров. Эти измерения позволяют вычислить координаты проводников (координаты точек, в которых базирующие ролики каретки касаются проводника). Прделав такую же операцию в околоствольном дворе и получив координаты всех проводников, находят отклонения конечных точек профилей.

Определение взаимного бокового смещения двухсторонних проводников. Как известно, боковые смещения двухсторонних проводников в вертикальных шахтных стволах приводят к возникновению вращательных моментов движущихся подъемных сосудов. При больших скоростях движения тяжелых сосудов в глубоких стволах эти моменты достигают таких размеров, что им не может противостоять даже усиленная армировка стволов. Своевременный контроль и устранение этих смещений имеет важное значение для предотвращения аварий.

Указанный дефект армировки обнаруживают при совмещении на фотопленках боковых фотограмм, записанных прибором СУ2. В этом случае кривые углов отклонения проводников одного отделения расходятся в разные стороны от базовой линии, как это показано на рис. 6.18.

Для определения бокового смещения двухсторонних проводников применяют ординатометр ОШ1 (см. рис. 4.42). Измерения

производят на нулевом горизонте и на горизонте околоствольного двора, а также в местах значительных боковых смещений проводников, обнаруженных по фотограммам. В последнем случае измерения выполняют с крыши подъемного сосуда.

Ординатометр ОШ1 входит в комплект станций СИ, но его используют и независимо от выполнения профилировок. При необходимости замеры отклонений проводников в опасном направлении выполняют во время ежедневных осмотров ствола на любом интересующем ярусе, что способствует обеспечению безопасности работы подъемных комплексов шахт.

Камеральная обработка материалов профильной съемки проводников

Камеральная обработка диаграмм расстояний между проводниками. Обработка ленты с записями отклонений расстояний между проводниками от номинального размера заключается в следующем: через каждую отметку расстрелов на ленте перпендикулярно базовой линии проводят поперечные прямые; определяют значения ординат q — расстояний между базовой линией и кривой и записывают их с соответствующими знаками против каждой отметки расстрелов; определяют расстояния B между профилируемыми проводниками.

Пример камеральной обработки диаграмм. Фактическое расстояние между проводниками B_{ϕ} , измеренное прибором ИР1 в месте монтажа аппаратуры в стволе, равно, например, 1588 мм (проектное расстояние B_0 равно 1600 мм).

Если при настройке прибора СР2 во время монтажа аппаратуры на нулевой площадке ствола записывающее перо прибора было выставлено в соответствии с фактическим расстоянием между проводниками, то для определения по диаграмме ширины колеи B_i в любой точке ствола производят алгебраическое сложение значений считанных ординат q с проектным расстоянием

$$B_i = B_0 + q_i. \quad (6.32)$$

При значениях q , равных, например, -9 ; -12 ; -15 ; -10 мм, ширина колеи B_i соответственно равна 1591; 1588; 1585; 1590 мм.

Если во время монтажа аппаратуры записывающее перо прибора СР2 было поставлено произвольно, то поступают следующим образом: определяют значение базовой линии B_6 , для чего с диаграммы считывают ординату q_{ϕ} в том месте, где было измерено прибором ИР1 фактическое расстояние B_{ϕ} между проводниками; к фактическому расстоянию прибавляют (с противоположным знаком) значение ординаты q_{ϕ} , получают значение базовой линии

$$B_{\phi} + (-q_{\phi}) = B_6. \quad (6.33)$$

Определяют по диаграмме ширину колеи B_i в лобовой точке ствола путем алгебраического сложения считанных значений ординат q с полученным значением базовой линии B_6 .

В нашем примере $B_6 = 1576$ мм. При значениях q_{ϕ} , равных 15; 12; 9; 14 мм ширина колен соответственно равна 1591; 1588; 1585; 1590 мм.

Камеральная обработка фотограмм углов отклонений проводников от вертикали. В камеральных условиях по фотограммам углов отклонений строят профили проводников. Для этой цели служит интегратор-полуавтомат СВ8 (см. рис. 4.42).

Работа оператора при построении профилей на интеграторе заключается в наведении марки на интегрируемую кривую фотограммы и нажатии на педаль автоматического суммирования. При этом смещение марки по фотограмме на величину a_i передается перу записи профиля, перо перемещается на величину d_i , записав на бумажной ленте соответствующую точку профиля (принципиальную схему построения профиля см. на рис. 4.41). Цикл операций завершается перемещением фотопленки и бумажной ленты на величину b , соответствующую в принятом масштабе базе каретки. Интегральная кривая профиля, записанная прибором, показана на рис. 6.19.

Построив на интеграторе профили всех проводников шахтного ствола в двух плоскостях, выполняют на лавсане монтажный чертеж, на который наносят все интегральные кривые. Образец оформления графической документации, передаваемой шахтам, показан на рис. 6.20.

Если требуется построить профиль на отдельном небольшом участке, а не по всей глубине ствола, целесообразно использовать интегратор. В этом случае дешифрирование фотограмм и построение профилей выполняют с помощью палетки и светостола.

Палетку накладывают на фотопленку так, чтобы начальная точка кривой совпала с нулевым делением палетки, а осевая линия последней совместилась с базовой линией фотограммы (на рис. 4.45 показана палетка с пленкой в рабочем положении). Отсчеты a_i берут по продольным миллиметровым делениям в местах пересечений с поперечными делениями, проведенными через 1,72 мм (величину базы каретки в масштабе 1 : 500). Отсчеты снимают с точностью до 0,1 мм. (В принятом масштабе записи на фотопленке 1 мм соответствует 2'). Суммируют считанные значения углов отклонений $\sum_1^n a_i$.

Если полученная сумма равна действительному отклонению ко-

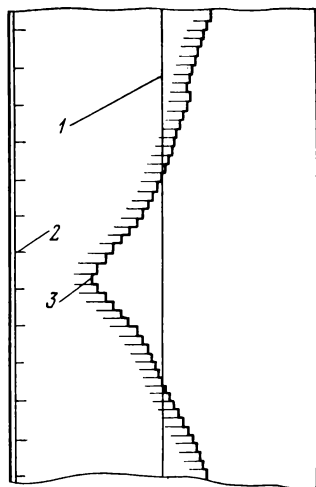


Рис. 6.19. Интегральная кривая профиля проводников, построенная прибором СВ8:
1 — базовая линия; 2 — отметка расстрелов; 3 — профиль проводника

начной точки проводника (по данным привязки к подходным пунктам), то ординаты точек профилей d_i находят последовательным суммированием считанных значений a_i . Если полученная сумма

Производственное объединение

Шахтоуправление

Ш А Х Т А

Профильная съемка проводников

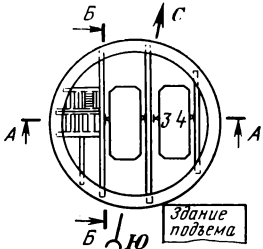
скипового ствола

Масштабы профилей: горизонтальный 1:1

вертикальный 1:500

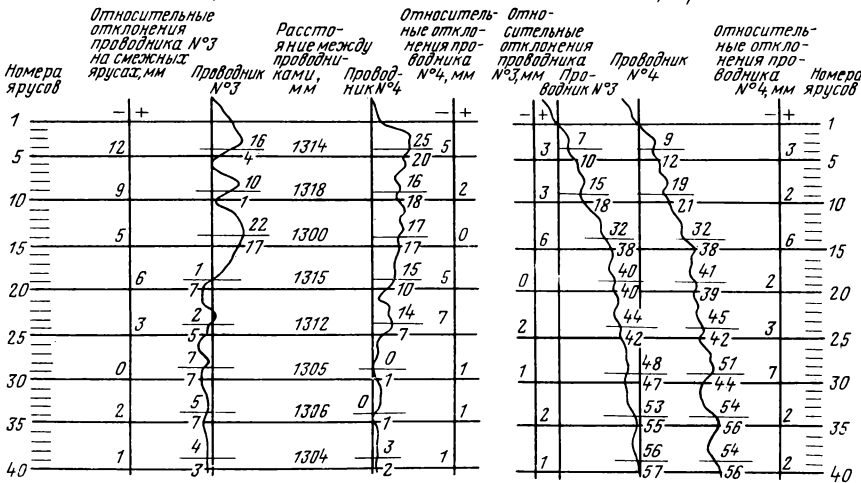
Сечение ствола

Масштаб 1:50



Лобовые профили А-А

Боковые профили Б-Б



Составлен (дата)
экспедицией №СМТ

Составил
Чертил
Начальник партии

Главный маркшейдер
шахты

Рис. 6.20. Образец оформления передаваемой шахтам графической документации профильной съемки проводников станией СИ

$\sum_{i=1}^n a_i$ не равна действительному отклонению конечной точки проводника, то в каждый отсчет вводят поправку

$$C = - \frac{b \sum_{i=1}^n a_i}{L}, \quad (6.34)$$

где L — длина записи, мм; b — база каретки (в масштабе 1 : 500), мм.

$$a_i + C = f_i. \quad (6.35)$$

Суммируя значения f_i , определяют ординаты точек профиля d_i . Обработку фотограмм выполняют в две руки.

Профильная съемка стенок шахтных стволов прибором ПС1

Монтаж каретки с прибором на проводниках шахтного ствола выполняют на нулевой площадке, для чего ствол перекрывают лядами или полком из досок. Каретку крепят к дну или крыше подъемного сосуда. Соединяя штепсельные разъемы на электрокабеле, подключают батареи питания к осветителю и замыкают элек-

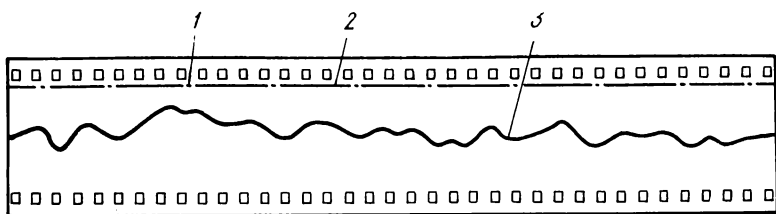


Рис. 6.21. Фотограмма записи расстояний от оптической оси объектива фотокамеры прибора ПС1 до стенки ствола:

1 — отметка расстрелов; 2 — базовая линия; 3 — кривая расстояний до стенки ствола

трическую цепь механизма базовой линии и отметчика расстрелов. Поворотом прибора вокруг вертикальной оси направляют луч осветителя на стенку ствола в том направлении, где должна быть произведена съемка. Прибор фиксируют в этом положении зажимным винтом. По лимбу берут отсчет угла поворота прибора. Перемещением объектива осветителя вдоль его оптической оси проецируют нить электролампы на стенку ствола. Присоединяют гибкий вал одним концом к оси ведущего колеса, другим — к входной оси прибора. Выполняют спуск и подъем каретки с прибором по проводникам со скоростью 1—2 м/с. При этом прибор производит автоматическую непрерывную запись расстояний от оптической оси объектива фотокамеры до стенки ствола в выбранном направлении по всей глубине ствола. Затем прибор поворачивают, направляя луч осветителя на другую точку стенки ствола, или переносят каретку с прибором в другое отделение. При необходимости в приборе меняют кассеты с фотопленкой. При изменении диапазона измерений поворотом барабана, связанного с ходовым винтом, перемещают лентопотяжный механизм, следя по счетчику и отсчетному барабану за величиной перемещения. Фиксируют объектив осветителя, вновь производят спуск и подъем аппаратуры. Таким образом выполняют съемку стенок ствола по всем выбранным направлениям.

Съемка стенок ствола может производиться одновременно со съемкой проводников станцией СИ или независимо от нее. Можно каретку с прибором ПС1 опускать в ствол на тросе шахтной подъемной лебедки.

Записи, полученные при подъеме прибора, служат контролем измерений. На рис. 6.21 показана фотограмма записи расстояний от оптической оси объектива фотокамеры прибора до стенки ствола. Фотограмма имеет отметки расстрелов в виде разрывов в записи базовой линии.

В камеральных условиях с фотограммы считывают ординаты p (расстояния между базовой линией и кривой). Зная расстояния D между линией касания ведущего ролика каретки к проводнику и оптической осью объектива фотокамеры, определяют расстояния от проводника до стенки ствола на каждом ярусе (а при необходимости и между ними). Строят профиль стенки ствола относительно профиля проводника, полученного по данным станции СИ. Оформление графической документации профильной съемки стенок ствола аналогично показанному на рис. 6.20.

Измерение зазоров безопасности в стволе прибором СЗ1

Для измерения зазоров между движущимся подъемным сосудом и элементами крепи и армировки прибор СЗ1 (или ПС1) устанавливают на крыше подъемного сосуда или монтируют в клетки. Кронштейн, на котором установлен прибор, крепят в зависимости от конструкции подъемного сосуда к горизонтальному или вертикальному его основанию, со стороны интересующего зазора. Привод устанавливают вблизи проводника так, чтобы ведущее колесо было надежно прижато к нему. Подготовительные операции перед спуском прибора в ствол аналогичны описанным выше для прибора ПС1, выполняющего профильную съемку стенок. Прибор СЗ1 может быть настроен на измерение зазоров между направляющими лапами подъемного сосуда и армировкой, на измерение расстояний до крепи, трубного става, кабеля, лестничного отделения и т. д. Прибор выполняет также непрерывную съемку зазоров в прямом и обратном направлениях с привязкой к расстрелам. Фотограмма, записанная прибором, аналогична показанной на рис. 6.21.

Измерение зазоров безопасности не требует работы в стволе в часы, отведенные для ежедневного профилактического осмотра ствола бригадой слесарей. Одновременно со спуском смены в шахту может выполняться автоматическая съемка зазоров прибором СЗ1.

Измерение износа проводников аппаратурой ИЗП1

Измерение износа проводников аппаратурой ИЗП1 может выполняться одновременно со съемкой проводников станцией СИ. В этом случае аппаратура присоединяется к каретке, на которой установлены измерительные приборы станции. Для крепления ис-

пользуют резьбовые отверстия в рамах секций кареток, куда вворачиваются съемные опоры. При самостоятельном применении аппарата ИЗП1 крепится к подъемному сосуду или к тросу шахтной подъемной лебедки.

При одном прокатывании аппаратуры ИЗП1 по проводникам получают информацию об износах по двум ниткам проводников. Каждый из самописцев производит непрерывную запись фактической и номинальной ширины проводника, суммарного бокового износа, ширины шейки проводника, расстояния от шейки до боковой поверхности проводника (с каждой его стороны). Выполняемые самописцами избыточные измерения служат дополнительным контролем измеряемых износов.

Рабочая скорость спуска-подъема аппаратуры по стволу 1—2 м/с.

Аппаратуру ИЗП1 передают маркшейдерским бюро или бригадам слесарей, обслуживающим ствол, которые могут своевременно обнаружить небольшой износ и принять меры по исправлению профилей проводников, не допуская дальнейшего их изнашивания. Особенно эффективно применение аппаратуры при регулируемой армировке.

Комплекс приборов для проверки состояния проводников и стенок шахтных стволов позволил автоматизировать наиболее трудоемкие маркшейдерские работы.

Применение измерительного комплекса обеспечивает объективность контроля основных параметров армировки и крепи шахтных стволов, непрерывность и высокую точность измерений, не зависящую от глубины ствола, его обводненности и скорости воздушной струи, обеспечивает безопасность выполнения работ, облегчение условий труда и повышение его производительности, дает значительный экономический эффект, не требует больших подготовительных работ и сокращает время измерений в стволе, дает возможность производить измерения при значительных искривлениях армировки, позволяет оценивать состояние проводников и крепи непосредственно по материалам съемки без камеральной обработки измерений.

Систематический инструментальный контроль основных параметров армировки и крепи, своевременная рихтовка проводников позволяют удлинить срок службы стволов, исключить аварийность, повысить безопасность работ, увеличить срок службы шахтного оборудования.

6.4. Профильная съемка жестких проводников относительно тросов или проволоки

Профильную съемку жестких проводников выполняют после окончания монтажа армировки, а также периодически в процессе эксплуатации ствола. В глубоких шахтных стволах съемку проводников производят, как правило, с помощью автоматической стан-

ции СИ4, обеспечивающей высокую производительность и необходимую точность измерений. В неглубоких стволах контроль правильности установки расстрелов и проводников может быть выполнен от отвесов, опущенных с поверхности до зумпфовой части ствола.

Положение проводников и расстрелов определяют измерением расстояний a и b по перпендикулярам от соответственных граней

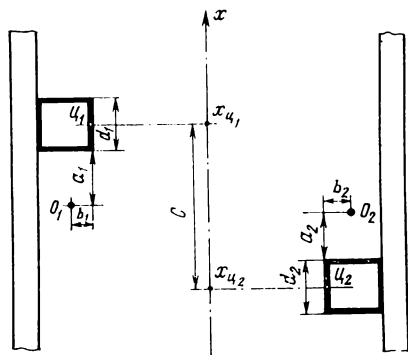


Рис. 6.22. Схема линейных измерений при профилировании проводников от отвесов

расстрелов или проводников до нити отвеса на каждом ярусе (рис. 6.22). Кроме того, на каждом ярусе измеряют расстояния между лобовыми поверхностями проводников (ширину колеи). Отвесы располагают в 20—30 см от проводника так, чтобы можно было непосредственно измерить расстояние от нити отвеса до проводника в плоскости, параллельной несущим расстрелам. Лебедки отвесов устанавливают на поверхности или на полке, уложенном на контрольном ярусе армировки. Точки схода нити отвесов фиксируют кронштейнами или центри-

ровочными пластинами, которые также закрепляют на этом ярусе. Отвес приводят в вертикальное положение с помощью проектировочной тарелочки, наблюдая по ее шкалам за колебаниями нити. После приведения отвеса в положение покоя его закрепляют внизу на соответствующем расстреле в центрировочной пластине. На время определения положения покоя отвеса груз, проволоку или трос изолируют от воздействия горизонтальных потоков воздуха и капежа. При диаметре проволоки (троса) 2—2,5 мм нагрузка должна быть не менее 150—200 кг. Рекомендуемое оборудование шахтных отвесов, используемых для профильной съемки проводников (типы лебедок, марки тросов и проволоки, конструкции грузов, центрировочных пластин и кронштейнов, типы проектировочных тарелочек и крепежных устройств), а также предъявляемые к ним требования приведены в разделе 4.1.

Число отвесов для проведения профильной съемки принимают в зависимости от числа проводников и конструкции яруса армировки из расчета один отвес на одну нитку проводников. При этом парные проводники, т. е. закрепленные в одной лежке, профилируют от одного и того же отвеса.

До начала измерений правильность закрепления отвесов проверяют измерением расстояний между ними на поверхности и в шахте; расхождение между соответственными расстояниями на земной поверхности и в шахте не должно быть более 5 мм. Точки схода отвесов с центрировочных пластин в ствол, как правило,

координируют относительно осевых линий ствола. В последующем, если не представляется возможным сохранить центрировочные пластины, их положение восстанавливают по координатам отвесов и по насечкам на расстрелах. Методика съемки каждого проводника от одной и той же постоянной отвесной линии позволяет наиболее удобно и правильно сопоставить профили после исправления армировки, а также в процессе эксплуатации ствола. Кроме того, для определения смещения C (см. рис. 6.22) двухсторонних проводников относительно друг друга в вертикальной плоскости проекции, параллельной расстрелам, также необходимо иметь координаты отвесов в системе осей ствола. Тогда смещение C в общем случае может быть получено как разность в координатах x соответственных точек противлежащих проводников.

$$C = x_{ц1} - x_{ц2},$$

где $x_{ц1} = x_{O_1} + \Delta x_1$, $x_{ц2} = x_{O_2} + \Delta x_2$.

Здесь

$$\Delta x_1 = \pm (a_1 + 0,5d_1); \quad \Delta x_2 = \pm (a_2 + 0,5d_2),$$

где a_1 и a_2 — расстояния от отвесов O_1 и O_2 до боковой грани проводника; d_1 и d_2 — ширина лобовой части проводника.

В процессе профильной съемки расстояния a и b измеряют металлической линейкой дважды или берут несколько отсчетов, а ширину колеи измеряют раздвижным жезлом (см. рис. 4.64). Расхождение между измеренными расстояниями до одних и тех же точек элементов армировки не должно превышать 5 мм. Профиль проводника составляют по средним расстояниям из нескольких измерений. Все измерения в стволах (особенно с высоким водопритоком), записывают на предварительно разграфленных листах винипроза с матированной поверхностью. После снятия светокопии запись с пластины может стираться, а пластины использоваться для дальнейшей работы в стволе. Результаты профильной съемки с полученных светокопий переносят в журнал профильной съемки проводников.

Форма журнала приведена в табл. 6.14.

По вычисленным средним значениям a и b строят для каждого отделения профили проводников. При построении профилей вертикальный масштаб принимают равным от 1 : 200 до 1 : 500 в зависимости от числа ярусов. Горизонтальный масштаб в зависимости от величин отклонений отдельных замеров равен от 1 : 1 до 1 : 5. Положение точек на профиле определяют относительно контрольного яруса, или относительно средней вертикали, если имеет место значительный общий уход армировки. В табл. 6.15 приведен образец формуляра составления профиля проводников для одного из отделений шахтного ствола.

Т а б л и ц а 6.14

Номер яруса	Ширина колеи (отклонения от проектного размера), мм		Проводник № 1, мм										Расстояния до стенки ствола, см
			Направление измерения относительно оси несущего расстрела										
			параллельное					перпендикулярное					
			1-е измерение	2-е измерение	среднее	отклонение от средней вертикали	ширина проводника	1-е измерение	2-е измерение	среднее	отклонение от средней вертикали	ширина проводника	
15	1201	+1	201	204	202		161	224	222	223		158	300
16	1205	+5	205	209	207		163	231	223	230		160	310
17	1199	—1	198	201	200		159	235	232	234		161	320

Т а б л и ц а 6.15

Номер яруса	Отметка яруса (расстояние между ярусами), мм	Отделение № 2					
		Проводник № 1	Измеренная ширина колеи, мм	Отклонение С, мм	Проводник № 2	Проводник № 3	Проводник № 4
		направление			направление	направление	направление
15	4160		1580	5			
16			1585	4			
17			1576	7			

6.5. Контроль за соотношением геометрических элементов армировки с канатными проводниками

После окончания монтажа и периодически в процессе эксплуатации канатной армировки производится проверка соотношения геометрических элементов оборудования. В результате проверки должны быть определены:

отклонения колеи канатных проводников и направляющих устройств на подъемных сосудах;

смещения в горизонтальной плоскости точек подвеса направляющих и отбойных канатов от проектного положения;

отклонения от вертикального положения осей систем направляющих канатов;

отклонения расстояний между осями вспомогательных и канатных проводников, а также расстояний между осями отбойных и направляющих канатов от проектных значений.

Проверка соотношения геометрических элементов канатной армировки включает в себя следующие маркшейдерские работы:

измерения колеи канатных проводников, прицепных и направляющих устройств на подъемных сосудах;
 определение в условной системе координат точек подвеса направляющих и отбойных канатов;
 передачу координат на горизонт фиксации;
 съемку вспомогательных проводников;
 вычисление отклонений параметров и геометрических элементов и оформление графической документации.

Измерения по определению ширины колеи

Колеи канатных проводников должны быть проверены между всеми канатами на горизонте подвеса и горизонте фиксации; колеи направляющих устройств на подъемных сосудах — между всеми верхними и всеми нижними направляющими устройствами, а также между направляющими башмаками.

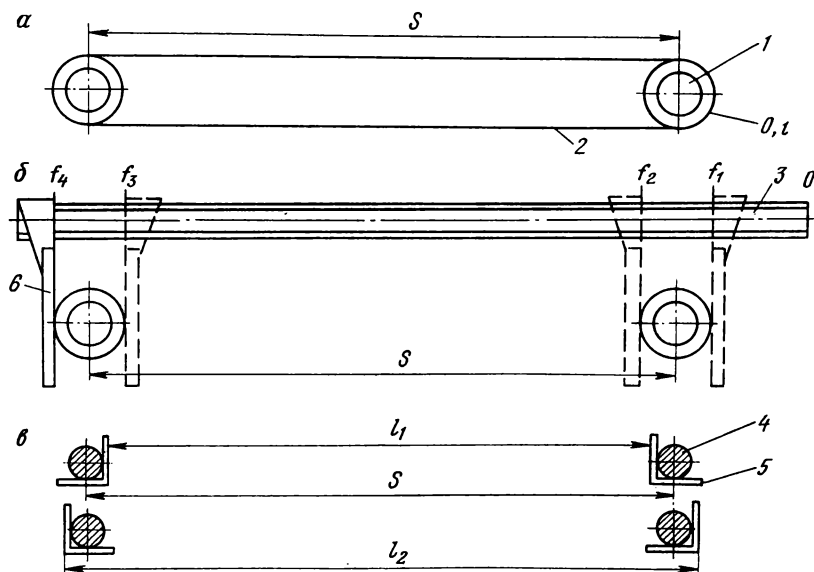


Рис. 6.23. Способы определения колеи канатных проводников:

a — опоясывание рулеткой клиновых муфт; *б* — с помощью координатометра; *в* — симметричный с использованием металлических уголков; 1 — клиновая муфта; 2 — плотно; 3 — рейка координатометра; 4 — канат; 5 — металлический уголок; 6 — ординатометр

Колеи канатных проводников определяют путем измерения расстояний между канатами на перекрытии копра или нулевой площадке и на натяжной раме. Колеи горизонта подвеса могут быть определены также путем измерения расстояний между прицепными устройствами, если последние вертикальны, а направляющие канаты не имеют перегиба в месте выхода из перекрытия копра. Колеи направляющих устройств определяют путем измерения расстояний

между этими устройствами непосредственно или путем измерения расстояний между проводниковыми канатами над и под сосудами, если вкладыши устройств не изношены.

Расстояния между канатами, между направляющими и между прицепными устройствами измеряют рулеткой (непосредственно, способом опоясывания или способом симметричных измерений) или с помощью реечного координатометра (рис. 6.23). Отсчеты по шкале рулетки или рейки берут с точностью до 1 мм.

Колею S вычисляют по формулам:

а) при измерении рулеткой способом опоясывания (рис. 6.23, а)

$$S = \frac{l - c}{2}, \quad (6.36)$$

где l — отсчет по рулетке против нулевого штриха; c — длина окружности муфты в месте касания рулетки;

б) при измерении реечным координатометром (рис. 6.23, б)

$$S = \frac{f_4 + f_3 - f_2 - f_1}{2}, \quad (6.37)$$

где f_1, f_2, f_3, f_4 — отсчеты по шкале рейки против отсчетного индекса ординатометра;

в) при измерении рулеткой симметричным способом (рис. 6.23, в)

$$S = \frac{l_1 + l_2}{2}. \quad (6.38)$$

Расхождение между двумя определениями одной и той же колеи не должно превышать 3 мм.

Съемка прицепных устройств и канатов

Съемку прицепных устройств и канатов выполняют для определения координат точек подвеса и точек фиксации канатных проводников. Координаты точек крепления канатных проводников находят в условной системе, в которой за ось ординат принята ось вала многоканатной подъемной машины, а за ось абсцисс — перпендикулярная к ней ось подъема, направленная в сторону отклоняющих или направляющих шкивов. В случае одноканатного подъема за оси условной системы принимают оси подшкивной площадки.

Съемка прицепных устройств и канатов может быть выполнена способом прямоугольных координат, полярным способом и линейными засечками.

Способ прямоугольных координат как наиболее удобный и производительный следует применять в первую очередь. Однако это возможно лишь в том случае, если на горизонте измерений закреплены оси подъемной машины или оси ствола. По направлениям разбивочных осей натягивают проволоки, от которых с использованием отвесов и рулетки или рейки измеряют расстояния до осей

прицепных устройств или канатов. Отсчеты по рулетке или рейке берут с точностью до 1 мм.

Полярный способ применяют при съемке прицепных устройств на перекрытии башенного копра и направляющих канатов на нулевой площадке. Место установки теодолита выбирают таким образом, чтобы с одной-двух стоянок можно было выполнить съемку всех прицепных устройств или канатов. При измерении направлений визирование производят на края каната и опорной гайки или

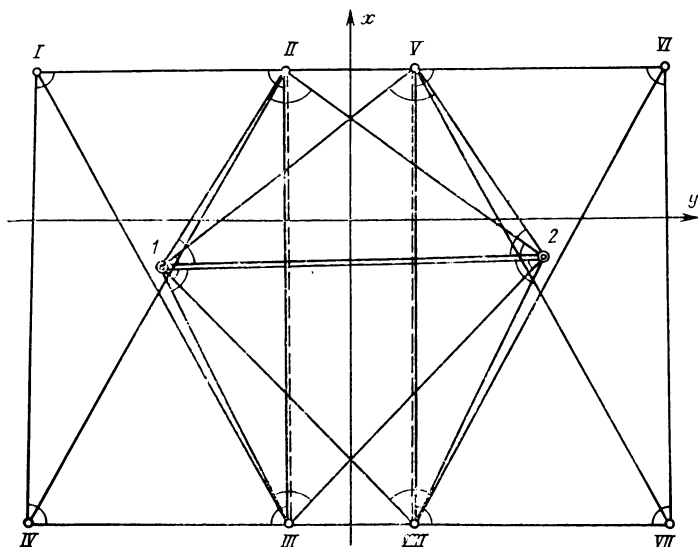


Рис. 6.24. К определению координат точек подвеса канатных проводников по результатам съемки канатов способом линейных засечек

стакана прицепного устройства. Привязку точек стояния теодолита производят к пунктам вспомогательных осей или к подъемным канатам, находящимся в отвесном положении. Координаты вспомогательных пунктов или канатов берут из материалов маршейдерской проверки подъемной установки или определяют вновь.

После нахождения средних значений расстояний и направлений вычисляют координаты точек подвеса. Для контроля правильности определения координат сравнивают вычисленные расстояния между точками подвеса с непосредственно измеренными (колеями); расхождения между двумя соответственными расстояниями не должны превышать 6 мм.

Способ линейных засечек применяют при съемке прицепных устройств и канатов в стесненных условиях (преимущественно при съемке канатных проводников на площадке укосного копра). При съемке канатных проводников должны быть измерены все стороны и диагонали четырехугольников, образованных канатами, а также

осуществлена привязка к подъемным канатам при нижнем положении подъемных сосудов (рис. 6.24).

Координаты точек подвеса определяют в следующем порядке.

1. Определяют углы в привязочных треугольниках $I-2-II$, $I-2-V$, $I-2-VI$, $I-2-VIII$ и четырехугольниках $I-II-III-IV$, $V-VI-VII-VIII$ (см. рис. 6.24) путем решения треугольников по трем измеренным сторонам, используя формулы (6.19).

2. Принимая координаты подъемных канатов 1 и 2 за исходные, вычисляют координаты точек II , III , IV и $VIII$. Вычисленную длину сторон $II-III$ и $V-VIII$ сравнивают с непосредственно измеренной (колеями), находят невязки и вводят необходимые поправки в координаты точек.

3. Принимая исправленные координаты пунктов II , III и V , $VIII$ за исходные, последовательно вычисляют координаты точек подвеса I , IV и VI , VII .

Угловая невязка в четырехугольниках $I-II-III-IV$ и $V-VI-VII-VIII$ не должна превышать 20°, линейная — 1 : 2000.

Координаты точек фиксации канатных проводников определяют по результатам съемки канатов на натяжной раме способом линейных засечек. Методика определения координат аналогична определению координат точек подвеса по результатам линейных измерений. При вычислении координат точек фиксации за исходные пункты принимаются шахтные отвесы, опущенные с поверхности, или канаты, координаты которых определены по измерениям проекциометром.

Передача координат на горизонт фиксирования

Передача координат на горизонт фиксации может быть выполнена как с помощью шахтных отвесов, так и с помощью разработанного ВНИМИ проекциометра типа ПМ6.

В случае применения отвесов последние опускают с нулевой площадки до натяжной рамы, размещая их в промежутке между подъемными сосудами. Координаты точек закрепления отвесов определяют по результатам съемки нитей отвесов полярным способом или линейными измерениями (засечками) относительно проводниковых канатов.

Для передачи координат с помощью проекциометра выполняют проекциометрическую съемку не менее двух канатных проводников. Измерения выполняют на нулевой площадке или на натяжной раме в зумпфе.

В первом случае выполняют следующие подготовительные работы:

перекрывают ствол лядами;

освобождают из направляющих устройств подъемного сосуда канатные проводники, съемка которых будет производиться;

устраивают местное перекрытие выше нулевой площадки;

устанавливают на перекрытии поворотное устройство проекциометра, фиксируя канатный проводник в горизонтальной плоскости.

Во втором случае подготовительные работы состоят в установке поворотного устройства на натяжной раме. Если закручивание каната может производиться с помощью натяжного груза, то измерения выполняют без установки поворотного устройства.

Измерения проекциометром выполняют по следующей методике: закрепляют на канате (на участке между лядами и перекрытием или в зумпфе выше точки фиксации) датчик вертикали проекциометра;

ориентируют первый уровень датчика вертикали по направлению $+X$ (второй уровень расположится по направлению $+Y$) и вращением барабана микрометра последовательно приводят пузырьки обоих уровней на середину, по шкалам микрометра соответственно берут отсчеты a_{+x}^I и a_{+y}^{II} с точностью до 0,01 мм;

закручивая по часовой стрелке канат вокруг своей оси поворотным устройством, устанавливают первый уровень по направлению $-X$ (второй уровень — соответственно по направлению $-Y$), аналогично приводят пузырьки уровней на середину и по шкалам микрометра берут отсчеты a_{-x}^I и a_{-y}^{II} ;

принимая за начальное направление $+Y$ и устанавливая первый уровень по направлениям $+Y$ и $-Y$ (второй — соответственно по направлениям $-X$ и $+X$), выполняя второй прием измерений, по шкалам микрометра берут соответственно отсчеты a_{+y}^I , a_{-x}^{II} и a_{-y}^I , a_{+x}^{II} .

По результатам измерений вычисляют приращения координат точки фиксации канатного проводника относительно точки закрепления на копре по формулам:

$$\Delta x = \left(\frac{a_{+x}^I + a_{+x}^{II}}{2} - \frac{a_{-x}^I + a_{-x}^{II}}{2} \right) LK;$$

$$\Delta y = \left(\frac{a_{+y}^I + a_{+y}^{II}}{2} - \frac{a_{-y}^I + a_{-y}^{II}}{2} \right) LK,$$

где L — расстояние между точками фиксирования (крепления) канатного проводника; K — поправочный коэффициент.

При измерениях на нулевой площадке необходимо применять коэффициент K_1 , при измерениях на натяжной раме — коэффициент K_2 . Значения коэффициентов K_1 и K_2 вычисляют по формулам (4.3) и (4.4) или выбирают из табл. 4.2 по расстоянию L и величине φ .

Съемка вспомогательных проводников

Взаимное положение вспомогательных проводников и направляющих канатов может быть определено: 1) профильной съемкой жестких проводников относительно отвесов (в этом случае должна быть осуществлена привязка точек закрепления отвесов к близлежащим направляющим канатам); 2) съемкой жесткого проводника

и близлежащих канатов относительно расстрелов или вспомогательных осей.

В первом случае измерения выполняют с крыши подъемного сосуда по методике, аналогичной профильной съемке проводников жесткой армировки. Во втором случае с балок ярусов расстрелов измеряют расстояния рулеткой и линейкой между канатами и вспомогательным проводником в плоскостях, параллельной и перпендикулярной к расстрелам.

Для контроля измерений и определения колеи одновременно измеряют расстояния между всеми жесткими проводниками.

Определение отклонений и графическая документация

1. По разности фактических значений колеи на подъемных сосудах $S_{n_i}^I$ и $S_{n_i}^I$, горизонте подвеса S_i^{II} , горизонте фиксации S_i^{III} и жестких проводниках S_i с соответствующими проектными значе-

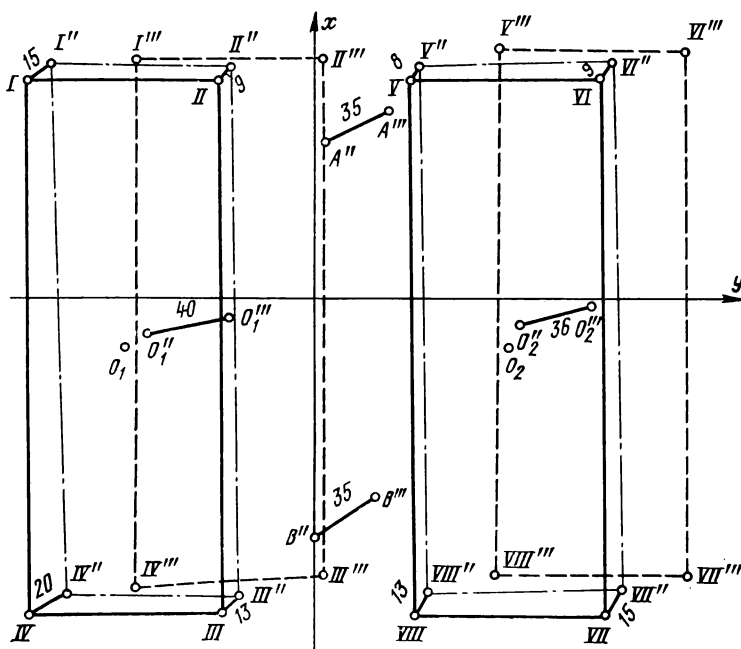


Рис. 6.25. Разномасштабный план геометрических элементов канатной армировки одно-канатного клетового подъема:

$I, II, III, \dots, VIII$ — проектное положение канатных проводников

ниями находят отклонения колеи $\Delta S'_{n_i}$ и $\Delta S_{n_i}^I$, ΔS_i^{II} , ΔS_i^{III} и ΔS_i . По отклонениям $\Delta S'_{n_i}$ и $\Delta S_{n_i}^I$ определяют разность между соответственными колеями верхних и нижних направляющих устройств подъемного сосуда. Отклонения колеи представляют в таблице.

2. Смещения δ_i точек подвеса канатных проводников по направлениям принятой условной системы координат находят из сравнения полученных координат точек подвеса с проектными, определенными в той же системе.

3. Величину относительного отклонения от вертикального положения оси системы направляющих канатов для каждого подъемного отделения находят в следующем порядке:

вычисляют координаты средней точки подвеса и средней точки фиксации как среднеарифметическое координат точек подвеса и точек фиксации.

находят разности координат и величину смещения в плане средних точки подвеса и точки фиксирования;

относят величину смещения средних точек к длине канатных проводников.

4. По результатам съемки вспомогательных проводников (жестких направляющих) в копре и зумпфе ствола вычисляют расстояния между осью проводника и осями близлежащих направляющих канатов для каждого яруса расстрелов в плоскостях, параллельной и перпендикулярной к расстрелам. Полученные расстояния сравнивают с соответствующими проектными значениями и находят отклонения расстояний для каждой пары канатных проводников на каждом ярусе расстрелов. Полученные отклонения расстояний помещают в таблицу.

5. Результаты обработки измерений при проверке канатной армировки представляют на плане геометрических элементов, на котором в принятой условной системе координат показывают проектное положение канатных и вспомогательных проводников в масштабе 1 : 10 или 1 : 20, а смещения геометрических элементов от проектного положения — в масштабе 1 : 2 или 1 : 5.

Пример плана геометрических элементов армировки в случае одноканатной подъемной установки показан на рис. 6.25.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В. Е. Проектирование, строительство и эксплуатация башенных копров. М., Недра, 1970.
2. Ануфриев Ю. В. Оценка точности результатов измерений проекцио-метрами ВНИМИ. — «Маркшейдерское дело в социалистических странах», вып. 8. Л., ВНИМИ, 1979, с. 221—230.
3. Ануфриев Ю. В., Платонов Е. Д., Лебедев В. Б. Наблюдения за вертикальностью башенных копров в процессе возведения. — Труды ВНИМИ, сб. 84. Л., 1971, с. 20—28.
4. Влчек Я. Метод световых сечений — разработка приборов и исследование их точности. — Маркшейдерское дело в социалистических странах, т. 5. Острава, 1972, с. 383—398.
5. Ворковастов К. С. Профилирование вертикальных выработок. — Горный журнал, 1963, № 3, с. 50—52.
6. Галинская М. Н. Использование измерений станций СИ1 для определения динамических нагрузок на канат подъемной машины. — Уголь, 1970, № 1, с. 46—47.
7. Галинская М. Н. Использование измерений станции СИ1 для определения динамических нагрузок на армировку шахтных стволов. — Труды ВНИМИ, сб. 84. Л., 1971, с. 32—36.
8. Галинская М. Н. Обоснование выбора оптимальной скорости спуска станции СИ1. — Труды ВНИМИ, сб. 93. Л., 1974, с. 85—88.
9. Галинская М. Н. Использование измерений станции СИ1 для исправления проводников шахтных стволов. Уголь, 1975, № 4, с. 56—57.
10. Галинская М. Н. Автоматизация профильных съемок проводников и стенок вертикальных стволов шахт. — Цветная металлургия, 1978, № 7, с. 54—57.
11. Добкин И. И. О построении главных осей промплощадки при сооружении комплексов вертикальных шахтных стволов. — Труды ВНИМИ, сб. 57. Л., 1965.
12. Проверка соотношения геометрических элементов многоканатной подъемной установки/И. И. Добкин, Ю. В. Ануфриев, В. Б. Лебедев, Е. Д. Платонов. — Шахтное строительство, 1969, № 6, с. 6—8.
13. Добкин И. И., Лебедев В. Б. Маркшейдерская проверка многоканатных подъемных комплексов шахтных стволов с жесткой армировкой. — Маркшейдерское дело в социалистических странах, т. 3. Мишкольц, 1969, с. 73—80.
14. Добкин И. И., Лебедев В. Б. Маркшейдерский контроль проходки шахтных стволов буровыми установками в СССР. — Маркшейдерское дело в социалистических странах, т. 6, Краков, 1975, с. 43—49.
15. Добкин И. И., Старицын А. П. Определение оптимальных допусков при возведении армировок вертикальных стволов шахт. — Шахтное строительство, 1968, № 3, с. 16—18.
16. Добкин И. И., Лебедев В. Б. О маркшейдерской проверке армировки вертикальных шахтных стволов. — Труды ВНИМИ, сб. 68, Л., 1968, с. 377—384.
17. Добкин И. И., Ануфриев Ю. В. Об ошибках определения углов девиации. — Труды ВНИМИ, Л., 1972, с. 12—15.
18. Игошин А. А. Маркшейдерские работы при строительстве шахт. М., Углетехиздат, 1951.
19. Казаковский Д. А., Белоликов А. Н., Кротов Г. А. Маркшейдерское дело. М., Недра, 1970.
20. Куваев Ю. В. Разработка и исследование прибора для измерения искривлений проводников вертикальных стволов шахт. — Геология и горное дело. Днепропетровск, 1967, № 117, с. 11—13.

21. Лебедев В. Б. Геометрические элементы гибкой армировки (с канатными проводниками!) — Труды ВНИМИ, сб. 84. Л., 1971, с. 14—19.
22. Лебедев В. Б., Ануфриев Ю. В., Платонов Е. Д. Испытания прибора для задания и контроля вертикальных направлений в глубоком шахтном стволе. — Труды ВНИМИ, сб. 87, Л., 1972, с. 48—58.
23. Лебедев В. Б., Платонов Е. Д. Методические указания по выполнению маркшейдерских работ при проверках соотношения геометрических элементов многоканатных подъемных установок. Л., ВНИМИ, 1969.
24. Методические указания по контролю за вертикальностью проходки шахтных стволов и скважин большого диаметра буровыми установками/Ю. В. Ануфриев, И. И. Добкин, В. Б. Лебедев, Е. Д. Платонов. Л., ВНИМИ, 1973.
25. Приборы вертикального визирования для маркшейдерского контроля за положением скользящей опалубки при возведении башенных копров/М. Д. Нешитин, В. И. Беженцев, Е. Д. Платонов и др. — Шахтное строительство, 1970, № 12, с. 20—22.
26. Николаенко В. Г., Соловьев В. Н. Маркшейдерское дело при сооружении вертикальных шахтных стволов. М., Недра, 1977.
27. Огороднейчук И. Ф., Тырса В. Е. Профилирование проводников шахтных вертикальных стволов с помощью автоматического профилографа. — Уголь Украины 1965, № 1, с. 46—47.
28. Платонов Е. Д. Маркшейдерская проверка гибкой армировки. — Труды ВНИМИ, сб. 101. Л., 1976, с. 38—48.
29. Платонов Е. Д. Определение допускаемых отклонений при монтаже гибкой армировки. — Труды ВНИМИ, сб. 105, Л., 1977, с. 15—21.
30. Платонов Е. Д. Вынесение разбивочных осей на монтажные горизонты башенного копра. — Труды ВНИМИ, сб. 97. Л., 1975, с. 69—76.
31. Правила безопасности в угольных и сланцевых шахтах. М., Недра, 1976.
32. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. М., Недра, 1976.
33. Руднев Л. Н. Исследование ультразвукового профилографа УЗП для шахтных стволов и пути его усовершенствования. — Труды ВНИМИ, сб. 50. Л., 1963, с. 344—354.
34. Руководство по маркшейдерским работам в шахтном строительстве/И. И. Добкин, В. Ш. Кронгауз, В. Б. Лебедев и др. Л., ВНИМИ, 1963.
35. Руководство по строительству зданий и сооружений шахтной поверхности. М., Стройиздат, 1971.
36. Смирнов Б. Г., Галинская М. Н. Датчик углов наклона для приборов с визуальным считыванием показаний. — Приборы и системы управления, 1978, № 9, с. 41.
37. Справочник по маркшейдерскому делу. Под ред. А. Н. Омельченко. М., Недра, 1979.
38. Стационарные установки шахт. Под ред. Б. Ф. Братченко, М., Недра, 1977.
39. Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ. Л., Недра, 1973.
40. Тимофеев Б. И., Смирнов Б. Г., Галинская М. Н. Высокочувствительный датчик для измерения углов наклона. — Приборы и системы управления, 1968, № 10, с. 50—51.
41. Федорова З. М., Хаджиков Р. Н., Качеровский В. М. Рудничные подъемные установки. М., Недра, 1966.
42. Шафранов Н. К., Ягодкин Ф. И. Канатная армировка вертикальных стволов. М., Недра, 1976.
43. Ellenberger H. Die Ertel—Nivelliere mit selbsttätiger Einwegung der Ziebrichtung. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1957, № 7, S. 157—159.
44. Hunbely K. Photogrammetrische Registrierung von Profilen. «Öst. Z. Vermess. — Wes.», 53, 1965, № 6, S. 169—174.
45. Jungwirth G. Lindner K. Ein neues Verfahren zum Messen der Schiefelage von Schächten. Glückauf, Heft 43/44, 1951, S. 1023—1025.

46. *Koppenwallner F.* Lichtschnitt — Profilmessung in Stollen. «Geol. und Bauwesen», Wien 25, 1959, № 1, S. 50—58.
47. *Stier K. F.* Ein verbessertes Verfahren zur Schachtvermessung mit Hilfe polarisierten Lichtes. Glückauf, Heft 21/22, 1957, S. 644—647.
48. *Strasser G.* Photogrammetrische Tunnelprofile. «Z. Vermess.— Wes.», 81, 1956, № 11, S. 402—405.
49. *Vlcek J.* Beitrag zur photogrammetrischen Erfassung von Informationen unter Tage und einige Erfahrungen mit elektronischen Rechentechnik auf diesem Gebiete. «Bergakademie», Leipzig, 1969, 3, S. 113—117.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
2. Сведения о подъемных комплексах вертикальных стволов шахт . . .	5
2.1. Общие сведения	5
2.2. Характеристика подъемного оборудования	6
3. Геометрические элементы подъемного оборудования	22
3.1. Геометрические элементы надшахтной части подъемного оборудования	22
3.2. Геометрические элементы армировки вертикального шахтного ствола	29
3.3. Геометрические элементы канатной армировки	41
4. Приборы, устройства и аппаратура для выполнения маркшейдерских работ	45
4.1. Приборы для решения задачи проектирования, указания вертикальных направлений и передачи координат в стволах и копрах	45
4.2. Устройства для монтажа жестких армировок	64
4.3. Измерительный комплекс для проверки состояния проводников и стенок шахтных стволов	68
4.4. Приборы для контроля и исправления искривленных проводников	101
4.5. Приборы и устройства для измерения углов и расстояний	105
4.6. Приборы для высотной съемки	108
5. Маркшейдерские работы при монтаже шахтного подъемного оборудования	112
5.1. Построение разбивочной сети на промплощадке шахты	112
5.2. Маркшейдерские работы при сооружении копров и зданий подъемных машин	119
5.3. Вынесение разбивочных осей на монтажные горизонты	140
5.4. Маркшейдерские работы при монтаже подъемных машин и направляющих шкивов	149
5.5. Маркшейдерские работы при монтаже жесткой армировки	156
5.6. Маркшейдерские работы при монтаже канатной армировки	163
6. Методы и техника определения отклонений подъемного оборудования	167
6.1. Проверка соотношения геометрических элементов одноканатной подъемной установки	167
6.2. Маркшейдерская проверка многоканатной подъемной установки	176
6.3. Профильные съемки проводников и стенок шахтных стволов, измерение износов проводников и зазоров безопасности в стволе	198
6.4. Профильная съемка жестких проводников относительно тросов или проволоки	207
6.5. Контроль за соотношением геометрических элементов армировки с канатными проводниками	210
Список литературы	218

*Илья Иосифович Добкин,
Виталий Борисович Лебедев,
Марина Николаевна Галинская,
Евгений Дмитриевич Платонов,
Юрий Владимирович Ануфриев*

**Маркшейдерские работы
при установке и эксплуатации шахтного
подъемного оборудования**

Редактор издательства Л. И. Елагин
Переплет художника К. В. Голикова
Художественный редактор О. Н. Зайцева
Технический редактор О. Н. Ласточкина
Корректор Е. В. Наумова

ИБ № 3329

Сдано в набор 20.07.82. Подписано в печать 01.10.82. Т-17826. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага книжно-журнальная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 14,0. Усл. кр.-отт. 14,0. Уч.-изд. л. 14,65. Тираж 4500 экз. Заказ 1494/7690—9. Цена 1 руб.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра», 103633,
Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Ленинградская типография № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

УВАЖАЕМЫЙ ТОВАРИЩ!

*ИЗДАТЕЛЬСТВО „НЕДРА“
ГОТОВИТ К ПЕЧАТИ—НОВЫЕ КНИГИ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ организации производства и труда в шахтном строительстве / Амурский Б. С., Никонов Г. П., Оськин В. Д., Фоминых В. Д. 20 л., 1 р. 40 к.

Обобщены вопросы совершенствования организации производства и труда в шахтном строительстве. Рассмотрены главные направления в деятельности шахтостроительных организаций: оперативное планирование и подготовка производства, передовые методы проведения горных выработок и выполнения строительно-монтажных работ на шахтной поверхности. Изложены основные направления совершенствования организации труда, внедрения хозяйственного расчета на горнопроходческих работах, передовой опыт организации социалистического соревнования.

Для инженерно-технических работников шахтостроительных организаций.



СПРАВОЧНИК инженера-шахтостроителя. В 2-х томах. Том I. Под ред. В. В. Белого. 40 л., 2 р. 40 к.

Приведены краткие сведения по организации строительства шахт, проходческим комплексам, установкам и оборудованию на поверхности, крепям горных выработок. Изложены способы ведения буровых и взрывных работ. Рассмотрены конструкции машин и комплексов для проходки стволов. Приведена технология сооружения вертикальных, наклонных и слепых стволов, восстающих выработок, приствольных камер, сопряжений, технология углубки вертикальных стволов. Обобщены и систематизированы опыт и достижения в области строительства и реконструкции шахт.

Для инженеров-шахтостроителей угольной, горнорудной, горнохимической промышленности.

СПРАВОЧНИК инженера-шахтостроителя. В 2-х томах. Том II./Под ред. В. В. Белого. 40 л., 2 р. 40 к.

Приведены сведения об организации работ в переходном периоде от проходки стволов к проведению горизонтальных выработок, по проходческому оборудованию, машинам и комплексам для проведения горизонтальных и наклонных выработок. Рассмотрено сооружение выработок. Приведены способы проведения выработок по выбросоопасным пластам и породам, тампонажа горных пород. Кратко изложены вопросы экономики шахтного строительства.

Для инженеров-шахтостроителей угольной, горнорудной, горнохимической промышленности.



СТРОИТЕЛЬСТВО и реконструкция угольных шахт/Баронский И. В., Ерофеев Л. М., Умнов Н. Р., Каравайцев М. Г. 20 л., 1 р. 40 к.

Освещены современное состояние и перспектива строительства и реконструкции угольных шахт в Кузнецком и Карагандинском угольных бассейнах. Рассмотрены работы подготовительного периода строительства, проходки и углубки шахтных стволов, проведения горизонтальных и наклонных горных выработок с применением новых технологических схем и современного горно-проходческого оборудования. Приведены примеры скоростных и рекордных проходок, а также строительства зданий и сооружений угольных шахт с применением современных строительных конструкций и методов их монтажа.

Для инженерно-технических работников шахтостроительных, проектных и научно-исследовательских организаций.



Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «Книга—почтой» магазинов: № 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61; № 59 — 127412, Москва, Коровинское шоссе, 20

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»

■ ■ ■
MAGNIFICENT PAPERS ■ ■ ■
■ ■ ■