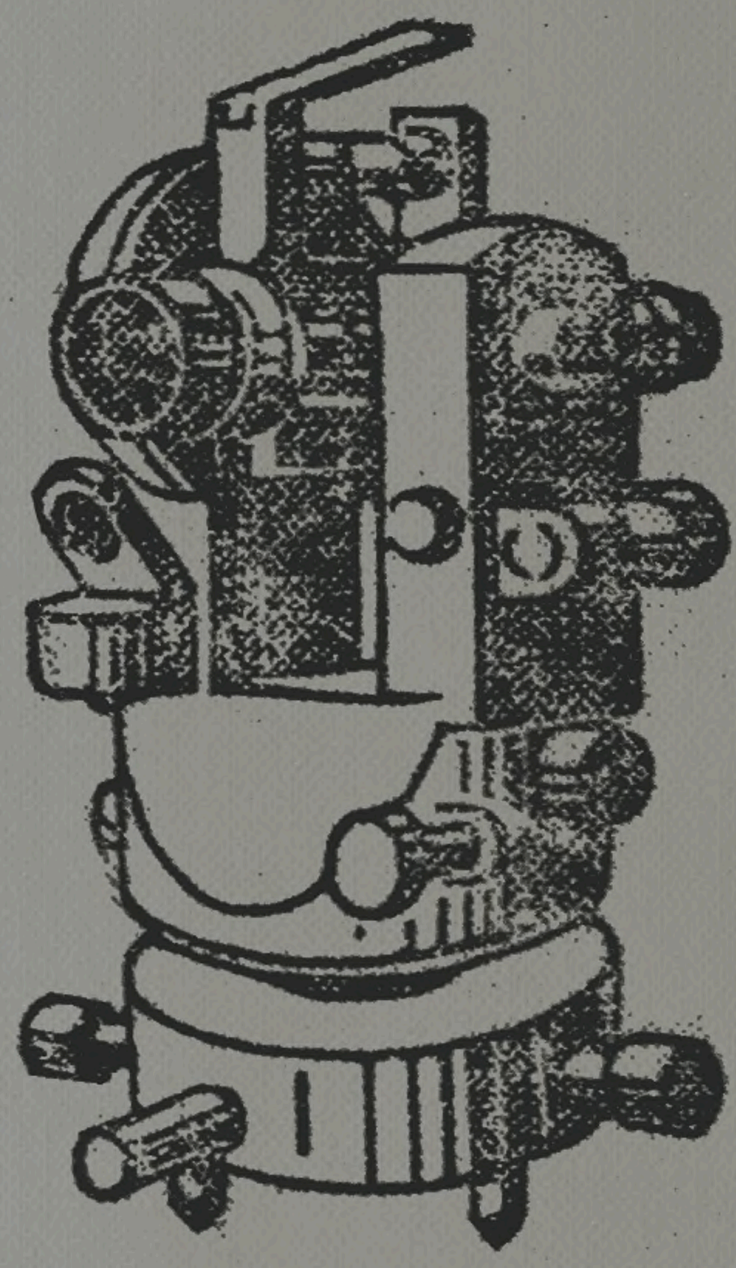
ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОИЗВОДСТВУ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ



gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА

УТВЕРЖДЕНА
Госгортехнадзором СССР
10 марта 1970 г.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

ИЗДАНИЕ 2-е

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ЛЕНИНГРАД·1973

УДК 622.1 (083.96)

Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ. Маркшейдерские измерения и документация. Изд. 2. Л., «Недра», 1973. 360 с. (М-во угольной пром-сти СССР. Всесоюз. науч.-исслед. ин-т горной геомеханики и маркш. дела).

Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ (маркшейдерские измерения и документация) составлена Всесоюзным научно-исследовательским институтом горной геомеханики и маркшейдерского дела и согласована со следующими министерствами СССР: угольной промышленности, черной металлургии, цветной металлургии, химической промышленности, промышленности строительных материалов, геологии, строительства предприятий тяжелой индустрии, а также с Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства и Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР.

В разработке инструкции участвовали: С. А. Филатов (руководитель работы), А. Н. Белоликов, И. И. Добкин, В. Г. Зданович, В. Ш. Кронгауз, В. Н. Лавров, В. Б. Лебедев, В. И. Мячиков, А. П. Трунин, Е. И. Шульго. Кроме того, в инструкции учтены полезные замечания и предложения, полученные в результате обсуждения проекта Инструкции на горных предприятиях и в производственных организациях. Консультировал работу Б. И. Никифоров.

С выходом в свет настоящей Инструкции действие Технической инструкции по производству маркшейдерских работ издания 1959 г. и Дополнения к технической инструкции по производству маркшейдерских работ издания 1960 г. прекращается.

Таблиц 46, иллюстраций 118, приложений 59.

Редакционная комиссия: *С. А. Филатов* (председатель), *И. В. Горбачев*, *И. И. Добкин*, *А. А. Добровольский*, *З. В. Залогина* (секретарь), *Л. Т. Зеркин*, *М. С. Ивашкина*, *И. А. Карманов*, *Ю. А. Надеждинский*, *М. Д. Нешитин*, *Я. З. Рашковский*, *И. Л. Рудой*, *А. П. Старицын*, *А. В. Чуракова*, *Д. С. Шерстнев*, *В. В. Шрамко*, *В. Г. Янковский*.

Т $\frac{0372-301}{043(01)-73}$

ОГЛАВЛЕНИЕ

С.

Введение 7

Глава 1. Общие положения 9

РАЗДЕЛ I. РАБОТЫ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Глава 2. Маркшейдерские опорные сети 12
Основные положения (12). Типы геодезических знаков и центров (17). Государственная геодезическая сеть 4-го класса (18). Аналитические сети 1 и 2-го разрядов (26). Полигонометрия 1 и 2-го разрядов (29). Нивелирование (30). Подходные пункты и реперы вблизи устьев шахтных стволов (34).

Глава 3. Съемочные сети 35
Основные положения (35). Определение планового положения основных пунктов съемочной сети (35). Определение высот основных пунктов съемочной сети (38).

Глава 4. Съемочные работы 39
Общие положения (39). Мензульная съемка (41). Тахеометрическая съемка (45). Особенности съемки застроенных участков (46). Нивелирование площадей (47). Сводка планшетов (47). Вычерчивание полевых и составительских оригиналов съемки (47). Обновление планов земной поверхности (48). Определение объемов полезного ископаемого на складах (48).

РАЗДЕЛ II. РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

СЪЕМКА КАРЬЕРОВ 50

Глава 5. Маркшейдерские опорные и съемочные сети . . . . . —
Основные положения (50). Закрепление пунктов (51). Способ геодезических засечек, полярный способ и способ створных линий (51). Аналитические сети, теодолитные ходы и прямоугольные сетки (52). Определение высот пунктов съемочной сети (54).

Глава 6. Съемочные работы 55
Основные положения (55). Пополнительная съемка уступов карьеров (56). Работы при взрывании блоков (58). Пополнительная съемка отвалов вскрышных пород (60). Работы при проведении траншей (60). Работы по обслуживанию транспорта (60). Работы по трассированию транспортных путей, канав и вынесению в натуру проектов сооружений (61).

С.

СЪЕМКА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Глава 7. Маркшейдерские опорные и съемочные сети 62
Опорные сети (62). Съемочные сети (62).

Глава 8. Съемочные работы 63
Общие положения (63). Способ нивелирования площади (64). Тахеометрическая съемка (66). Способ профильных линий (68). Наземная стереофотограмметрическая съемка (68). Маркшейдерское обслуживание буровых работ, проходки подготовительных выработок и строительства сооружений (68).

РАЗДЕЛ III. РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Глава 9. Подземные маркшейдерские опорные сети 70
Основные положения (70). Закрепление пунктов (72). Ориентирование и центрирование сети (73). Угловые измерения (85). Линейные измерения (87). Предварительная обработка результатов измерений и уравновешивание сетей (88). Определение высот пунктов опорной сети (90).

Глава 10. Съемочные сети 92
Основные положения (92). Закрепление пунктов (93). Ориентирование съемочных сетей подэтажных горизонтов (93). Угловые и линейные измерения (95). Определение высот пунктов съемочной сети (96). Вычисление и уравновешивание съемочных сетей (96).

Глава 11. Съемочные работы 97
Основные положения (97). Съемка подготовительных выработок и глубоких взрывных скважин (98). Вертикальная съемка транспортных путей (99). Съемка очистных забоев (99).

РАЗДЕЛ IV. РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПРОХОДКЕ КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Глава 12. Основные положения 101

Глава 13. Работы при строительстве технологического комплекса на шахтной поверхности 104
Разбивочные сети (104). Работы при строительстве промышленных зданий на шахтной поверхности (107). Работы при монтаже оборудования подъемных установок (укосных копров, подшкивной площадки, направляющих шкивов, подъемных машин) (112). Разбивка трасс линейных сооружений (116).

Глава 14. Работы при сооружении вертикальных шахтных стволов 119
Основные положения (119). Работы при оснащении ствола горнопроходческим оборудованием и сооружении его устья (120). Работы при проходке ствола (121). Профильная съемка стенок ствола (122). Разбивка околоствольных выработок и камер (123). Работы при углубке шахтных стволов (124). Работы при армировании (126). Работы при специальных способах проходки (131).

Глава 15. Работы по проходке горизонтальных и наклонных капитальных горных выработок 132

Общие положения (132). Работы при проходке капитальных выработок проходческими машинами (134). Работы при сооружении наклонных шахтных стволов (134). Работы при проходке капитальных выработок встречными забоями (135).

РАЗДЕЛ V. ДОКУМЕНТАЦИЯ

Глава 16. Основные положения 138

Глава 17. Первичная и вычислительная документация 139
Первичная документация и ее состав (139). Вычислительная документация и ее состав (140).

Глава 18. Горная графическая маркшейдерская документация 142
Основные положения (142). Состав чертежей горной графической документации и их масштабы (146). Содержание чертежей горной графической документации (150).

ПРИЛОЖЕНИЯ 156

Приложение 1. Требования к помещениям маркшейдерских отделов горных предприятий . . . . . —

Приложение 2. Примерный перечень маркшейдерско-геодезических инструментов и приборов 157

Приложение 3. Примерная методика определения количества сотрудников маркшейдерских отделов горных предприятий . . 161

Приложение 4. Перечень поверок и исследований маркшейдерско-геодезических инструментов и приборов 167

Приложение 5. Типы центров пунктов и реперов маркшейдерских опорных и съемочных сетей на земной поверхности 170

Приложение 6. Журнал измерения горизонтальных направлений круговыми приемами 189

Приложение 7. Центрировочный лист 190

Приложение 8. Сводка результатов измерений горизонтальных направлений на пункте 191

Приложение 9. Журнал измерения углов в полигонометрии 192

Приложение 10. Журнал линейных измерений в полигонометрии 193

Приложение 11. Журнал вычисления длины сторон полигонометрических ходов 194

Приложение 12. Журнал нивелирования III класса 197

Приложение 13. Журнал нивелирования IV класса 200

Приложение 14. Характеристика месторождений по их размерам и сложности геологического строения 202

Приложение 15. Методика определения объемов полезного ископаемого на складах 205

Приложение 16. Типы центров пунктов съемочной сети на карьерах . . 211

Приложение 17. Формуляры вычисления координат пунктов съемочной сети 212

Приложение 18. Поправки за кривизну Земли и рефракцию 219

Приложение 19. Журнал тахеометрической съемки 220

Приложение 20. Журнал съемки способом перпендикуляров 221

Приложение 21. Оптимальные размеры наименьших сторон прямоугольной сетки для нивелирования площади 222

Приложение 22. Журналы нивелирования площади 223

Приложение 23. Определение средних расстояний транспортировки горной массы при бульдозерно-скреперном способе разработки 225

Приложение 24. Устройство для подвешивания рейки над нижним черпачным барабаном драги 228

Приложение 25. Краткие указания к обработке снимков и составлению планов при наземной стереофотограмметрической съемке россыпей 229

С.

Приложение 26. Конструкция центров пунктов и реперов подземных маркшейдерской опорной и съемочной сетей 230
Приложение 27. Журнал наблюдений при гироскопическом ориентировании сторон маркшейдерской опорной и съемочной сетей 236
Приложение 28. Формуляры вычисления дирекционных углов при гироскопическом ориентировании сторон подземной маркшейдерской опорной и съемочной сетей 239
Приложение 29. Конструкция грузов 247
Приложение 30. Пределы прочности проволоки и допустимые нагрузки 248
Приложение 31. Расчет удлинения проволоки . . . . . —
Приложение 32. Полупериод колебания отвеса 249
Приложение 33. Формуляры решения соединительных треугольников 250
Приложение 34. Предварительная оценка точности дирекционного угла линии, соединяющей отвесы на земной поверхности при ориентировании через два вертикальных шахтных ствола 254
Приложение 35. Предварительная оценка точности дирекционного угла стороны подземной маркшейдерской опорной сети при ориентировании через два вертикальных шахтных ствола 256
Приложение 36. Формуляры вычисления ориентирования через два вертикальных шахтных ствола 260
Приложение 37. Вычисление ориентирования через 3 и 4 вертикальные выработки 263
Приложение 38. Журнал угловых и линейных измерений 273
Приложение 39. Примеры уравновешивания систем полигонометрических ходов 274
Приложение 40. Журнал вычисления координат пунктов полигонометрического хода 286
Приложение 41. Порядок работы при передаче высот длиномером ДА-2 290
Приложение 42. Журнал вычисления высот пунктов тригонометрического нивелирования 293
Приложение 43. Журнал технического нивелирования 294
Приложение 44. Примеры уравновешивания высотных сетей 295
Приложение 45. Проверка геометрической связи оборудования одноканатной подъемной установки 301
Приложение 46. Проверка соотношения геометрических элементов многоканатной подъемной установки 307
Приложение 47. Разбивка круговых кривых и стрелочных переводов 314
Приложение 48. Отклонения проводников 318
Приложение 49. Журнал проходки шахтного ствола 320
Приложение 50. Методы перенесения центра и осей ствола под предохранительный целик 327
Приложение 51. Порядок выполнения работ по определению центра и оси действующей части ствола 328
Приложение 52. Рекомендации для выбора количества армировочных отвесов и мест их расположения 331
Приложение 53. Типы отвесов и ограничителей колебаний 332
Приложение 54. Методика построения границ ледопородного ограждения и ледопородных цилиндров 340
Приложение 55. Способы задания направлений криволинейным участкам горных выработок в горизонтальной плоскости 342
Приложение 56. Способы задания направлений горным выработкам с углами наклона от 6 до 50° в вертикальной плоскости 343
Приложение 57. Пример предварительной оценки точности смыкания забоев 346
Приложение 58. Примерный перечень графической документации, передаваемой при вводе шахты в стадию строительства и эксплуатации 355
Приложение 59. Сроки хранения документации 357

ВВЕДЕНИЕ

В настоящей Инструкции рассмотрены маркшейдерские измерения и документация: построение маркшейдерских опорных сетей, съемка земной поверхности, съемка открытых разработок, съемка горных выработок при подземном способе разработки месторождений, маркшейдерские работы в шахтном строительстве, первичная, вычислительная и горная графическая документация.

Вопросы геометризации месторождений и подсчета запасов (геометризация месторождений, подсчет запасов, учет движения запасов, добыча, потери и разубоживание полезных ископаемых) и сдвижения горных пород (наблюдения за сдвижением горных пород, расчеты ожидаемых деформаций земной поверхности, зданий, сооружений и горных выработок, охрана зданий, сооружений, горных выработок и природных объектов от влияния горных разработок, а также обеспечение устойчивости откосов бортов карьеров) будут рассмотрены в отдельных книгах Технической инструкции по производству маркшейдерских работ.

Приведенные в настоящей Инструкции нормы точности выполнения работ характеризуются средними и допустимыми ошибками. Под средней ошибкой понимается средняя квадратическая ошибка. За допустимую ошибку принимается, как правило, величина двойной средней ошибки. При предварительной оценке точности, выполняемой для определения методики работ и выбора необходимых инструментов, ожидаемая ошибка принимается равной утроенной средней ошибке. При предварительной оценке точности особо ответственных работ ожидаемую ошибку следует принимать равной учетверенной средней ошибке.

Оценка качества выполненных работ чаще всего производится по значениям получаемых невязок путем сравнения их с допустимыми или путем вычисления по невязкам средней квадратической ошибки. При этом необходимо учитывать, что оценку качества работ нельзя сколько-нибудь обоснованно произвести по небольшому количеству невязок. Так, например, нельзя судить о точности измерения углов полигонометрических ходов по значению невязки только одного хода; для этого необходимо иметь невязки нескольких (не меньше восьми-десяти) ходов, пройденных в одинаковых условиях.

Следует учитывать, что частое появление невязок, по своей величине близких к допустимым, свидетельствует о недостаточной точности выполнения работ даже в случае, если полученные невязки и не превышают допустимых. Так, например, если для десяти замкнутых полигонометрических ходов (по 16 вершин в каждом) невязки четырех-шести ходов получились близкими к допустимым (140—150″), это свидетельствует о необходимости при дальнейших работах более тщательно выполнять угловые измерения.

Распределение ошибок (невязок) по абсолютной величине при значительном количестве их должно примерно соответствовать следующему соотношению.

Абсолютное значение ошибок (невязок)	Число ошибок из 100 случаев
от 0 до 0,5 m	38
от 0 до 1 m	68
от 0 до 1,5 m	87
от 0 до 2 m	95
от 0 до 2,5 m	99
от 0 до 3 m	997 из 1000

Здесь m — средняя квадратическая ошибка.

Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая Инструкция распространяется на производство маркшейдерских работ при разведке месторождений твердых полезных ископаемых, при инженерных изысканиях для проектирования горных предприятий, при строительстве горных предприятий, при эксплуатации месторождений твердых полезных ископаемых открытым и подземным способами и является обязательной для всех горных предприятий, организаций, министерств и ведомств, выполняющих маркшейдерские работы для целей разведки и эксплуатации месторождений, проектирования и строительства горных предприятий.

1.2. Маркшейдерские работы и горная графическая документация предназначаются: для решения вопросов разведки месторождений полезных ископаемых и подсчета запасов; для решения вопросов проектирования и строительства горных предприятий; для решения вопросов правильной и рациональной эксплуатации месторождений, охраны недр, охраны земной поверхности, зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок и для обеспечения безопасности горных работ; для решения вопросов проектирования и строительства зданий и сооружений на подрабатываемых территориях.

1.3. В комплекс маркшейдерских съемок входят:

— съемка рельефа и ситуации земной поверхности, естественных и искусственных обнажений горных пород, устьев шахтных стволов, штолен, шурфов, скважин и других горных выработок;

— съемка горных выработок и основных контактов горных пород, выявленных при разведке месторождений, строительстве горных предприятий и разработке месторождений открытым и подземным способами;

— разбивочные, съемочные и контрольные измерительные работы при разведке месторождений, строительстве горных предприятий и при эксплуатации месторождений.

Примечание. Геодезические работы и топографические съемки, выполняемые для нужд горной промышленности, относятся к маркшейдерским работам.

1.4. Для выполнения указанного в параграфе 1.3 комплекса маркшейдерских работ горные предприятия, разведочные, проектные

и шахтостроительные организации обязаны иметь в своем составе маркшейдерские отделы или группы, подчиненные непосредственно руководству, с необходимым штатом инженерно-технических работников, вычислителей, чертежников-картографов и рабочих, должны предоставлять специально оборудованные помещения для работ, транспортные средства, оборудование, геодезические и маркшейдерские инструменты и приборы.

Требования к помещениям маркшейдерских отделов горных предприятий приведены в приложении 1, примерный перечень инструментов и приборов — в приложении 2, примерная методика определения численности маркшейдерских отделов горных предприятий — в приложении 3.

1.5. Отдельные виды маркшейдерских работ могут быть переданы для исполнения специализированным организациям на основе договоров. Приемку этих работ осуществляет главный маркшейдер горного предприятия или организации, заключившей договор.

1.6. Работы по построению маркшейдерских опорных сетей на земной поверхности и по съемке земной поверхности выполняются в порядке, установленном Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР (ГУГК).

Разрешения Госгеонадзора ГУГК не требуется на выполнение следующих работ: развитие существующих маркшейдерских опорных сетей для обеспечения съемок шахт и карьеров, съемка промышленных площадок горных предприятий, разбивка, периодические съемки и нивелировки при строительстве горных предприятий и эксплуатации месторождений в целях отражения на планах текущих изменений, съемка отвалов пород и складов полезного ископаемого, а также съемка для определения объемов земляных работ, для ремонтных работ по исправлению или реконструкции железнодорожных путей, для реконструкции сооружений или в целях их инвентаризации, для наблюдений за сдвижением земной поверхности, устойчивостью зданий и другие разнообразные текущие работы.

1.7. Маркшейдерские работы при инженерных изысканиях для проектирования и строительства горных предприятий, а также при выполнении строительно-монтажных работ по возведению зданий и сооружений следует выполнять с учетом требований Строительных норм и правил (СНиП), общесоюзных нормативных документов по строительству (указаний, инструкций с шифром «СН»), утвержденных Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства (Госстроем СССР).

1.8. Детальные требования к выполнению маркшейдерских работ при разведке месторождений твердых полезных ископаемых устанавливаются специальной инструкцией.

1.9. Все виды маркшейдерских работ должны выполняться с соблюдением правил по технике безопасности на топографо-геодезических работах и правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых.

1.10. В случаях, когда для решения задач главное значение имеет не точность съемки, а крупность изображения, допускается составление планов в смежном, более крупном масштабе с указанием масштаба съемки.

1.11. Применяемые для съемок и отдельных маркшейдерских измерений инструменты и приборы должны систематически подвергаться проверке. Перечень поверок и исследований маркшейдерско-геодезических инструментов и приборов приведен в приложении 4.

1.12. Маркшейдерские работы должны выполняться таким образом, чтобы в процессе маркшейдерских съемок и отдельных маркшейдерских измерений осуществлялся надежный контроль.

1.13. Съемку земной поверхности и всех горных выработок в пределах бассейна, горнопромышленного района или отдельного месторождения следует выполнять в одной и той же пространственной системе координат. Систему координат устанавливают по согласованию с территориальной инспекцией Госгеонадзора ГУГК.

1.14. Ведомственный контроль за своевременным выполнением и качеством всего комплекса маркшейдерских работ должны осуществлять главные маркшейдеры горных предприятий и организаций, а также главные маркшейдеры вышестоящих организаций.

1.15. Государственный контроль за выполнением всех видов маркшейдерских работ осуществляют органы Госгортехнадзора СССР, а также территориальные инспекции Госгеонадзора ГУГК согласно Инструкции о государственном геодезическом надзоре.

РАЗДЕЛ I

РАБОТЫ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Глава 2. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ОПОРНЫЕ СЕТИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Маркшейдерские опорные сети на территории экономической заинтересованности горных предприятий состоят из пунктов государственной геодезической сети и геодезических сетей местного значения.

2.2. Государственную геодезическую сеть СССР, являющуюся главной геодезической основой, подразделяют на четыре класса: сети триангуляции, полигонометрии и трилатерации 1, 2, 3 и 4-го классов; нивелирные сети I, II, III и IV классов.

Характеристика государственной геодезической сети приведена в табл. 1, 2 и 3.

ТАБЛИЦА 1

Класс триангуляции (разряд аналитической сети)	Длина сторон, *км*	Средняя ошибка измерений углов (по невязкам треугольников)	Допустимая невязка в треугольниках	Средняя ошибка измерения базисных (выходных) сторон	Средняя ошибка измерения базиса
Государственная геодезическая сеть (сети триангуляции)					
1	Не менее 20	±0″,7	3″	1 : 400 000	1 : 1 000 000
2	7—20	±1 ,0	4	1 : 300 000	1 : 1 000 000
3	5—8	±1 ,5	6	1 : 200 000 *	—
4	2—5	±2 ,0	8	1 : 200 000 *	—
Геодезическая сеть местного значения (аналитические сети)					
1	2—5	±5	20	1 : 100 000 **	—
2	0,5—3	±10	40	1 : 50 000 **	—

* При развитии самостоятельных сетей.

** Предельные ошибки равны соответственно 1 : 50 000 и 1 : 25 000.

ТАБЛИЦА 2

Класс (разряд) полигонометрии	Предельная длина хода, *км*		Длина сторон		Средняя ошибка измерения углов	Средняя ошибка измерения длины сторон	Допустимая относительная невязка хода
	между твердыми пунктами	между узловыми точками	средняя	наименьшая			
Государственная геодезическая сеть (сети полигонометрии)							
1	—	200	Около 25 *км*	—	± 0″,4	1 : 300 000	—
2	По особой программе		—	—	± 1 ,0	1 : 250 000	—
3	Не более двух точек поворота между узловыми и исходными пунктами		—	3 *км*	± 1 ,5	1 : 200 000	—
4	10	5 ****	500 *м*	250 *м*	± 2 ,0	—	1 : 25 000
Геодезическая сеть местного значения (сети полигонометрии)							
1	5/8 *	3/5 *	200 *м*	120 *м*	± 5	1 : 20 000 **	1 : 10 000
2	4/6 *	2,5/4 *	150 *м*	80 *м* ***	± 10	1 : 10 000 **	1 : 5 000

* В числителе указана предельная длина ходов для обоснования съемки земной поверхности в масштабе 1 : 2000, а в знаменателе — для съемок в масштабе 1 : 5000.

** Предельные ошибки измерения длины сторон равны соответственно 1 : 10 000 и 1 : 5000.

*** При выполнении разбивочных маркшейдерских работ (например, при разбивке осей ствола шахты) по необходимости допускается длина сторон менее 80 *м*.

**** Длина хода от пункта высшего класса до узловой точки не должна превышать 7 *км*; периметр полигона, образованный ходами полигонометрии 4-го класса, не должен превышать 30 *км*.

2.3. Геодезические сети местного значения, как правило, развивают на основе пунктов государственной геодезической сети СССР; сети местного значения служат обоснованием для выполнения съемки земной поверхности в масштабах 1 : 5000—1 : 500 и для выполнения других видов маркшейдерских работ.

Геодезические сети местного значения включают в себя: аналитические сети 1 и 2-го разрядов, полигонометрические сети 1 и 2-го разрядов, техническое нивелирование.

Характеристика геодезических сетей местного значения приведена в табл. 1, 2 и 3.

Для городского, поселкового, промышленного и сельского строительства характеристики геодезических сетей 4-го класса, 1 и 2-го разрядов, а также основные требования к их построению приведены в табл. 4.

ТАБЛИЦА 3

Класс нивелирования	Предельный периметр полигона (длина хода), *км*	Допустимая невязка полигона (хода), *мм*
Государственная геодезическая сеть		
I	—	Выполняется с наивысшей точностью
II	500—600	$5\sqrt{L}$
III	60 *, 150—200	$10\sqrt{L}$
IV	25 **	$20\sqrt{L}$
Геодезическая сеть местного значения		
Техническое нивелирование	—	$50\sqrt{L}$

* Предельный периметр полигона 60 *км* принимают для обеспечения съемки земной поверхности в масштабе 1 : 5000 и крупнее и для решения инженерных задач.

** Для нивелирования IV класса указана предельная длина хода. L — длина хода, *км*.

2.4. Работы по развитию государственной геодезической сети 1, 2 и 3-го классов выполняют Главное управление геодезии и картографии, Военно-топографическое управление МО СССР и Гидрографическое управление МО СССР. По согласованию с ГУГК работы по проложению государственных геодезических сетей 3-го класса могут выполнять ведомственные учреждения. Эти работы должны проводить в соответствии с требованиями «Инструкции о построении государственной геодезической сети СССР». Работы по созданию государственных геодезических сетей 4-го класса и геодезических сетей местного значения выполняют главным образом специализированные организации, а также маркшейдерские отделы горных предприятий.

2.5. В районе, где триангуляция или полигонометрия 1 и 2-го классов отсутствует, для обоснования съемок крупного масштаба разрешается развивать самостоятельные сплошные сети триангуляции 3 и 4-го классов, имеющие не менее двух базисных сторон, измеренных со средней ошибкой не более 1 : 200 000 и расположенных через каждые 20—25 треугольников. Полигонометрические сети 3 и 4-го классов в этом случае строят в виде систем полигонов с периметрами: в сетях 3-го класса не более 60 *км*, в сетях 4-го класса не более 35 *км*.

2.6. В случае отсутствия пунктов триангуляции, полигонометрии и трилатерации 1—4 классов для обоснования съемок земной поверхности и открытых разработок разрешается создавать самостоятельные геодезические сети 1 и 2-го разрядов при условии, что площадь участков не превышает 500 $км^2$ для съемки в масштабе 1 : 5000 и 100 $км^2$ для съемки в масштабе 1 : 2000.

ТАБЛИЦА 4

Показатели	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Триангуляция			
Длина сторон треугольника (наименьшая—наибольшая), *км*	1—5,0	0,5—5,0	0,25—3,0
Предельная относительная ошибка базисной (выходной) стороны	1 : 100 000	1 : 50 000	1 : 20 000
Предельная относительная ошибка стороны сети в наиболее слабом месте	1 : 50 000	1 : 20 000	1 : 10 000
Наименьшее значение угла треугольника между направлениями данного класса (разряда)	20°	20°	20°
Предельное значение невязки в треугольнике	± 8″	± 20″	± 40″
Средняя ошибка измерения угла по невязкам треугольников	± 2″	± 5″	± 10″
Предельная длина цепи треугольников, *км*	10	5	3
Трилатерация			
Длина сторон треугольника (наименьшая—наибольшая), *км*	1—5	0,5—5,0	0,25—3,0
Предельная относительная ошибка измерения сторон	1 : 50 000	1 : 20 000	1 : 10 000
Наименьшее значение угла треугольника *	20°	20°	20°
Предельная длина цепи треугольников, *км*	10	5	3
Полигонометрия			
Предельная длина ходов, *км* **	10	5	3
Предельная величина периметра полигонометрических ходов в свободных сетях, *км*	30	15	9
Длина сторон хода (наименьшая—наибольшая), *км* ***	0,25—0,80	0,12—0,60	0,08—0,30
Предельная длина хода от узловой точки до пункта высшего класса или разряда, *км*	7	3	2
Предельное число сторон в ходе ****	15	15	15
Предельная относительная невязка хода	1 : 25 000	1 : 10 000	1 : 5000
Средняя ошибка измерения угла (по невязкам в полигонах)	± 2″	± 5″	± 10″

* При меньших значениях углов применяют линейно-угловые сети.

** Предельная длина ходов считается между опорными пунктами; в системе ходов с узловыми точками длина эквивалентного хода (с наибольшей длиной) не должна превышать предельных значений, указанных в таблице.

*** Длина сторон в необходимых случаях может быть увеличена.

**** При бо́льшем числе сторон независимо определяют дирекционный угол одной или нескольких сторон хода с пунктов триангуляции или определяют его астрономическим путем. Средняя ошибка определения дирекционного угла (по внутренней сходимости) не должна превышать ± 2″ для 4-го класса, ± 5″ для 1-го разряда и ± 10″ для 2-го разряда.

2.7. Съемки (за исключением съемок городов) разрешается выполнять только на основе пунктов съемочной сети, если площади участков не превышают 20 $км^2$ для съемки в масштабе 1 : 5000 и 10 $км^2$ для съемки в масштабе 1 : 2000.

При наличии подземных горных выработок на участке создают аналитическую или полигонометрическую сеть 1 и 2-го разрядов.

Примечание. Обоснование съемок земной поверхности для городского, поселкового и промышленного строительства на участках с площадью менее 200 $км^2$ в случае отсутствия пунктов государственной геодезической сети выполняют в соответствии с требованиями действующей Инструкции по топографо-геодезическим работам для городского, поселкового и промышленного строительства.

2.8. Для обоснования съемок земной поверхности устанавливают следующие нормы плотности пунктов плановой государственной геодезической сети.

Масштаб съемки	Площадь на 1 пункт, $км^2$
1 : 5000	20—30
1 : 2000 и крупнее	5—15

На застроенных территориях городов и территориях, подлежащих застройке в ближайшие годы, плотность пунктов государственной геодезической сети должна быть не менее одного пункта на 5 $км^2$. Количество и расположение пунктов съемочной сети для обеспечения съемок устанавливают в технических проектах (программах) работ.

Общая плотность пунктов государственной геодезической сети и пунктов геодезических сетей местного значения для городских (поселковых) территорий, как правило, должна быть в застроенной части не менее четырех пунктов на 1 $км^2$ и в незастроенной части не менее одного пункта на 1 $км^2$.

2.9. Реперы государственного нивелирования размещают так, чтобы на каждый планшет в масштабе 1 : 5000 установленной разграфки приходилось не менее одного репера. Съемку в масштабе 1 : 2000 обеспечивают реперами из расчета один репер на 1—4 планшета в зависимости от принятой высоты сечения рельефа.

2.10. Высоты пунктов триангуляции и полигонометрии 1, 2, 3 и 4-го классов, а также пунктов аналитической сети и полигонометрии 1-го разряда, закрепляемых центрами глубокого заложения, как правило, определяют нивелированием IV класса. Высоты пунктов аналитической сети и полигонометрии 2-го разряда можно определять техническим нивелированием. Тригонометрическое нивелирование для определения высот пунктов опорной сети допускается в качестве исключения в горной местности.

2.11. Для решения маркшейдерских задач, требующих особо точных геодезических измерений, разрешается построение сетей триангуляции, полигонометрии, трилатерации и нивелирования по программе, разрабатываемой для каждого отдельного случая.

ТИПЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗНАКОВ И ЦЕНТРОВ

2.12. Пункты опорных сетей закладывают в местах, удобных для пользования ими и обеспечивающих длительную их сохранность.

Организации, выполняющие геодезические работы в горнопромышленных районах, должны согласовывать места закладки пунктов с горными предприятиями.

2.13. На пунктах триангуляции (полигонометрии, трилатерации) 4-го класса строят простые пирамиды и простые сигналы. На пунктах аналитической сети 1-го разряда, как правило, строят простые пирамиды. На пунктах аналитической сети 2-го разряда разрешается использовать вехи, устанавливаемые по отвесу.

При постройке знаков следует пользоваться указаниями действующего «Руководства по постройке геодезических знаков».

2.14. На пунктах плановой государственной геодезической сети, расположенных на незастроенной территории или на застроенной территории в сельской местности, закладывают центры, типы которых приведены в «Инструкции о построении государственной геодезической сети СССР».

2.15. Внешнее оформление мест расположения пунктов государственной геодезической сети на незастроенной территории или в населенных пунктах в сельской местности выполняется с помощью канав общей длиной не менее 20 *м*, выкапываемых вокруг знака параллельно сторонам его основания. Глубина канав 0,8 *м*, ширина в нижней части — 0,2 *м*, в верхней части — 1,5 *м*.

2.16. Если на пункте государственной геодезической сети отсутствует видимость с земной поверхности на другие пункты или местные предметы, расположенные не далее 2—3 *км*, то на нем устанавливают два ориентирных пункта на расстоянии не менее 500 *м* в открытой местности и 250 *м* в лесу.

2.17. Пункты государственной сети и пункты сетей местного значения, расположенные на территории городов, поселков, шахтных полей и промышленных площадок горных предприятий, а также пункты съемочных сетей закрепляют центрами, типы которых приведены в приложении 5.

2.18. При расположении пункта маркшейдерской опорной сети на здании центром его служит марка, заложенная в верхней грани кирпичного столба высотой 1,2—1,5 *м*, выложенного в два кирпича на капитальной стене здания. Для обеспечения сохранности центра вторую марку закладывают под столбом в его основании. Этот столб служит одновременно столиком для наблюдения; вокруг него сооружают помост для наблюдателя. Конструкция марки центра должна обеспечивать установку над ней визирной цели. В качестве знака служит небольшая пирамида из уголкового железа со съемной визирной целью.

2.19. Подходные пункты к шахтам должны закреплять центрами глубокого заложения. В том случае, когда подходные пункты определяют методом полигонометрии, центрами глубокого заложения

должно быть закреплено не менее трех рядом расположенных пунктов.

2.20. Пунктами государственной нивелирной сети служат марки и стенные реперы, зацементированные в стенах каменных и бетонных зданий и сооружений, грунтовые реперы, а также пункты опорных плановых сетей глубокого заложения (приложение 5).

Глубину закладки грунтовых реперов выбирают с таким расчетом, чтобы основание репера находилось на 0,5 *м* ниже наибольшей глубины промерзания грунта, но не менее 1,8 *м* от земной поверхности. Верхний конец грунтового репера помещают на 50 *см* ниже земной поверхности, а в районах подвижных песков — на 50 *см* выше. Для районов многолетней мерзлоты закладывают типы реперов, предусмотренные для этих целей, приведенные в приложении 5.

2.21. Со времени закладки марок и стенных реперов до производства нивелирования должно пройти не менее суток, грунтовых реперов — 10 суток и грунтовых реперов в районах многолетней мерзлоты — полный зимний период.

2.22. Каждый постоянный геодезический знак, центр пункта или репер сдают для наблюдения за их сохранностью в порядке, предусмотренном «Инструкцией по охране геодезических знаков».

Горное предприятие несет ответственность за сохранность центров и знаков пунктов маркшейдерской опорной сети, расположенных в пределах территории экономической заинтересованности данного предприятия.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЕТЬ 4-ГО КЛАССА

Общие положения

2.23. Государственную геодезическую сеть 4-го класса развивают на основе пунктов сетей высшего класса методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации.

2.24. Пункты триангуляции 4-го класса определяют путем вставки жестких систем или отдельных пунктов с обязательным измерением в треугольниках всех трех углов. Углы между направлениями при определяемых пунктах, как правило, должны быть не менее 25°. Углы в треугольниках самостоятельных сетей 4-го класса должны быть не менее 30°.

Если непосредственное измерение базисных сторон самостоятельной сети невозможно, разрешается в виде исключения определять выходные стороны из базисных сетей с измерением базисов инварными проволоками. Базисные сети строят в виде простого ромба с углами на концах длинной диагонали не менее 36°.

2.25. Сети полигонометрии 4-го класса строят в виде систем или одиночных ходов, опирающихся на пункты триангуляции 1, 2, 3 и 4-го классов и полигонометрии 1, 2 и 3-го классов, с обязательной угловой привязкой на всех исходных пунктах.

Длина ходов между твердыми пунктами не должна превышать 10 *км* при числе линий не более 15. Длина хода от пункта высшего

класса до узловой точки не должна быть более 7 *км*, а между узловыми точками — 5 *км*. Периметр полигона, образованный ходами полигонометрии 4-го класса, не должен превышать 30 *км*.

Расстояние между пунктами параллельных ходов менее 2,5 *км* не допускается. При расстоянии между пунктами параллельных ходов менее 3 *км* осуществляют их угловую и линейную связь. Прокладка одиночных замкнутых ходов полигонометрии, опирающихся на один исходный пункт, не разрешается.

2.26. Метод трилатерации применяют для вставки уединенных пунктов 4-го класса при условии измерения расстояний светодальномером или высокоточным радиодальномером не менее чем до трех пунктов высших классов и с углами между смежными сторонами при определяемом пункте в пределах от 30 до150°.

Измерение горизонтальных углов

2.27. Горизонтальные направления в триангуляции и полигонометрии 4-го класса измеряют способом приемов, число которых указано в табл. 5.

ТАБЛИЦА 5

Тип инструмента	Число приемов в сетях 4-го класса		
	Триангуляция	Полигонометрия	Базисная сеть
Т05 (по ГОСТ 10529—63), ТТ 2/6 и другие, равные им по точности	4	—	12
Т1 (по ГОСТ 10529—63), ОТ-02″, ОТБ и другие, равные им по точности	6	6 *	12
Т2 (по ГОСТ 10529—63), ТБ-1, ОТС и другие, равные им по точности	6	6 *	15

* По трехштативной системе.

2.28. При использовании инструментов с микроскопами-микрометрами и оптических инструментов с ценой деления лимба 10′ при переходе от одного приема к другому лимб переставляют на угол, равный $\frac{180^\circ}{n}$ плюс 5 или 4′ при наблюдении теодолитом ОТ-02 (n — число приемов). Журнал измерения горизонтальных направлений круговыми приемами приведен в приложении 6.

2.29. Направления на пунктах 4-го класса наблюдают по отдельной программе, не включающей направления других классов и разрядов.

2.30. Инструмент во время наблюдений должен быть защищен от непосредственного действия лучей солнца и ветра и установлен на рабочее место не менее чем за полчаса до начала измерения углов, чтобы он воспринял температуру воздуха.

Измерения нельзя проводить при неблагоприятных условиях видимости, при расплывчатых или сильно колеблющихся изображениях. В солнечные дни время, близкое к восходу и заходу солнца, для измерения углов не рекомендуется.

При наблюдениях необходимо соблюдать следующие правила:

— сохранять установленную фокусировку зрительной трубы в течение всего времени наблюдений;

— не завинчивать сильно закрепительные винты и при работе пользоваться средней частью микрометренных винтов алидады и трубы;

— не допускать величину двойной коллимационной ошибки более 20″;

— не допускать уклонение уровня при алидаде горизонтального круга более, чем на два деления;

— производить окончательное наведение зрительной трубы только ввинчиванием микрометренного винта алидады и вывинчиванием микрометренного винта трубы.

2.31. Результаты наблюдения направлений должны удовлетворять допускам, приведенным в табл. 6.

ТАБЛИЦА 6

Элементы наблюдений	Допуски для различных инструментов		
	Т05, ТТ 2/6	Т1, ОТ-02, ОТБ	Т2, ТБ-1, ОТС
Расхождения между результатами наблюдений на начальный предмет в начале и конце полуприема	5″	6″	8″
Колебания направлений в отдельных приемах, приведенных к нулю	5″	6″	8″

Примечание. Кроме указанных инструментов применяют и другие, равные им по точности.

2.32. Если законченные приемы не удовлетворяют принятым допускам, они подлежат повторению при тех же установках лимба. Первоначальные значения перенаблюденных приемов в обработку не включают. Если одно направление в приеме не удовлетворяет допуску на колебание направлений в нем, это направление разрешается перенаблюдать при тех же установках лимба и с тем же начальным направлением, но без замыкания горизонта.

Наблюдения на пункте повторяют заново, если более 30% приемонаправлений подлежат перенаблюдению.

2.33. Приемы, для которых были нарушены нормальные условия

наблюдений (сдвинут инструмент, допущен грубый просчет и т. д.), не заканчивают, а наблюдают вновь при тех же установках лимба. Направления, пропущенные вследствие плохой видимости, наблюдают дополнительно при тех же установках лимба, с тем же начальным направлением.

2.34. Направления на ориентирные пункты наблюдают с двумя любыми направлениями сети тремя приемами и теми же инструментами, что и углы сети. Расхождения направлений в приемах не должны превышать 6″. Расстояние от центра данного пункта до центра ориентирного пункта измеряют с ошибкой около ± 1 *м*.

Перед измерением направлений на ориентирный пункт опознавательный столб удаляют и вскрывают марку ориентирного пункта. Над маркой для измерения устанавливают оптический центрир. В случае отсутствия оптического центрира центр марки выносят на центрировочный столик теодолитом с трех станций и для визирования на проекции центра устанавливают визирный целик высотой около 10 *см* и диаметром 0,5—0,7 *см*.

2.35. Элементы центрировок и редукций на пункте определяет лично наблюдатель дважды — непосредственно перед началом наблюдений на данном пункте и тотчас после их окончания.

Элементы редукции на простых пирамидах и сигналах, установленных на устойчивом грунте, определяют один раз в течение сезона наблюдений (двукратно), а на сложных сигналах — так, чтобы между датой их наблюдений и датой определения редукции было не более двух месяцев. Дополнительные определения необходимы в тех случаях, когда в период наблюдения прошла буря, ураган или имелись какие-либо сомнения в неизменности положения знака. В районах многолетней мерзлоты, болот и сыпучих песков число и порядок дополнительных определений элементов приведения устанавливают на основе изучения факторов, влияющих на устойчивость знаков, но не реже сроков, указанных выше.

2.36. Элементы центрировок и редукций определяют графически на центрировочном листе (приложение 7). Проектирование выполняют теодолитом с трех станций таким образом, чтобы проектирующие плоскости пересекались под углами, по возможности близкими к 120 или 60°.

Длина сторон треугольников погрешностей не должна быть более 5 *мм* при проектировании оси инструмента и центра пункта и 10 *мм* при проектировании визирного цилиндра. Из проекций осей инструмента и визирного цилиндра прочерчивают направления на два пункта.

2.37. Линейные элементы центрировки l_c и редукции l_r измеряют до миллиметров. Углы θ_c и θ_r строят всегда при проекции оси инструмента и визирной цели; измеряют их транспортиром до долей градуса по ходу часовой стрелки от направления на проекцию центра данного пункта до двух прочерченных на пункты направлений. Угол между направлениями на пункты, полученный как разность графически измеренных направлений, не должен отличаться

от угла, измеренного на пункте инструментом, более чем на 2° при $l \leqslant 10$ *см*, на 1° при $10 < l \leqslant 20$ *см* и на 0,5° при $l > 20$ *см*.

За окончательное значение θ_c и θ_r принимают среднее из двух измерений, приведенных к начальному направлению, согласно формулам

$$\theta_{c_{A\text{ср}}} = \frac{1}{2}(\theta_{c_A} + \theta_{c_B} - M_{AB});$$

$$\theta_{r_{A\text{ср}}} = \frac{1}{2}(\theta_{r_A} + \theta_{r_B} - M_{AB}),$$

где M_{AB} — измеренный инструментом угол между направлениями на пункты A и B.

2.38. Изменение положения проекции центра инструмента относительно центра пункта по данным повторного определения элементов центрировки и редукции на каждом пункте не должно превышать 10 *мм*. В противном случае делают контрольное определение этих элементов.

Для вычисления поправок за центрировку и редукцию принимают средние значения соответствующих элементов приведения из всех определений их на данном пункте.

2.39. На пункте следует закончить обработку журналов измерений горизонтальных направлений, включая вывод измеренных направлений в отдельных приемах, и составить сводку результатов измерений (приложение 8).

2.40. Невязки w треугольников сети триангуляции 4-го класса не должны превышать 8″, а средняя ошибка измеренного угла μ, вычисленная по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{[ww]}{3n}},$$

где n — число треугольников, не должна превышать $\pm 2''$.

2.41. Свободные члены боковых и полюсных условий в геодезических четырехугольниках и центральных системах сетей триангуляции не должны превышать

$$w_{\text{пол}} = 2{,}5\mu\sqrt{\sum \delta^2},$$

а значения свободных членов базисного и азимутального условий не должны быть более

$$w_{\text{баз}} = 2{,}5\sqrt{\mu^2 \sum \delta^2 + 2m_s^2};$$

$$w_{\text{аз}} = 2{,}5\sqrt{\mu^2 n + 2m_\alpha^2},$$

где μ — установленная инструкцией средняя ошибка измерения угла, равная $\pm 2''$ для сетей триангуляции 4-го класса; $\Sigma\delta^2$ — сумма квадратов изменений логарифмов синусов связующих углов, выраженных в единицах шестого знака логарифма, при изменении углов на 1″; n — число углов в передаче азимута; m_s — средняя ошибка

логарифма длины базисной или выходной сторон сети; m_α — средняя ошибка исходного азимута (дирекционного угла).

2.42. Угловые невязки ходов полигонометрии 4-го класса не должны превышать

$$w_\beta = \pm 2{,}5\mu\sqrt{n+1},$$

где μ — установленная инструкцией средняя ошибка измерения угла в полигонометрии 4-го класса, равная $\pm 2''$; $n+1$ — число углов в ходе, включая примычные.

Средняя ошибка измерения углов μ в полигонометрии 4-го класса, полученная по формуле

$$\mu = \pm\sqrt{\frac{\left[\frac{w_\beta w_\beta}{n}\right]}{N}},$$

где w_β — угловые невязки ходов, n — число углов в ходе или полигоне, N — число ходов, не должна превышать $\pm 2''$.

Предельные линейные невязки ходов, вычисленные после предварительного уравновешивания, не должны превышать 1 : 25 000.

Измерение длины сторон светодальномерами и радиодальномерами

2.43. Длину сторон триангуляции и полигонометрии 4-го класса измеряют светодальномерами СВВ-1, ТД-2 и равными им по точности двадцатью приемами, а также радиодальномерами РДГ и ВРД и равными им по точности тремя приемами.

Примечание. При работе светодальномером ТД-2 один прием включает наблюдение одного экстремума путем взятия двух пар отсчетов, симметрично расположенных относительно экстремума.

2.44. Температуру, влажность и давление воздуха при работе со светодальномером измеряют на точках стояния дальномера и отражателя до начала измерений и далее не реже чем через 30 *мин*. Измерение температуры, давления и влажности воздуха при работе с радиодальномером производят на обоих концах линии до начала каждого приема и после его окончания.

2.45. Элементы центрировки дальномеров и редукции отражателей (ведомых станций) определяют дважды графически с соблюдением тех же требований, что и при угловых измерениях в триангуляции, но с обязательным прочерчиванием всех направлений на пункты, до которых измерялись расстояния.

2.46. При измерении расстояний светодальномерами средние ошибки (по результатам измерений на станции) должны быть не более 1 : 200 000 для базисных сторон сети триангуляции 4-го класса и 1 : 100 000 для сторон сети полигонометрии и трилатерации 4-го класса.

При измерении сторон радиодальномером расхождения в длине сторон, полученной из отдельных приемов, не должны превышать 20 *см*.

2.47. В измеренную длину сторон (наклонные дальности) вводят поправки за приведение к горизонту, за переход от хорд к кривой на эллипсоиде, за проектирование на референц-эллипсоид и за приведение на плоскость проекции.

Измерение базисов и длины сторон сети проволоками

2.48. Базисы и длину сторон государственной геодезической сети 4-го класса измеряют инварными проволоками с помощью базисного прибора БП-2.

2.49. Перед началом и по окончании линейных измерений инварные проволоки базисного прибора подлежат эталонированию на компараторе МИИГАиК или на другом компараторе того же типа.

2.50. Линию для измерения базисным прибором выбирают по возможности на ровной открытой местности. Уклон отдельных участков трассы измерения не должен превышать 1 : 10, а уклон отдельных интервалов в исключительных случаях может достигать 1 : 6.

2.51. Перед расстановкой штативов выполняют детальное провешивание измеряемой линии с установкой колышков через каждые 200—300 *м*.

2.52. Базисные штативы с целиками устанавливают в створе измеряемой линии по теодолиту, вешением «на себя», по секциям, длиной не менее 500 *м* и не более 1 *км*. Расстояния между целиками рядом расположенных штативов должны быть 24 *м* $\pm$ (1 $\div$ 3) *см*. Третью ножку штатива помещают поочередно по разные стороны от линии базиса.

На концах секций устанавливают оптические центриры, а под штативом закладывают временные центры в виде колышка диаметром 10—15 *см* и длиной 0,3—0,4 *м*. В торец колышка вбивают гвоздь, на шляпку которого наносят два взаимно перпендикулярных штриха

2.53. Для штативов полных интервалов используют нумерацию, общую для всей длины линии, начиная с нуля. Коротким интервалам дают номер последнего штатива, дополненный буквами а, б, в и т. д.

2.54. Остаток базиса разбивают на возможно более ровном месте, в одном или нескольких интервалах от конечного пункта. Не следует допускать остаток менее 1 *м*; в этом случае остаток распределяют на всю длину последней секции. При расстановке штативов на коротких интервалах целики должны быть установлены как можно точнее в створе базиса и на одной высоте.

2.55. При недостаточно устойчивом грунте, а также в тех случаях, когда это необходимо, допускается замена штативов кольями диаметром не менее 7 *см* и длиной 2—2,5 *м*, которые забивают или укрепляют с предварительным бурением грунта в створе базиса так,

чтобы они вошли в твердый слой грунта не менее чем на 0,75 *м*. После забивки конец кола спиливают и в верхний срез ввинчивают целик.

2.56. Целики, установленные на штативах, нивелируют в одном направлении. С одной установки нивелира разрешается вести наблюдения на расстояние не более 100 *м*. Расхождения между превышениями, полученными по черной и красной сторонам рейки, не должны быть более 5 *мм* для каждого 24-метрового интервала и 1 *мм* для коротких интервалов.

2.57. Привязку базиса к маркам и реперам государственной нивелирной сети осуществляют нивелированием IV класса двойным ходом. Высоты центриров над центрами пунктов и над временными центрами измеряют рейкой или стальной рулеткой с точностью до полусантиметров.

2.58. Измерение базисной стороны (базиса) ведут секциями, ходом «прямо» двумя проволоками и ходом «обратно» двумя, но другими проволоками. Измерение по кольям производят сквозными ходами двумя проволоками ходом «прямо» и двумя — ходом «обратно».

При измерении каждого интервала берут последовательно три пары одновременных отсчетов по шкалам проволоки с точностью до десятых долей миллиметра. Расхождение разностей отсчетов (передний минус задний) не должно превышать 0,5 *мм*. При больших расхождениях берут дополнительные отсчеты. Среднее определяют из всех отсчетов, за исключением ошибочных, которые вычеркивают.

Во время измерений записывающий следит за разностями длины проволоки. Отклонения этих разностей от значений их по результатам эталонирования проволоки на компараторе не должны превышать $\pm 0{,}2$ *мм*. При несоблюдении этого требования следует проверить состояние блоков и повторить измерения. Если изменившаяся разность сохраняется, это указывает на изменение длины проволоки; такую проволоку следует заменить.

2.59. Температуру воздуха измеряют термометром-пращом через каждые 10—15 *мин*, но не реже чем через 5 интервалов. Отсчеты по шкале термометра берут после вращения термометра в течение 2—3 *мин*.

2.60. Короткие интервалы и «остаток» измеряют инварной ленточкой. При этом как при измерении «прямо», так и при измерении «обратно» берут трехкратные отсчеты. Для контроля «остаток» измеряют стальной рулеткой. В журнале измерений помещают схему расположения коротких интервалов с их нумерацией.

(В полевых условиях инварную ленточку разрешается компарировать на каком-либо интервале базиса двумя измерениями его в прямом и двумя измерениями в обратном направлениях).

2.61. Запрещается проводить измерения при значительном ветре, при дожде и температуре выше $+35°$ С и ниже $-10°$ С.

2.62. Длина секций, подсчитанная в полевых условиях (с введением поправок за длину проволоки по данным эталонирования

и за температуру) по каждой проволоке, как правило, не должна отличаться более чем на $4\sqrt{L}$, *мм*, где L — длина секции, *км*. В противном случае секцию вновь измеряют в одном направлении двумя проволоками. При выводе окончательного значения в расчет принимают результаты всех измерений.

При измерении сквозными ходами длина всего базиса, полученная из измерений отдельными проволоками, не должна различаться более чем на $8\sqrt{L}$, *мм*.

2.63. Окончательное вычисление длины базисной стороны или базиса производят в соответствии с требованиями «Наставления по вычислению базисов». В измеренную длину должны быть введены поправки:

— за компарирование проволоки;

— за разность температуры измерения и компарирования проволоки;

— за наклон интервалов;

— за приведение к поверхности референц-эллипсоида или другой поверхности относимости (в обоснованных случаях — в гористой местности — с согласия органов инспекции Госгеонадзора разрешается проектирование измеренных сторон сети на уровенную поверхность, избранную с таким расчетом, чтобы величины редукции не превышали заданной величины);

— за редуцирование на плоскость проекции.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ СЕТИ 1 И 2-ГО РАЗРЯДОВ

2.64. Аналитические сети 1 и 2-го разрядов создают методом триангуляции в виде сплошной сети, цепей треугольников и вставок систем или отдельных пунктов. Аналитическую сеть 1-го разряда развивают на основе государственной геодезической сети 1, 2, 3 и 4-го классов, а при развитии аналитической сети 2-го разряда в качестве исходных дополнительно используют пункты аналитической сети 1-го разряда.

2.65. Стороны аналитической сети 1-го разряда могут иметь длину от 2 до 5 *км*, а аналитической сети 2-го разряда — от 0,5 до 3 *км*. Углы в треугольниках должны быть не менее 30°; количество треугольников в цепях не должно превышать 10.

При вставке уединенных пунктов углы между смежными направлениями на определяемом пункте не должны быть менее 30 или более 150°. Каждый уединенный пункт аналитической сети 1-го разряда должны определять не менее чем тремя двусторонними направлениями.

2.66. В случаях, предусмотренных параграфом 2.6, допускается развитие самостоятельных аналитических сетей с измерением не менее чем двух базисных сторон, удаленных друг от друга не более чем на 10 треугольников.

2.67. Измерение базисных сторон аналитических сетей 1-го разряда выполняют по той же методике, что и измерение длины сторон полигонометрии 4-го класса, с учетом следующих изменений.

При применении светодальномеров СВВ-1 и ТД-2 и равноценных им по точности измерения ведут при двух установках светодальномера и отражателя шестнадцатью приемами при каждой установке.

Разрешается измерение базисных сторон с помощью базисного прибора БП-3 двумя инварными проволоками в одном направлении.

Расхождение между результатами измерения длины базисной стороны аналитической сети 1-го разряда светодальномером или проволоками в прямом и обратном направлениях или двумя проволоками в одном направлении не должно превышать 1 : 50 000 измеряемой длины.

2.68. В аналитических сетях 2-го разряда длину базисных сторон измеряют по той же методике и с той же точностью, что и длины сторон полигонометрии 4-го класса.

2.69. Углы в аналитических сетях измеряют, как правило, оптическими теодолитами типа Т2 и Т5 (по ГОСТ 10529—63) способом круговых приемов. Использование тридцатисекундных теодолитов допускается в виде исключения. Число приемов и повторений при измерении углов в аналитической сети указано в табл. 7.

ТАБЛИЦА 7

Тип теодолита	Аналитическая сеть и полигонометрия 1-го разряда		Аналитическая сеть и полигонометрия 2-го разряда	
	Число круговых приемов	Число повторений	Число круговых приемов	Число повторений
Т1, ОТ-02, ОТБ и другие, равные им по точности	2	—	—	—
Т2, ТБ-1, ОТС и другие, равные им по точности	3	—	2	—
Т5, ОТШ, ТТ-3, ОТ-3, ТТ-4 и другие, равные им по точности	4	2 приема по 2 повторения	2	1 прием по 2 повторения
Т15—Т20 (по ГОСТ 10529—63), ТГ-1, ТГ-5, ОМТ-30, ТТ-5, ТТ-50 и другие, равные им по точности	—	2 приема по 3 повторения	4	2 приема по 2 повторения

2.70. Результаты измерения направлений по способу круговых приемов и углов по способу повторений должны удовлетворять допускам, приведенным в табл. 8.

2.71. Незамыкание горизонта при измерении углов по способу повторений не должно превышать $8''\sqrt{n}$ для аналитической сети 1-го разряда и $15''\sqrt{n}$ для аналитической сети 2-го разряда, где n — число измеренных углов на станции.

ТАБЛИЦА 8

Элементы наблюдений	Допуски для различных инструментов			
	Т1, ОТ-02, ОТБ	Т2, ТБ-1 ОТС	Т5, ОТШ, ТТ-3, ОТ-3, ТТ-4	Т15, Т20 ТГ-1, ТГ-5, ОМТ-30, ТТ-5, ТТ-50
Способ круговых приемов				
Расхождения между результатами наблюдений на начальный предмет в начале и конце полуприема	6″	8″	20″	45″
Колебания направлений в отдельных приемах, приведенных к нулю	6″	8″	20″	45″
Способ повторений				
Расхождение углов в приемах при измерении двумя приемами по 2 повторения	—	—	15″	25″
Расхождение углов в приемах при измерении двумя приемами по 3 повторения	—	—	—	15″

Примечание. Кроме указанных инструментов применяют и другие, равные им по точности.

2.72. Углы на пунктах аналитических сетей 1 и 2-го разрядов измеряют, как правило, по отдельным программам с соблюдением требований параграфов 2.30 и 2.32.

2.73. Элементы центрировок и редукций на пунктах аналитических сетей определяют графическим способом двукратно, на двух сторонах центрировочного листа с соблюдением требований параграфов 2.36—2.38. При измерении углов в аналитических сетях 2-го разряда разрешается визировать на вехи и марки, устанавливаемые над центром пункта.

2.74. Невязки в треугольниках не должны превышать 20″ в аналитической сети 1-го разряда и 40″ в аналитической сети 2-го разряда, а средние ошибки измерения углов, вычисленные по невязкам треугольников, не должны превышать соответственно ± 5 и $\pm 10''$.

2.75. Аналитическую сеть 1-го разряда уравновешивают по способу наименьших квадратов. Уравновешивание аналитической сети 2-го разряда разрешается выполнять упрощенными способами.

ПОЛИГОНОМЕТРИЯ 1 И 2-ГО РАЗРЯДОВ

2.76. Сети полигонометрии создают в виде одиночных ходов или систем ходов с узловыми точками, опирающихся на пункты государственной геодезической сети 1, 2, 3 и 4-го классов и пункты аналитической сети 1-го разряда. В случаях, предусмотренных в параграфе 2.6, сеть полигонометрии должна представлять собой систему замкнутых полигонов.

2.77. В полигонометрических сетях 1 и 2-го разрядов горизонтальные углы измеряют круговыми приемами без замыкания горизонта при наблюдении двух направлений и с замыканием горизонта при наблюдении большего числа направлений. Разрешается применять тридцатисекундные теодолиты при условии измерения углов в полигонометрических ходах 1-го разряда по способу повторений. Число приемов и повторений при измерении горизонтальных углов теодолитами различных типов приведено в табл. 7.

При измерении углов должны соблюдаться допуски, приведенные в табл. 8. Результаты измерений записывают в журнал измерения углов в полигонометрии, приведенный в приложении 9.

2.78. Измерение углов рекомендуется выполнять по трехштативной системе. Линейная ошибка центрирования теодолита и визирных целей не должна быть более ± 1 *мм* при измерениях в сетях полигонометрии 1-го разряда и ± 2 *мм* в сетях полигонометрии 2-го разряда.

При примыкании полигонометрических ходов к исходным пунктам измеряют примычные углы между стороной хода и двумя направлениями на исходные пункты.

2.79. Угловые невязки в полигонах и отдельных ходах не должны превышать в полигонометрии 1-го разряда $\pm 10''\sqrt{n}$ и в полигонометрии 2-го разряда $\pm 20''\sqrt{n}$, где n — число измеренных углов в полигоне или ходе. При $n \leqslant 5$ угловые невязки ходов между исходными пунктами не должны превышать $\pm 25''$ в полигонометрии 1-го разряда и $\pm 45''$ в полигонометрии 2-го разряда.

2.80. Стороны полигонометрических ходов 1 и 2-го разрядов измеряют инварными и стальными проволоками и рулетками (лентами) или светодальномерами ТД-2, КДГ-3, СТ-62 и другими, равными им по точности, а также длиномерами типа АД-1. Для измерения длины сторон полигонометрических ходов 2-го разряда разрешается применять тахеометры типа ТП (ГОСТ 10812—64), а также базисные рейки типа «Бала 2 *м*».

2.81. До начала и после окончания измерений мерные приборы необходимо эталонировать на полевом компараторе длиной 120 *м*, закладываемом в районе работ. Рулетки и ленты, применяемые при измерении длины сторон в полигонометрии 2-го разряда, допускается компарировать на компараторе, обеспечивающем точность эталонирования не ниже 1 : 40 000 длины мерного прибора.

2.82. Длину сторон полигонометрических ходов измеряют по штативам или кольям при постоянном натяжении мерного прибора.

Каждую сторону измеряют одним мерным прибором в прямом и обратном направлениях или двумя приборами в одном направлении.

Колебания разностей отсчетов (передний минус задний) не должны превышать 2 *мм* в полигонометрии 1-го разряда и 3 *мм* в полигонометрии 2-го разряда. Результаты измерений записывают в журнал линейных измерений, приведенный в приложении 10.

2.83. Штативы нивелируют в одном направлении по двум сторонам рейки или при двух горизонтах инструмента; длина визирного луча допускается не более 150 *м*.

Для измерения температуры стального мерного прибора рекомендуется применять термисторы. Допускается также измерение температуры воздуха термометром-пращом. Температуру стальных мерных приборов измеряют на каждом интервале.

2.84. Разность между результатами двух измерений длины стороны после введения поправок за температуру и эталонирование не должна превышать 1 : 10 000 длины стороны в полигонометрии 1-го разряда и 1 : 5000 в полигонометрии 2-го разряда.

В измеренные линии вводят поправки, указанные в параграфе 2.63. Журнал вычисления длины сторон полигонометрических ходов приведен в приложении 11.

2.85. При применении светодальномеров каждую сторону измеряют в одном направлении (при одной установке светодальномера и отражателя). Программу измерений устанавливают для светодальномера каждого типа в соответствии с его точностью и данными об ошибках измерения длины сторон и невязках ходов полигонометрии 1 и 2-го разрядов.

Температуру, атмосферное давление и влажность воздуха измеряют один раз для каждой линии только в точке установки светодальномера.

2.86. Системы полигонометрических ходов уравновешивают способом приближений, узлов, полигонов или эквивалентной замены. Одиночные ходы полигонометрии между исходными пунктами или узловыми точками уравновешивают упрощенным способом с распределением угловой невязки поровну на все углы, а невязок по осям координат — пропорционально длине сторон.

Линейные относительные невязки ходов не должны превышать 1 : 10 000 для полигонометрии 1-го разряда и 1 : 5000 для полигонометрии 2-го разряд

НИВЕЛИРОВАНИЕ

Общие положения

2.87. Высоты пунктов для съемки земной поверхности и для выполнения других маркшейдерских работ определяют путем проложения нивелирных сетей III и IV классов и сетей технического нивелирования, развиваемых в дополнение к существующим сетям нивелирования I, II и III классов. Основные характеристики нивелирных сетей приведены в табл. 3.

При съемках земной поверхности с сечением рельефа через 2 и 5 *м* в качестве высотной основы разрешается использовать пункты, высоты которых определены тригонометрическим нивелированием.

2.88. При выполнении съемки земной поверхности в масштабе 1 : 5000 и крупнее на участках площадью до 50 *км*^{2} высотное обоснование разрешается создавать проложением только нивелирной сети IV класса с длиной ходов примерно 3 *км* между расположенными рядом узловыми точками.

На участках, площадь которых превышает 50 *км*^{2}, прокладывают нивелирные сети III и IV классов, а на участках площадью более 2500 *км*^{2} должны быть проложены нивелирные сети II класса.

2.89. Привязка нивелирных сетей III и IV классов к реперам нивелирной сети высших классов обязательна.

2.90. Нивелирные сети всех классов закрепляют реперами и марками, которые закладывают через каждые 5—7 *км*. В труднодоступных районах расстояния между реперами могут быть увеличены до 10—15 *км*, а на застроенных территориях — уменьшены до 2 *км*.

В дополнение к постоянным реперам по ходу нивелирования следует определять высоты устойчивых предметов местности (головки рельсов, валуны, устои мостов, забитые в стены штыри, столбы, пни и т. д.).

2.91. Техническое нивелирование предназначено для определения высот пунктов аналитических и полигонометрических сетей 2-го разряда и точек объектов маркшейдерских съемок (устьев скважин, шурфов, обнажений горных пород и т. д.), для планировки площадок и определения объемов земляных работ, для составления различных профилей и для определения высот пунктов съемочных сетей.

Исходными данными для технического нивелирования являются высоты реперов и пунктов государственной нивелирной сети. Техническое нивелирование выполняют в виде одиночных ходов между исходными пунктами или в виде систем ходов с узловыми точками.

2.92. Системы нивелирных ходов уравновешивают по классам по способу наименьших квадратов. Веса нивелирных ходов принимают равными величинам, обратно пропорциональным длине ходов, или величинам, обратно пропорциональным количеству штативов в ходах. Высоты пунктов нивелирования вычисляют до миллиметров.

Нивелирование III класса

2.93. Для нивелирования III класса должны применять нивелиры с трубой, имеющей увеличение 30 × и с цилиндрическим уровнем, цена деления которого не более 15″ на 2 *мм*. Для контактных уровней цена деления должна быть не более 30″ на 2 *мм*. Из современных нивелиров применимы нивелиры НВ-1, НГ и другие, равноценные им. Разрешается применять нивелиры НА, НПГ и нивелиры с перекладывающейся трубой и скрепленным с ней уровнем. Рекомендуется применять нивелир НС3 с самоустанавливающейся

линией визирования (по ГОСТ 10528—69). Нивелиры с перекладывающейся трубой и уровнем при подставке применять не разрешается.

2.94. Для нивелирования применяют следующие рейки.

1. Шашечные двусторонние трехметровые с сантиметровыми делениями на обеих сторонах. На черной стороне нуль совмещен с плоскостью пятки, а на красной стороне с пяткой рейки совмещен отсчет, превышающий 40 *дм*, и обязательно с дробным числом сантиметров. Отсчеты, совпадающие с пятками красных реек одного комплекта, должны различаться на 100 *мм*. Рейки снабжают сферическими уровнями.

Случайные ошибки дециметровых делений реек не должны превышать ±0,5 *мм*.

2. Шашечные трехметровые двусторонние с наименьшим делением по черной стороне 1 *см*, а по красной стороне 1,1 *см*.

3. Штриховые трехметровые односторонние с двумя шкалами или двусторонние с наименьшими делениями 0,5 *см*. В горных районах применяют рейки с инварной полосой.

2.95. Нивелирование III класса выполняют в прямом и обратном направлениях.

На каждой станции отсчеты берут в такой последовательности:

— по средней и дальномерным нитям по черной стороне (основной шкале) задней рейки;

— по средней и дальномерным нитям по черной стороне (основной шкале) передней рейки;

— по средней нити по красной стороне (дополнительной шкале) передней рейки;

— по средней нити по красной стороне (дополнительной шкале) задней рейки.

Перед взятием каждого отсчета пузырек уровня приводят точно на середину элевационным винтом или в случае отсутствия его — подъемным винтом.

Журнал нивелирования III класса приведен в приложении 12.

2.96. На каждой станции выполняют следующий контроль:

— сравнивают отсчет по средней нити по черной стороне каждой рейки с соответствующей полусуммой отсчетов по дальномерным нитям; разность между ними не должна превышать 3 *мм*;

— сравнивают превышения, определенные по черным и красным сторонам реек; они не должны различаться более чем на 3 *мм*.

2.97. Оптимальную длину луча принимают равной 75 *м*. Неравенство расстояний от инструмента до реек на каждой станции не должно превышать 2 *м*, а их накопление в секциях — 5 *м*.

Рейки устанавливают по уровню на прочно забитые в грунт костыли или башмаки. Высота визирного луча над земной поверхностью не должна быть менее 0,3 *м*. Наблюдения должны выполняться при благоприятных условиях видимости и достаточно четких, спокойных изображениях реек. На станциях и при переноске с одной станции на другую инструмент должен быть защищен от солнца.

2.98. После выполнения двойного хода на данной секции или в данном ходе подсчитывают сумму превышений (средних из наблюдений по черным и красным сторонам реек) из прямого и обратного ходов. Расхождение между этими превышениями не должно быть более 10 *мм* $\sqrt{L}$, где L — длина секции (хода), *км*. При наличии более 15 штативов на 1 *км* хода это расхождение не должно превышать 2,6 *мм* $\sqrt{n}$, где n — число штативов в секции или ходе.

Нивелирование IV класса

2.99. При нивелировании IV класса должны применять нивелиры с трубой, имеющей увеличение не менее 25 ×, и с уровнем, цена деления которого не более 25″ на 2 *мм*, а также нивелиры НС4 (по ГОСТ 10528—69). В исключительных случаях допускается применение нивелиров с перекладывающейся трубой и уровнем при подставке.

2.100. Рейки применяют той же конструкции, что и для нивелирования III класса. Как исключение разрешается применять односторонние, а также четырехметровые рейки.

Случайные ошибки дециметровых делений на рейках не должны превышать ±1 *мм*.

2.101. Нивелирование IV класса проводят в одном направлении. На каждой станции отсчеты берут в такой последовательности:

— по верхней и средней нитям по черной стороне задней рейки;

— по верхней и средней нитям по черной стороне передней рейки;

— по средней нити по красной стороне передней рейки;

— по средней нити по красной стороне задней рейки.

Журнал нивелирования IV класса приведен в приложении 13.

При нивелировании с односторонними рейками второе определение превышения выполняют при другом горизонте инструмента, отличающемся от первого горизонта не менее чем на 10 *см*. При использовании нивелира с перекладывающейся трубой и уровнем при подставке после двух первых отсчетов трубу перекладывают в лагерах.

2.102. Расхождения в превышениях на станции, определенных по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах инструмента, не должны превышать 5 *мм*.

2.103. Оптимальную длину визирного луча принимают равной 100 *м*. Длину визирного луча допускают не более 150 *м* при увеличении трубы не менее 30 × и в случае отсутствия колебания изображений. Высота визирного луча над земной поверхностью должна быть не менее 0,2 *м*, неравенство расстояний от нивелира до реек — не более 5 *м*, а накопление их в секции не должно превышать 10 *м*.

2.104. Невязки ходов нивелирования IV класса не должны превышать 20 *мм* $\sqrt{L}$, где L — длина хода (периметр полигона), *км*. При наличии более 15 штативов на 1 *км* хода невязки ходов не должны превышать 5 *мм* $\sqrt{n}$, где n — число штативов в ходе.

Техническое нивелирование

2.105. Для нивелирования применяют технические нивелиры и нивелирные рейки любого типа. С целью повышения производительности труда рекомендуется применение нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования.

Случайные ошибки дециметровых делений рейки не должны превышать ± 1 *мм*.

2.106. Техническое нивелирование выполняют в одном направлении. Разрешаются висячие ходы, проложенные в прямом и обратном направлениях.

Отсчеты по рейкам берут по одной нити. Расстояние от инструмента до реек допускают не более 150 *м*. Разности превышений, определенных по черной и красной сторонам реек или при двух горизонтах инструмента, не должны превышать 10 *мм*. Невязки ходов (полигонов) не должны превышать 50 *мм* $\sqrt{L}$, где L — длина хода (периметр полигона), *км*. При наличии более 15 штативов на 1 *км* хода невязки не должны превышать 12 *мм* $\sqrt{n}$, где n — число штативов в ходе.

ПОДХОДНЫЕ ПУНКТЫ И РЕПЕРЫ ВБЛИЗИ УСТЬЕВ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

2.107. Подходные пункты, необходимые для соединительной съемки, должны быть расположены, как правило, не далее чем в 300 *м* от устьев шахтных стволов. Место закладки подходного пункта должно обеспечивать возможность проложения от этого пункта к стволу шахты висячего полигонометрического хода с числом сторон не более трех.

2.108. Подходными пунктами могут сужить пункты триангуляции, полигонометрии и трилатерации 1—4 классов, пункты аналитической сети 1-го разряда, если их расположение удовлетворяет требованиям параграфа 2.107. Подходные пункты разрешается определять также проложением ходов полигонометрии 1-го разряда, опирающихся на пункты государственной геодезической сети. Длина ходов 1-го разряда между пунктами государственной геодезической сети не должна превышать 4 *км*.

2.109. На промышленной площадке горного предприятия определяют не менее трех высотных реперов, одним из которых может служить центр подходного пункта. Высоты реперов и подходных пунктов должны быть определены нивелированием не ниже IV класса.

Глава 3. СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Съемочные сети развиваются на основе пунктов маркшейдерской опорной сети или самостоятельно (параграф 2.7) и служат непосредственной основой для съемки земной поверхности. Съемочные сети состоят из основных пунктов и определяемых в дополнение к ним съемочных точек.

3.2. Основные пункты съемочной сети должны по возможности равномерно покрывать площадь съемки. Число их вместе с пунктами маркшейдерской опорной сети определяют из расчета на 1 $км^2$ при съемке в масштабе 1 : 5000 — 4 пункта; 1 : 2000 — 10 пунктов; 1 : 1000 — 16 пунктов.

При съемке застроенной территории количество основных пунктов съемочной сети определяют в процессе рекогносцировки. Число съемочных точек определяют в процессе съемки в зависимости от сложности контуров и особенностей рельефа на участке.

3.3. Средние ошибки положения основных пунктов съемочной сети относительно ближайших пунктов маркшейдерской опорной сети не должны превышать $\pm 0{,}1$ *мм* в масштабе плана в открытых районах и $\pm 0{,}15$ *мм* в лесных районах.

3.4. Средние ошибки высот основных пунктов съемочной сети относительно ближайших пунктов нивелирования I—IV классов не должны превышать 1/10 высоты сечения рельефа, принятой для съемки в данном масштабе.

3.5. На каждом планшете съемки должно быть закреплено постоянными центрами не менее трех основных пунктов при съемке в масштабе 1 : 5000 и не менее двух пунктов при съемке в масштабе 1 : 2000. При съемке в масштабе 1 : 1000 достаточно закрепить постоянным центром один пункт.

Постоянными центрами закрепляют также основные пункты, предназначенные для длительного использования при разбивочных и других работах. Пункты съемочной сети и съемочные точки закрепляют на местности центрами, предусмотренными в приложении 5. В зависимости от местных условий типы центров съемочной сети могут быть видоизменены.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПУНКТОВ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ *

3.6. На открытой и полузакрытой местности основные пункты съемочной сети определяют аналитическим путем следующими способами:

— проложением цепочек треугольников и построением фигур (вставка пунктов в угол, в треугольник, центральная система,

---

* Съемочные точки определяют в соответствии с указаниями параграфов 4.12—4.19.

геодезический четырехугольник и другие фигуры), опирающихся на стороны и пункты маркшейдерской опорной сети; при развитии самостоятельных съемочных сетей цепочки треугольников и фигуры должны опираться не менее чем на две стороны, измеренные по методике, применяемой в полигонометрии 2-го разряда в соответствии с требованиями параграфов 2.80—2.85;

— прямыми, обратными и комбинированными геодезическими засечками с исходных пунктов, исключая определение пунктов обоснования съемки в масштабе 1 : 1000.

В отдельной цепочке треугольников или фигуре разрешается определять до 15 пунктов. Углы в треугольниках менее 30°, как правило, не допускаются. Длина сторон треугольников должна быть не менее 150 *м*.

3.7. Прямую засечку производят с трех исходных пунктов. Обратная засечка производится по четырем исходным пунктам при условии, что определяемый пункт не находится вблизи окружности, проходящей через три исходных пункта. Комбинированную засечку производят по трем исходным пунктам с использованием прямых и обратных засечек.

Углы между линиями засечек при определяемом пункте должны быть не менее 30 и не более 150°. Расстояние от определяемых пунктов до исходных не должно превышать 3 *км* при съемке в масштабе 1 : 5000 и 1,2 *км* при съемке в масштабе 1 : 2000.

3.8. Горизонтальные углы в цепочках треугольников, фигурах и геодезических засечках измеряют теодолитами типа Т15, Т20 двумя приемами или двумя повторениями, а более точными — одним круговым приемом.

3.9. Невязки в треугольниках не должны превышать 1′.

В треугольниках с длиной стороны менее 200 *м* могут быть допущены невязки до ±1′,5.

3.10. Результаты угловых измерений на пунктах должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 9.

3.11. Цепочки треугольников, фигуры и засечки уравновешивают упрощенными способами. Полигональные условия не учиты-

ТАБЛИЦА 9

Показатели	Теодолиты		
	Т15, Т20 (ТГ5, ТН, ТТ5, ТТ50)	Т5 (ТТ-3, ОТШ)	Т2 (ОТС, ТБ-1)
Расхождения:			
между наблюдениями на начальный предмет в начале и конце полуприема	45″	30″	10″
углов в полуприемах	60″	45″	15″
углов в приемах	45″	30″	10″

вают. Невязки в координатах распределяют пропорционально длине сторон сети по ходовой линии.

3.12. На закрытых участках местности основные пункты съемочной сети определяют проложением теодолитных ходов или построением систем ходов с узловыми точками на основе пунктов маркшейдерской опорной сети. В самостоятельной сети теодолитные ходы образуют свободную систему полигонов или примыкают к пунктам из цепочек треугольников.

3.13. Относительные невязки теодолитных ходов не должны превышать 1 : 2000. Абсолютные невязки ходов длиной менее 250 *м* не должны превышать 0,25 *м*.

3.14. Длина замкнутых теодолитных ходов между пунктами опорной сети не должна превышать величин, указанных в табл. 10.

ТАБЛИЦА 10

Масштаб съемки	Длина хода, *км*		Удаленность узловых точек от исходных пунктов, *км*
	на застроенной территории	на незастроенной территории	
1 : 5000	4	5	3
1 : 2000	2	3	2
1 : 1000	1 2	2	1,3

Примечание. Длина ходов между узловыми точками не должна превышать 2/3 величин, указанных во второй и третьей графе.

3.15. В необходимых случаях допускаются висячие теодолитные ходы (не более чем с тремя точками поворота) с измерением левых и правых углов. Длина висячих ходов не должна превышать 300 *м* при съемке незастроенных и 200 *м* при съемке застроенных участков.

3.16. Длина сторон теодолитных ходов не должна быть более 350 и менее 40 *м* в ходах при съемке незастроенной и 20 *м* в ходах при съемке застроенной территории.

3.17. При проложении ходов для съемки зданий и сооружений способом перпендикуляров расстояния от сторон хода до фасадов зданий не должны превышать 8 *м* для съемки в масштабе 1 : 2000 и 6 *м* — для съемки в масштабе 1 : 1000. С применением эккера расстояния соответственно увеличивают до 40 и 30 *м*.

3.18. Длину сторон в теодолитных ходах измеряют в прямом и обратном направлениях оптическими дальномерами, стальными лентами и рулетками. Стальные ленты и рулетки проверяют на полевом компараторе; на этом же компараторе определяют коэффициенты оптических дальномеров.

3.19. Измерение длины сторон в одном направлении дальномерами ДН-04 и ДНР-06 (по ГОСТ 11356—65) выполняют не менее чем двумя приемами. Расхождение между приемами не должно превышать 1 : 1000, а между прямым и обратным результатами измерений

стороны — 1 : 1500. При измерении длины сторон лентой расхождение между двумя измерениями не должно превышать 1 : 2000.

В результаты измерений вводят поправки за компарирование, если длина ленты отличается от нормальной более чем на 1 : 10 000, за наклон, если угол наклона линии или отдельного ее участка превышает 1°,5, и за температуру, если температура воздуха при измерении длины отличается от температуры воздуха при компарировании мерного прибора более чем на 8°.

3.20. Углы в теодолитных ходах измеряют теодолитами с точностью не ниже чем точность теодолита Т20 одним приемом; при этом для теодолитов с двусторонними отсчетными приспособлениями — при перестановке лимба между полуприемами на величину, близкую к 90°, и для теодолитов с односторонними отсчетными приспособлениями (ТТ-4, ОТШ и др.) — при неподвижном лимбе в течение всего приема.

Угловые невязки в ходах не должны превышать величины

$$f_\beta = \pm 1' \sqrt{n},$$

где n — число измеренных углов в ходе.

3.21. При примыкании теодолитных ходов к исходным пунктам измеряют углы между примыкающими сторонами ходов и двумя направлениями на исходные или ориентирные пункты.

3.22. Теодолитные ходы уравновешивают путем распределения угловых невязок поровну на все углы, а невязок по осям координат — по отдельным приращениям координат пропорционально длине сторон.

Системы теодолитных ходов уравновешивают способами полигонов, узлов, эквивалентной замены или способом приближений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ОСНОВНЫХ ПУНКТОВ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ

3.23. Высоты основных пунктов съемочной сети определяют из ходов технического нивелирования — при съемках с высотой сечения рельефа не более 1 *м* — и из ходов тригонометрического (геодезического) нивелирования — при съемках с высотой сечения рельефа более 1 *м*. Техническое нивелирование разрешается применять и при большей высоте сечения рельефа, если это целесообразно. В равнинной местности при сечении рельефа через 1 и 2 *м* высоты основных пунктов съемочной сети разрешается определять из ходов, прокладываемых кипрегелем (теодолитом) с уровнем при трубе.

3.24. Длина нивелирных ходов, прокладываемых между пунктами нивелирования I—IV классов, и замкнутых ходов не должна превышать величин, указанных в табл. 11.

3.25. В ходах тригонометрического нивелирования углы наклона измеряют кипрегелем или теодолитами типа Т15, Т20 при двух положениях вертикального круга. Превышения по сторонам хода измеряют в прямом и обратном направлениях. Длину сторон ходов берут из материалов по построению плановой съемочной сети или

ТАБЛИЦА 11

Высота сечения рельефа, *м*	Длина ходов технического нивелирования, *км*	Длина ходов тригонометрического нивелирования, *км*
0,5	3	—
1,0	10	—
2,0	15	2
5,0	—	5

Примечание. В необходимых случаях допускаются висячие нивелирные ходы, прокладываемые дважды. Предельная длина висячих ходов должна быть в два раза меньше величин, указанных в таблице.

(в случае отсутствия) определяют по дальномеру дважды. Расхождения между превышениями, измеренными дважды, не должны превышать 4 *см* на каждые 100 *м* расстояния. При расстояниях менее 250 *м* расхождения прямого и обратного превышений допускаются до 10 *см*.

3.26. Невязки замкнутых ходов и ходов между исходными пунктами не должны превышать:

при техническом нивелировании $f_h = \pm 5$ *см* $\sqrt{L}$,

при тригонометрическом нивелировании $f_h = \pm 20$ *см* $\sqrt{L}$,

где L — длина хода, *км*.

В ходах длиной менее 0,5 *км* невязки могут быть допущены в 2 раза бóльшими.

3.27. Ходы технического и тригонометрического нивелирования уравновешивают распределением невязки пропорционально длине сторон, по которым производилось нивелирование. Ходы технического нивелирования разрешается также уравновешивать распределением невязки пропорционально числу штативов между пунктами. Системы нивелирных ходов уравновешивают способами полигонов, узлов, эквивалентной замены и приближений.

Глава 4. СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Устанавливаются следующие масштабы съемок земной поверхности горнопромышленных районов и площадей разведки месторождений полезных ископаемых:

1. Для целей детальной разведки и эксплуатации месторождений:

— для месторождений крупных размеров простого и средней сложности геологического строения — 1 : 5000 с сечением рельефа через 1 или 2 *м*, то же, но для гористых районов — 1 : 2000 с сечением рельефа через 2 *м*;

— для месторождений средних размеров простого или средней сложности геологического строения или месторождений крупных

размеров, но сложного геологического строения — 1 : 2000 с сечением рельефа через 0,5 и 1,0 *м* (при спокойном рельефе);

— для месторождений малых размеров, а также месторождений средних размеров, но сложного геологического строения или с неправильной формой рудных тел — 1 : 1000 или 1 : 2000 с сечением рельефа через 0,5 или 1,0 *м*.

Характеристика месторождений по их размерам и сложности геологического строения приведена в приложении 14.

2. Для целей проектирования и строительства горных предприятий:

— для разработки технических проектов горнодобывающих и обогатительных предприятий — 1 : 5000 с сечением рельефа через 1,0 или 2,0 *м*;

— для разработки рабочих чертежей при проектировании и строительстве горнодобывающих и обогатительных предприятий — 1 : 1000 с сечением рельефа через 0,5 *м*, в виде исключения — 1 : 500;

— для проектирования и строительства поселков при горных предприятиях — 1 : 1000 или 1 : 2000 с сечением рельефа через 0,5 или 1,0 *м*.

4.2. При съемке в масштабах 1 : 5000, 1 : 2000 и 1 : 1000 разрешается составлять планы в масштабах соответственно 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500, если требуется большая крупность изображения. На таких планах указывают масштаб плана и масштаб съемки.

4.3. Объекты, изображаемые на планах земной поверхности в различных масштабах, указаны в гл. 18.

4.4. Основными методами съемки земной поверхности горнопромышленных районов и площадей детальной разведки месторождений полезных ископаемых в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000 являются аэротопографические методы — стереотопографический и комбинированный (съемка на фотопланах). Комбинированный метод применяют в залесенной равнинной местности при съемке с сечением рельефа через 1 *м* и в других обоснованных случаях. В гористой (преимущественно открытой) местности применяют наземную стереофотограмметрическую съемку.

Такие съемки выполняются специализированными организациями в соответствии с требованиями действующих инструкций.

4.5. Мензульную съемку в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000 применяют в случаях, если нецелесообразна аэрофотосъемка или местность бедна контурами и предметами, подлежащими съемке. Мензульную съемку в масштабе 1 : 1000 рекомендуется применять на незастроенных и мало застроенных участках.

4.6. Тахеометрическую съемку применяют для составления планов небольших участков, если мензульная съемка на этих участках нецелесообразна.

4.7. Точность планов земной поверхности, являющихся результатом съемок в том же масштабе или составленных в более крупном масштабе по материалам съемки, характеризуется следующими показателями:

— средние ошибки в положении на плане предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек съемочной сети не должны превышать ±0,5 *мм* и в гористых районах — ±0,7 *мм*. На территориях с капитальной и многоэтажной застройкой средние ошибки во взаимном положении на плане точек близлежащих важных контуров (капитальных сооружений, зданий и т. п.) не должны превышать ±0,4 *мм*;

— средние ошибки съемки рельефа относительно ближайших точек высотного геодезического обоснования не должны превышать: 1/4 высоты сечения рельефа при углах наклона до 2°; 1/3 — при углах наклона от 2 до 6°; 1/3 — при сечении рельефа через 0,5 *м* на планах в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000.

В лесных участках местности эти допуски принимаются в полтора раза бо́льшими. В районах с углами наклона местности более 6° число горизонталей должно соответствовать разности высот, определенных на перегибах скатов, а средние ошибки высот, определенных на характерных точках рельефа, не должны превышать 1/3 высоты сечения рельефа.

4.8. Точность планов оценивают по расхождениям положения контуров, высот точек, рассчитанных по горизонталям, с данными контрольных измерений. Расхождения не должны превышать удвоенных значений средних ошибок, приведенных в параграфе 4.7, при этом количество расхождений с предельными значениями не должно быть более 10% от общего числа контрольных измерений.

4.9. Ошибка в определении положения устьев скважин, шурфов, штолен и других горных выработок при разведке месторождений (за исключением разведки россыпных месторождений для разработки открытым способом), вне зависимости от масштаба съемки, не должна превышать 1 *м* в плане и 0,3 *м* по высоте.

МЕНЗУЛЬНАЯ СЪЕМКА

4.10. При мензульной съемке применяют чертежную бумагу высшего качества, наклеенную на листы фанеры или алюминия. На планшет наносят координатную сетку, опорные пункты и основные пункты съемочной сети. Расстояния между углами рамок, линиями координатной сетки и между пунктами на планшете не должны отличаться от теоретических более чем на 0,3 *мм*.

Для пунктов указывают их названия или номера и их высоты.

4.11. Основные пункты съемочной сети определяют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 3.2—3.27. На залесенных участках теодолитные ходы (в сочетании с высотными ходами) прокладывают в среднем через 800, 400 и 200 *м* при съемках в масштабах соответственно 1 : 5000, 1 : 2000 и 1 : 1000 и связывают поперечными ходами через 1—2 *км*.

4.12. Съемочные точки определяют проложением мензульных ходов, опирающихся на пункты маркшейдерской опорной сети и на основные пункты съемочной сети, а при съемке открытых

участков в масштабе 1 : 5000 — построением геометрической сети. Съемочные точки также разрешается определять графическими засечками с пунктов, имеющих координаты. Висячим ходом (с контролем) допускается определение одной съемочной точки.

Примечание. При съемке в масштабе 1 : 5000 залесенной бедной контурами местности при условии отсутствия магнитных аномалий съемочные точки разрешается определять проложением буссольных ходов. Длина буссольных ходов не должна превышать 600 *м*, а линейная невязка — 0,8 *мм* на плане.

4.13. Мензульные ходы должны удовлетворять требованиям, приведенным в табл. 12.

ТАБЛИЦА 12

Масштаб съемки	Предельная длина хода, *м*	Максимальная длина линий, *м*	Максимальное число точек в ходе
1 : 5000	1000	250	4
1 : 2000	500	200	4
1 : 1000	300	100	3

4.14. Длину сторон мензульных ходов определяют дальномером в прямом и обратном направлениях. Разность двукратных измерений линий не должна превышать 1 : 200. Линии, имеющие угол наклона более 3°, приводят к горизонту.

4.15. Относительная линейная невязка мензульного хода не должна превышать 1 : 200.

4.16. Высоты точек мензульных ходов определяют тригонометрическим нивелированием при высоте сечения рельефа от 1 до 5 *м* и техническим нивелированием при сечении рельефа через 0,5 *м*.

Высотная невязка хода не должна превышать:

при тригонометрическом нивелировании $f_h = \pm 4 \sqrt{n}$ *см*, где n — число сотен метров в ходе;

при геометрическом нивелировании $f_h = \pm 10$ *см* $\sqrt{L}$, где L — длина мензульного хода, *км*.

4.17. Невязки мензульных ходов (плановую и высотную) распределяют пропорционально длине сторон.

Съемка подробностей с точек неуравновешенных ходов не разрешается.

4.18. При построении геометрической сети в качестве исходных принимают пункты маркшейдерской опорной сети и основные пункты съемочной сети (не менее трех). Каждая точка геометрической сети должна быть получена не менее чем тремя засечками (в том числе и с точек геометрической сети) под углами не менее 30 и не более 150°. Стороны треугольников погрешности не должны быть более 1,0 *мм* на плане. Длина сторон треугольников сети может достигать 500 *м*.

4.19. Для определения высот точек геометрической сети эти точки включают в высотные ходы и полигоны, опирающиеся на пункты с известными высотами. По сторонам высотных ходов выполняют тригонометрическое (параграф 3.25) или техническое нивелирование. Невязка высотных ходов не должна превышать величины, указанной в параграфе 4.16; невязку распределяют пропорционально длине сторон хода.

4.20. Съемку характерных точек ситуации и рельефа производят в основном полярным способом. Ошибки центрирования мензулы не должны превышать ± 10 *см* при съемке в масштабах 1 : 5000 и 1 : 2000 и ± 5 *см* при съемке в масштабе 1 : 1000.

На реечные пикетные точки визируют при том же положении круга кипрегеля, при котором выполнялось ориентирование планшета. Расстояния по рейкам отсчитывают против крайних нитей сетки дальномера. Линии, имеющие наклон более 3°, приводят к горизонту.

4.21. В зависимости от масштаба съемки и высоты сечения рельефа расстояния от инструмента до реечных точек и между точками при съемке рельефа не должны превышать величин, указанных в табл. 13.

ТАБЛИЦА 13

Масштаб съемки	Сечение рельефа, *м*	Расстояния, *м*			
		от инструмента до реечных точек при съемке ситуации		от инструмента до точек при съемке рельефа	между точками при съемке рельефа
		с твердыми контурами	с нетвердыми контурами		
1 : 5000	2	200	300	350	120
	1	200	300	300	100
1 : 2000	1	150	200	250	70
	0,5	150	200	200	50
1 : 1000	1	100	150	200	40
	0,5	100	150	150	30

4.22. Горизонтали проводят на планах без перерывов везде, за исключением изображений полотна дорог, зданий, сооружений, карьеров, скал и обрывов; горизонтали не должны пересекать рек, изображаемых двумя линиями.

4.23. При сечении рельефа через 1 *м* и более высоты точек при съемке рельефа вычисляют с округлением до сантиметров и указывают на планшете с округлением до дециметров. При сечении рельефа менее чем через 1 *м* высоты вычисляют и указывают на планшете с округлением до сантиметров.

4.24. Высоты точек определяют на вершинах, водоразделах, в котловинах, лощинах, седловинах и во всех местах перемены крутизны скатов. Положение горизонталей определяют интерполированием по высотам реечных точек. Рисовку рельефа рекомендуется выполнять группами горизонталей, выражающими отдельные формы рельефа.

Указатели направлений скатов (бергштрихи) следует показывать на горизонталях, характеризующих основные формы рельефа.

Горизонтали основной высоты сечения подписывают по всей площади плана; подписи размещают так, чтобы основание цифры было направлено к подножию склонов, а положение цифры отражало их направление.

4.25. Очертания горизонталей должны отражать формы рельефа земной поверхности данной местности: речные и озерные террасы, конусы выноса, перегибы профиля, имеющие закономерный характер, уступы и пологие площадки на крутых склонах, лога, рытвины, промоины на крутых склонах, выходы пород, рельефно выступающие на местности (гривки, валы, дайки), и другие формы рельефа. В необходимых случаях проводят полугоризонтали и вспомогательные горизонтали.

4.26. При съемке элементов рельефа, изображаемых на плане условными знаками, необходимо: по дну оврагов шириной на плане более 2 *мм* проводить горизонтали; обрывы с крутыми склонами, выемки, насыпи и т. п. показывать штрихами, а их подножие — пунктиром.

Высоты характерных точек обрывов, выемок, искусственных валов, а также глубины ям, канав должны быть даны на плане с округлением до дециметров. Цифры помещают около точки, отмечающей место измерения.

4.27. Дополнительно к изображению рельефа горизонталями на каждом квадратном дециметре плана в масштабе 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 указывают не менее 5 высот характерных точек местности: командных вершин, вершин курганов, перекрестков постоянных дорог, перекрестков просек, выходов на земную поверхность коренных пород, наиболее характерных мест, террас и т. п.

Изрытые места, карьеры, осыпи и т. п. на плане характеризуют высотами через каждые 25 *мм*. На планах указывают высоты устьев стволов шахт, шурфов, скважин и полов основных зданий и сооружений.

4.28. На планах должны быть указаны высоты на урезах воды рек, ручьев, каналов, озер, больших прудов, у пересечения рек и ручьев дорогами и тропами, ниже и выше плотин и водопадов, у истоков и устьев рек и ручьев, у водомерных постов, на порогах, перекатах и т. п. На планах через каждые 20 *см* указывают высоты урезов воды рек и ручьев, которые определяют при двух положениях круга кипрегеля и записывают в журнал с отметкой даты их определения.

4.29. По каждому планшету составляют кальку высот. Если планшет не подвергается полевому вычерчиванию, то кроме кальки высот составляют кальку контуров; кальки составляют во время съемки, с разрывом между съемкой и вычерчиванием их не более 3 дней. При несложном рельефе и малой контурности местности при съемке в масштабах 1 : 2000 и 1 : 1000 обе кальки разрешается совмещать.

ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

4.30. Основные пункты съемочной сети тахеометрической съемки определяют в соответствии с требованиями параграфов 3.2—3.27. Съемочную сеть сгущают проложением тахеометрических ходов между пунктами маркшейдерской опорной сети и основными пунктами съемочной сети.

4.31. Длина тахеометрических ходов и число точек в них не должны превышать пределов, указанных в табл. 12.

4.32. Горизонтальные углы в ходах измеряют теодолитом одним полным приемом с перестановкой лимба между полуприемами примерно на 90°.

Угловые невязки ходов не должны превышать величины $f_\beta = \pm 1',5\sqrt{n}$, где n — число измеренных углов в ходе.

4.33. Длину сторон в тахеометрических ходах измеряют дальномером в соответствии с требованиями параграфа 4.20. Относительные невязки ходов не должны превышать 1/200 длины. Линейные невязки распределяют пропорционально длине сторон.

4.34. Высоты точек тахеометрических съемочных ходов определяют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к мензульной съемке (параграфы 3.25—3.27 и 4.16). Высотные невязки ходов распределяют пропорционально длине сторон.

4.35. Съемку ситуации и рельефа разрешается проводить одновременно с проложением тахеометрических ходов или вслед за ними. Съемку производят в основном полярным методом. Расстояния от инструмента до реечных точек не должны превышать величин, указанных в табл. 13.

4.36. Для контроля съемки и во избежание пропусков («окон») в съемке с каждой станции определяют несколько реечных точек, расположенных на смежных участках, снятых с других точек.

4.37. На каждой станции должны вести кроки, на которые глазомерно наносят рельеф и ситуацию и все реечные точки с указанием их номеров в точном соответствии с нумерацией в журнале тахеометрической съемки. На кроки должны быть прочерчены направления линий съемочных ходов и показано нулевое направление. Кроки составляют на листах плотной бумаги четко и аккуратно.

4.38. Камеральная обработка тахеометрической съемки не должна значительно отставать от полевых работ. Каждый планшет до

вычерчивания в туши должен быть проверен и принят в поле. С планшетов тахеометрической съемки, как правило, снимаются кальки контуров и высот.

ОСОБЕННОСТИ СЪЕМКИ ЗАСТРОЕННЫХ УЧАСТКОВ

4.39. Съемка застроенных участков в масштабах 1 : 2000 и 1 : 1000 состоит из съемки деталей фасадов и ситуации проездов, съемки внутриквартальной ситуации и застройки, а также из съемки рельефа.

Горизонтальную съемку застроенных участков выполняют от пунктов и сторон теодолитных ходов (реже от аналитических пунктов, определяемых в соответствии с указаниями параграфа 3.6), при этом применяют методы: перпендикуляров, полярный, засечек, комбинированный с применением мензулы в сочетании с теодолитом и обмером зданий.

В поселках с редкой застройкой съемку проездов и внутриквартальной ситуации в масштабе 1 : 2000 разрешается производить мензулой с аналитически определенных точек.

4.40. При съемке методом перпендикуляров и другими методами ленту укладывают по линии теодолитного хода между створными точками, которые намечают по теодолиту: при съемке в масштабе 1 : 2000 через 60 *м* и при съемке в масштабе 1 : 1000 через 40 *м*.

Длина перпендикуляров не должна превышать 8 *м* при съемке в масштабе 1 : 2000, 6 *м* при съемке в масштабе 1 : 1000.

Более длинные перпендикуляры сопровождают линейными засечками, стороны которых не должны превышать 20 *м*.

Длина линий засечек должна быть примерно равна расстоянию между точками, с которых производят засечку. При применении эккера длину перпендикуляров разрешается увеличить до 60 *м* при съемке в масштабе 1 : 2000 и до 40 *м* — в масштабе 1 : 1000. Результаты съемки заносят в абрис.

4.41. При комбинированном методе съемки производят:

— определение координат углов кварталов и отдельных капитальных зданий при проложении ходов и нанесение их на план;

— съемку подробностей ситуации при помощи мензулы с аналитически определенных точек с измерением расстояний дальномером, стальной рулеткой или лентой;

— обмер зданий рулеткой с составлением абриса.

4.42. При применении полярного и комбинированного методов съемки в масштабах 1 : 2000 и 1 : 1000, а также при мензульной съемке в масштабе 1 : 2000 расстояния от инструмента до снимаемых контуров ситуации не должны превышать величин, указанных в табл. 14.

Контурные точки на план разрешается наносить с помощью транспортира. Если полярные расстояния до точек на твердых контурах превышают 120 *м* при съемке в масштабе 1 : 2000 и 60 *м* при съемке в масштабе 1 : 1000, то такие точки наносят по координатам.

ТАБЛИЦА 14

Масштабы съемки и метод определения расстояний	Расстояния до контуров ситуации, *м*	
	твердых	нетвердых
При измерении лентой:		
1 : 2000	250	300
1 : 1000	200	250
При измерении оптическим дальномером:		
1 : 2000	200	250
1 : 1000	150	200
При измерении нитяным дальномером:		
1 : 2000	150	200
1 : 1000	100	150

4.43. Съемку рельефа на застроенных участках производят мензулой с соблюдением требований, изложенных в параграфах 4.21—4.29, или нивелиром. Если съемка ситуации была произведена методом перпендикуляров (с засечками), то съемку рельефа производят мензулой после нанесения ситуации с абрисов на планшет.

НИВЕЛИРОВАНИЕ ПЛОЩАДЕЙ

4.44. Нивелирование площадей для подсчета объемов земляных работ выполняют по квадратам, параллельным линиям или по характерным линиям рельефа (водоразделам хребтов, тальвегам, лощинам и т. п.), по методике, предусмотренной для технического нивелирования.

СВОДКА ПЛАНШЕТОВ

4.45. Каждый планшет должен быть сведен по рамкам со смежными планшетами. При сводке планшетов отклонения одноименных контуров и горизонталей по линии совмещения планшетов не должны превышать утроенных значений ошибок, приведенных в параграфе 4.7. Допустимые отклонения распределяют поровну на каждый планшет. При сводках новых планшетов съемки с изданными ранее планшетами исправление производят на планшетах новой съемки.

ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ПОЛЕВЫХ И СОСТАВИТЕЛЬСКИХ ОРИГИНАЛОВ СЪЕМКИ

4.46. Полевые и составительские (при стереотопографической съемке) оригиналы съемки вычерчивают тушью в установленных условных знаках.

Вычерчивание фотоплана и оригинала мензульной съемки выполняют по мере развития полевых работ. Вычерчивание оригиналов

стереотопографической съемки производят по мере завершения работ по переносу на план результатов дешифрирования и горизонталей. Вычерченный оригинал съемки подвергают корректуре и редактированию. Если планы земной поверхности предназначены для издания, выполняют издательское вычерчивание на синей светокопии.

ОБНОВЛЕНИЕ ПЛАНОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

4.47. Обновление планов земной поверхности выполняют в целях приведения их содержания в соответствие с современным состоянием ситуации и рельефа земной поверхности. При обновлении планов используют материалы съемок текущих изменений, исполнительных съемок вновь построенных зданий и сооружений, а также материалы полевых обследований и аэрофотосъемки. Точность и полнота содержания обновленных планов должны удовлетворять требованиям настоящей Инструкции.

4.48. Планы земной поверхности в горнопромышленных районах следует обновлять не менее одного раза в 5 лет. Объекты, подлежащие охране от вредного влияния горных разработок, новые объекты строительства, а также образовавшиеся провалы, воронки и крупные трещины наносят на план земной поверхности по мере их появления. Контуры подработанных участков подлежат отражению на планах.

4.49. Обновление планов выполняют:

— путем камерального исправления их содержания по перечисленным в параграфе 4.47 материалам с последующим полевым обследованием или без него;

— путем исправления их в поле приемами мензульной или тахеометрической съемок.

4.50. На участках, где в результате хозяйственной деятельности или горных разработок рельеф и ситуация земной поверхности значительно изменились и дальнейшее исправление оригинала плана по техническим причинам невозможно или экономически нецелесообразно, съемку земной поверхности выполняют заново.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО НА СКЛАДАХ

4.51. Для определения объемов полезного ископаемого на складах должны выполняться замеры. Периодические замеры производят только на тех отвалах, которые за отчетный период подвергались изменениям.

4.52. Периодичность и даты замеров устанавливают комбинаты или рудоуправления. Объемы полезного ископаемого определяют с подразделением по сортам и по местонахождению отвалов. Результаты замеров приводят к концу последней смены прошедшего отчетного периода.

4.53. До начала складирования должна быть выполнена съемка земной поверхности участка, отведенного под склад полезного иско-

паемого, в масштабе 1 : 500 или 1 : 1000 с сечением рельефа через 0,25—0,50 *м*. Если предусмотрена съемка отвалов по способу профильных линий, должны быть построены профили площадки склада.

4.54. Отвалы разделяют на три категории трудности — I, II, III. Методика определения объемов полезного ископаемого на складах приведена в приложении 15.

4.55. Объемы отвалов, отнесенных к первой и второй категориям (за исключением отвалов второй категории, имеющих высоту более 5 *м*), рекомендуется определять, приравнивая их форму к правильным геометрическим телам. Основные размеры отвалов измеряют тесьмяной или стальной рулеткой и рейкой. При измерении высоты отсчеты округляют до полудециметров, остальные отсчеты округляют до дециметров.

4.56. Объемы отвалов, отнесенных к III категории и частично ко II категории (параграф 4.55), рекомендуется определять способом тахеометрической, мензульной или профильной съемки. Тахеометрическую и мензульную съемки выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в гл. 4, с изменениями и дополнениями, приведенными в приложении 15.

4.57. Ошибка определения объемов отвалов не должна превышать ±5%. Расхождение между двумя независимыми определениями объема отвала не должно быть более 8%. При двукратном измерении (при допустимых расхождениях) за окончательный объем следует принимать среднее арифметическое.

РАЗДЕЛ II

РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

СЪЕМКА КАРЬЕРОВ

Глава 5. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ОПОРНЫЕ И СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Маркшейдерские опорные сети на карьерах должны строить в соответствии с требованиями, предъявляемыми к опорным сетям на земной поверхности (параграфы 2.1—2.109).

Съемочные сети строят на основе пунктов маркшейдерской опорной сети. Для съемки земной поверхности, отвалов вскрышных пород и для единовременной съемки открытых разработок съемочные сети строят в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 3.1—3.27. При разработке месторождений общераспространенных полезных ископаемых на площади съемок земной поверхности и открытых разработок, не превышающей 10 *км*^{2}, съемочные сети разрешается строить самостоятельно (параграф 2.7).

5.2. Средняя ошибка положения пунктов съемочной сети по отношению к ближайшим пунктам маркшейдерской опорной сети, предназначенных для периодической съемки карьеров, не должна превышать $\pm 0{,}2$ *м*. Средняя ошибка определения высот пунктов съемочной сети по отношению к пунктам маркшейдерской опорной сети не должна быть более $\pm 0{,}1$ *м*.

Съемочные сети рекомендуется строить следующими способами: геодезических засечек, полярным, створных линий, теодолитных ходов, аналитических сетей, прямоугольной сетки.

В условиях отсутствия видимости пунктов опорной сети на участках карьеров большой глубины рекомендуется строить съемочные сети с независимым ориентированием сети гироскопическим способом и центрированием ее не менее чем по двум сохранившимся пунктам прежней сети.

Гироскопическое ориентирование сторон съемочной сети следует выполнять в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 9.24—9.38.

5.3. Расстояние между пунктами съемочной сети при периодической съемке уступов карьеров не должно превышать 400 *м*. В слу-

чае необходимости допускается определение дополнительных пунктов съемочной сети проложением висячего теодолитного хода с одной стороной. Длина стороны не должна быть более 400 *м*.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПУНКТОВ

5.4. Пункты съемочной сети размещают на площадках уступов и закрепляют постоянными или временными центрами. Постоянными центрами закрепляют пункты, расположенные в местах, обеспечивающих длительную их сохранность. Временными центрами закрепляют пункты, расположенные на участках, где длительная сохранность их не может быть гарантирована. Типы центров пунктов съемочной сети приведены в приложении 16.

5.5. На пунктах маркшейдерской опорной сети, расположенных на бортах карьера, срок существования которых не превышает 2—3 лет, допускается в качестве визирной цели устанавливать простые передвижные пирамиды или вехи.

СПОСОБ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗАСЕЧЕК, ПОЛЯРНЫЙ СПОСОБ И СПОСОБ СТВОРНЫХ ЛИНИЙ

5.6. Определение пунктов съемочной сети засечками и отдельными треугольниками выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 3.6—3.11, со следующими дополнениями.

1. Расстояния от пунктов маркшейдерской опорной сети до определяемых пунктов съемочной сети не должны превышать 2000 *м*.

2. При удалении пунктов съемочной сети от пунктов маркшейдерской опорной сети более чем на 1000 *м* угловые измерения выполняют в соответствии с требованиями, предъявляемыми к аналогичным измерениям при построении аналитических сетей 2-го разряда (параграф 2.69).

5.7. При определении пунктов съемочной сети полярным способом углы измеряют в соответствии с требованиями параграфа 3.8, а при расстояниях до определяемых пунктов от 1000 до 2000 *м* — в соответствии с требованиями, предъявляемыми к угловым измерениям в аналитических сетях 2-го разряда (параграф 2.69).

Для каждой точки полярные углы должны измерять от двух исходных направлений или от одного направления с измерением левого и правого углов.

Расхождение между значениями определяемых дирекционных углов при расстояниях до пунктов съемочной сети менее 1000 *м* должно быть не более 45″ и от 1000 до 2000 *м* — не более 30″.

5.8. Расстояния при полярном способе определения пунктов съемочной сети измеряют со средней ошибкой, не превышающей ±0,1 *м*. Измерение расстояний светодальномером выполняют при одной установке светодальномера и отражателя. Для каждого типа светодальномера должна быть разработана программа измерений, обеспечивающая установленную точность и надежный контроль.

Температуру, атмосферное давление и влажность воздуха измеряют один раз в точке установки светодальномера.

5.9. При определении пунктов способом створных линий углы между смежными направлениями при определяемой точке не должны быть меньше 30°. Расстояния от пунктов маркшейдерской опорной сети до определяемых пунктов не должны быть более 1500 *м*. Угловые измерения выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 3.8—3.10, а при расстояниях более 1000 *м* — в соответствии с требованиями, изложенными в параграфе 2.69.

5.10. Координаты пунктов, определяемых методами засечек или створных линий, рекомендуется вычислять из двух треугольников и за результат принимать среднее арифметическое из двух определений. В обратных засечках координаты искомого пункта в целях простоты рекомендуется определять решением двух вариантов засечки. В обоих случаях расхождение двух определений положения пункта не должно превышать 0,8 *м*.

5.11. При определении пунктов полярным способом в измеренные линии должны быть введены поправки за наклон, за приведение к поверхности референц-эллипсоида и за редуцирование на плоскость проекции Гаусса.

5.12. Вычисление координат пунктов съемочной сети рекомендуется выполнять по формулярам, приведенным в приложении 17. При вычислении на электронных вычислительных машинах (ЭВМ) рекомендуется использование стандартных программ.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ СЕТИ, ТЕОДОЛИТНЫЕ ХОДЫ И ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ СЕТКИ

5.13. Аналитические сети строят в соответствии с указаниями параграфов 3.6—3.11 со следующими изменениями: в рядах или системах треугольников разрешается определять не более 7 пунктов; длина сторон треугольников должна быть не менее 300 и не более 1000 *м*.

5.14. Теодолитные ходы прокладывают между пунктами маркшейдерской опорной сети или строят в виде замкнутых полигонов. При примыкании теодолитных ходов к исходным пунктам измеряют углы между примыкающей стороной теодолитного хода и двумя направлениями на пункты маркшейдерской опорной сети. Расстояния между пунктами теодолитных ходов должны быть не более 400 *м* и, как правило, не менее 100 *м*. Длина ходов не должна превышать 2,5 *км*.

5.15. Углы в теодолитных ходах измеряют теодолитами типа Т15, Т20 двумя повторениями или двумя приемами, а более точными — одним приемом.

Линии измеряют лентами, рулетками, длиномерами, дальномерами; длину линий разрешается определять косвенно и аналитически. Измерения выполняют дважды — в прямом и обратном

направлениях. Во всех случаях разность между двумя независимыми измерениями линий не должна превышать 1 : 1000.

5.16. В измеренные линии вводят поправки: за компарирование мерных приборов, за разность температуры при компарировании прибора и при измерении линий, за провес проволоки (при измерении линий длиномером АД-1), за приведение линий к горизонту. Поправку за разность температуры вводят в том случае, если температура при измерении отличалась от температуры при компарировании мерного прибора более чем на 5°. Поправку за приведение к горизонту вводят, начиная с угла наклона линии 1°. Поправки за приведение линий к поверхности референц-эллипсоида и за редуцирование на плоскость проекции Гаусса вводят в том случае, если они превышают 1 : 10 000 длины линии.

5.17. Угловые невязки в теодолитных ходах не должны превышать величины $f_\beta = \pm 30''\sqrt{n}$, где n — число измеренных углов в ходе.

Линейные невязки в теодолитных ходах должны быть не более 1 : 3000 периметра хода.

Теодолитные ходы уравновешивают путем распределения угловых невязок поровну на все углы, а невязок по осям координат — по отдельным приращениям координат пропорционально длине сторон.

5.18. При определении дополнительных пунктов съемочной сети проложением висячего теодолитного хода с одной стороной должны измеряться два примычных угла или правый и левый примычные углы на одно и то же направление. Углы измеряют теодолитом одним приемом или одним повторением. Линии должны измерять в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 5.15, 5.16.

5.19. При построении съемочных сетей в виде прямоугольной сетки вершины главной фигуры сетки на местности определяют от пунктов маркшейдерской опорной сети полярным способом, способом теодолитных ходов или способом засечек. Вершины основных прямоугольников на сторонах главной фигуры находят по расстояниям, равным проектной длине сторон этих прямоугольников. Положение всех остальных вершин основных прямоугольников определяют с полученных точек при одновременном визировании двумя теодолитами в направлениях, перпендикулярных друг другу. Длина визирного луча при определении вершин сетки не должна быть более 800 *м*. Вершины заполняющих прямоугольников определяют аналогично. Правильность разбивки сетки проверяют контрольным провешиванием сторон или диагоналей сетки при помощи теодолита.

5.20. Все линии сетки должны быть пронумерованы. Рекомендуется одну систему параллельных линий нумеровать по порядку нечетными цифрами, а другую, перпендикулярную к ней, — четными.

5.21. Перенесение вершин на нижележащие горизонты горных работ и восстановление уничтоженных пунктов выполняют способом створов, способом прямой угловой засечки или способом вспомогательной точки.

5.22. Линии прямоугольной сетки, перпендикулярные к фронту работ, могут быть использованы также как постоянные профильные линии для подсчета объемов выработанного пространства и для решения других производственных задач.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ПУНКТОВ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ

5.23. Высоты пунктов съемочной сети должны определять техническим или тригонометрическим нивелированием. Техническое нивелирование выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 2.105, 2.106.

5.24. Для определения высот пунктов с помощью тригонометрического нивелирования вертикальные углы должны измерять теодолитами с точностью отсчетных приспособлений вертикального круга не менее 30″. При использовании теодолитов типа Т2 и Т5 вертикальные углы измеряют одним приемом, а теодолитов типа Т15 или Т20 при удалении пунктов более чем на 1000 *м* — двумя приемами. Высоту инструмента и визирной цели должны измерять с округлением до сантиметров.

5.25. Ходы тригонометрического нивелирования должны опираться на пункты маркшейдерской опорной сети, высоты которых определены геометрическим нивелированием. Длина ходов тригонометрического нивелирования не должна превышать 2,5 *км*. Превышения для каждой линии хода определяют из прямого и обратного направлений. Расхождение прямого и обратного превышений не должно быть больше 0,04 l, *см*, где l — длина линии, *м*.

5.26. Невязки ходов тригонометрического нивелирования, проложенных между пунктами маркшейдерской опорной сети, должны быть не более величины, определяемой из формулы

$$f_h = \pm \frac{0{,}04\,[l]}{\sqrt{n}},$$

где f_h — невязка хода, *см*; $[l]$ — длина хода, *м*; n — число линий хода.

5.27. При передаче высот на пункты съемочной сети, определяемые полярным способом, способом геодезических засечек или проложением аналитических сетей, превышения между пунктами определяют из тригонометрического нивелирования в прямом и обратном направлениях или в одном направлении, но не менее чем с двух исходных пунктов. Расхождение между двумя определениями высоты пункта или прямым и обратным превышениями между пунктами не должно быть более 0,03 l (*см*) при расстояниях до 1000 *м* 0,02 l (*см*) — при расстояниях более 1000 *м*, где l — длина линии, *м*.

Если число определений высоты пункта больше двух, отклонение любого определения от среднего арифметического значения не должно превышать ±20 *см*. Расстояние от исходных пунктов до определяемых не должно быть более 2000 *м*.

5.28. При расстояниях от исходных пунктов до определяемых более 700 *м* при одностороннем тригонометрическом нивелировании в превышения вводят поправки за кривизну Земли и рефракцию (приложение 18).

Глава 6. СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.1. Съемка карьеров должна выполняться в соответствии с требованиями, изложенными в гл. 3 и 4 настоящей Инструкции. Съемку всего карьера выполняют в масштабе 1 : 2000, 1 : 5000. В том случае, если требуется бóльшая крупность изображения, планы разрешается составлять в масштабах на одну ступень крупнее.

6.2. Пополнительную съемку уступов карьера выполняют в масштабе 1 : 1000. Точность съемки должна соответствовать следующим показателям:

— средняя ошибка положения точки верхней бровки уступа в перпендикулярном к ней направлении относительно ближайшего пункта съемочной сети не должна превышать $\pm 0{,}6$ *м*;

— средняя ошибка определения высот реечных точек относительно пунктов высотной съемочной сети не должна превышать $\pm 0{,}2$ *м*.

Периодичность пополнительной съемки уступов устанавливается вышестоящей организацией.

Примечание. При применении аэрофотосъемки средняя ошибка определения высот точек на площадке уступа не должна превышать $\pm 0{,}5$ *м*.

6.3. Средняя ошибка определения объемов по результатам съемки зачищенной заходки не должна превышать $\pm 2{,}5\%$.

6.4. Объектами съемки карьеров являются:

— элементы горных разработок (бровки уступов, съездов, разрезных и других траншей, внутренние отвалы, навалы вскрышных пород на бортах карьера и на уступах, взрывные выработки, линии откола при взрыве блоков, развалы, дренажные выработки, водоотливные средства, водоотводные канавы, устройства для сообщения между уступами);

— разведочные выработки и элементы геологического строения месторождения, видимые в натуре (устья разведочных выработок, характерные точки геологических обнажений на откосах уступов, контакты висячего и лежачего боков тела полезного ископаемого, тектонические нарушения, границы участков с различной зольностью углей или различными сортами руд, точки отбора проб и измерения мощности, выходы водных источников);

— границы опасных зон (зоны пожаров, затопленных горных выработок, оползней, обрушений);

— транспортные пути в карьере и на внешних отвалах, ленточные конвейеры и переходы через них, внешние отвалы вскрышных пород, хвостохранилища и склады добытого полезного ископаемого;

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

6.5. В зависимости от условий разработки месторождений и экономической целесообразности применяют следующие методы съемки: тахеометрический, мензульный, стереофотограмметрический (воздушный и наземный), способ перпендикуляров и их комбинации.

Воздушную стереофотограмметрическую съемку карьеров выполняют с соблюдением требований к точности, указанных в параграфе 6.2.

6.6. Съемку подземных дренажных горных выработок выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в третьем разделе Инструкции.

ПОПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА УСТУПОВ КАРЬЕРОВ

Тахеометрическая съемка

6.7. Тахеометрическую съемку выполняют теодолитами-тахеометрами с точностью отсчетных приспособлений вертикального круга не менее 1′. Рекомендуется применять авторедукционные тахеометры с вертикальной рейкой. Для каждого обычного тахеометра рекомендуется изготавливать специальную дальномерную рейку. Для съемки недоступных точек разрешается применять тахеометры с внутрибазными дальномерами. При наблюдении реечных точек отсчеты по горизонтальному кругу разрешается округлять до десятков минут.

6.8. Расстояния от инструмента до реечных точек не должны превышать для тахеометров с увеличением зрительной трубы 25× — 250 *м*; для тахеометров с увеличением зрительной трубы 18 — 20× — 200 *м*.

Рейку устанавливают на всех характерных точках контуров. Расстояние между точками не должно превышать 30 *м*.

При съемке только верхней бровки уступов для определения высоты уступа на каждые 100 *м* длины определяют высоты не менее чем трех точек, расположенных на нижней бровке снимаемого уступа.

6.9. При съемке участка с нескольких пунктов съемочной сети для контроля и во избежание пропусков в съемке с каждого пункта определяют несколько точек, расположенных на смежных участках, снятых с соседних пунктов съемочной сети.

6.10. На каждой станции необходимо составлять эскизы, которые должны отражать полную картину положения бровок уступов и ситуацию рабочих площадок. Результаты измерений, а также вычислений горизонтальных проложений и высот реечных точек записывают в журнал тахеометрической съемки (приложение 19). Высоты реечных точек и горизонтальные проложения после вычисления округляют до дециметров. Ошибка нанесения реечной точки на план не должна превышать ±0,5 *мм*.

Наземная стереофотограмметрическая съемка

6.11. Наземную стереофотограмметрическую съемку применяют как самостоятельно, так и в комбинации с тахеометрической съемкой. Съемку выполняют фототеодолитами с фокусным расстоянием 100—200 *мм*.

6.12. Базисы фотографирования размещают выше снимаемых уступов или на равной высоте с ними с таким расчетом, чтобы обеспечивалось необходимое перекрытие смежных стереопар при минимальном их количестве. При одностороннем подвигании фронта работ базисы фотографирования размещают на неподвижном борту карьера.

6.13. Длину базиса фотографирования определяют по формулам

$$B = \frac{y_д^2}{1{,}8 f\, dm_V t}$$ при пополнительной съемке;

$$B = 20\,\frac{y_д^2}{M f t}$$ при съемке всего карьера,

где $y_д$ — отстояние дальней границы участка съемки на данной стереопаре, *м*; f — фокусное расстояние съемочной камеры, *мм*; d — ширина заходки, *м*; m_V — заданная средняя ошибка определения объема заходки, %; M — знаменатель масштаба составляемого плана; $t = \cos\varphi - 0{,}3 \sin\varphi$; ($\varphi$ — угол отклонения оси съемки от нормали к базису).

6.14. Каждая стереопара должна быть обеспечена тремя корректурными точками, одну из которых помещают вблизи правой оси съемки, две другие — на краях стереопары. Если базис фотографирования не измерялся или координаты его левой точки не определялись, то стереопара должна быть обеспечена дополнительной корректурной точкой на ближнем плане.

6.15. Координаты корректурных точек и левой точки базиса фотографирования должны определять в соответствии с требованиями, предъявляемыми к пунктам съемочной сети (параграфы 5.2 и 5.6—5.28). Ошибка измерения базиса не должна превышать 1 : 2000 его длины.

6.16. Отстояния при съемке фотокамерой с фокусным расстоянием 200 *мм* не должны превышать значений, приведенных в табл. 15.

6.17. В том случае, когда не представляется возможным снять все действующие уступы с данного базиса на одну стереопару, ближние уступы снимают с укороченного базиса, левая точка которого является общей с левой точкой основного базиса. При этом в качестве корректурных точек используют точки, координаты которых получены по основной стереопаре.

6.18. Планы горных выработок составляют на универсальных стереофотограмметрических приборах. Корректуру элементов ориентирования стереопары выполняют по корректурным точкам посредством устранения невязок между фотограмметрическими и геодезическими значениями координат и высот.

ТАБЛИЦА 15

Виды съемки	Отстояния, *м*	
	для пополнительной съемки в масштабах 1 : 1000 и 1 : 2000	для съемки всего карьера в масштабе 1 : 2000
Нормальный	2000	4000
Равноотклоненный . . .	1300	2600

Средние остаточные отклонения в направлении оси на корректурных точках при отстояниях менее 1000 *м* не должны превышать 0,2 *мм*, а при отстояниях более 1000 *м* — $0{,}2\ \frac{y_ф}{1000}$, *мм*, где $y_ф$ — отстояние корректурной точки, *м*.

Способ перпендикуляров

6.19. Способ перпендикуляров рекомендуется применять при съемке бровок уступов несложной конфигурации и в тех случаях, когда необходимо определить координаты отдельно расположенных точек. Съемочную сеть строят в виде прямоугольной сетки или в виде теодолитных ходов.

6.20. Длина перпендикуляров не должна быть более 30 *м*; перпендикуляры длиной более 15 *м* следует строить при помощи экеров. При построении съемочной сети в виде прямоугольной сетки длина перпендикуляров должна быть не более половины длины стороны сетки. Длину линий измеряют лентой или рулеткой с округлением до дециметров. Высоты точек определяют из технического нивелирования. Количество и расположение точек съемки должны быть такими же, как и при тахеометрической съемке. Результаты измерений записывают в журнал съемки и сопровождают эскизом (приложение 20).

6.21. Камеральная обработка съемки способом перпендикуляров заключается в вычислении высот точек, в нанесении точек на план и построении контуров. При нанесении точек расстояния откладывают при помощи линейки с миллиметровой шкалой; перпендикуляры восстанавливают при помощи треугольника. Ошибка нанесения точки не должна превышать $\pm 0{,}5$ *мм*.

РАБОТЫ ПРИ ВЗРЫВАНИИ БЛОКОВ

6.22. Маркшейдерские работы при взрывании блоков включают:

— выполнение съемок для составления проекта взрывных работ;

— перенесение проектного положения взрывных выработок в натуру;

— исполнительную съемку взрываемого блока после прохождения взрывных выработок и составление паспорта взрываемого блока.

6.23. Для разработки проекта взрывных работ используют план в масштабе 1 : 1000 или 1 : 500. Тахеометрической съемкой определяют:

— положение верхней бровки уступа;

— границы полностью очищенного экскавацией откоса;

— границы расположения горной массы, взорванной предыдущим взрывом;

— границы нижней площадки уступа, зачищенной бульдозером;

— высоты характерных точек нижней и верхней площадок уступа;

— положение опор контактной сети и временных железнодорожных путей;

— положение контактов пород с различными характеристиками по буримости и взрываемости;

— положение тектонических нарушений и направление трещиноватости.

При необходимости план сопровождают вертикальными разрезами уступа, перпендикулярными к его бровке. Съемку выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 6.7—6.10.

6.24. При расположении участка взрыва у проектной границы карьера или в случаях проходки капитальных съездов проектное положение взрывных выработок на площадке уступа следует определять инструментально. В том случае, когда проходку взрывных выработок производят при незачищенном забое, инструментально должны выносить взрывные выработки первого ряда, а при зачищенных забоях только первую и последнюю из них.

Разбивку выполняют полярным способом или способом перпендикуляров. Углы откладывают с ошибкой не более $\pm 5'$; расстояния менее 50 *м* разрешается измерять дальномером. При разбивке способом перпендикуляров ошибка измерения расстояний не должна быть более ± 1 *дм*. Высоты устьев взрывных выработок после их разбивки определяют техническим или тригонометрическим нивелированием.

6.25. После проведения исполнительной съемки и нанесения всех взрывных выработок на выкопировку из плана составляют паспорт взрываемого блока в масштабе 1 : 500 или 1 : 1000. На паспорт кроме взрывных выработок и объектов, перечисленных в параграфе 6.23, должны быть нанесены разведочные и дренажные скважины, проходящие через взрываемый блок и отстоящие от подземных дренажных выработок менее чем на 20 *м*. К паспорту прилагают ведомость высот устьев и глубин взрывных выработок, а также величин линий сопротивлений по подошве для каждой выработки. Кроме этого, к паспорту должен быть приложен план в масштабе 1 : 5000 взрывоопасной зоны с указанием находящихся внутри зоны сооружений и механизмов.

ПОПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

6.26. Съемку отвалов вскрышных пород выполняют с целью составления плана и другой графической документации, необходимой для решения вопросов планирования развития отвальных работ и для контроля за соблюдением основных параметров отвала, установленных проектом (высота, угол откоса, фронт разгрузочных работ и др.). Объектами съемки являются бровки ярусов отвалов и транспортные пути. Периодичность съемки отвалов карьера устанавливается вышестоящей организацией.

6.27. Съемку отвалов производят в масштабе 1 : 2000, 1 : 5000. Съемочные сети и съемку выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 3.6—3.27 и 4.30—4.38. Планы отвалов вскрышных пород разрешается составлять в смежном более крупном масштабе.

6.28. Для контроля за состоянием железнодорожных путей на отвалах вскрышных пород выполняют проверку профиля путей. Профили путей составляют на основе технического нивелирования. Периодичность нивелирования устанавливают исходя из местных условий.

РАБОТЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ТРАНШЕЙ

6.29. Разбивку трасс траншей производят на основе следующих проектных материалов:

— плана траншеи с координатами точек примыкания, дирекционными углами примычных направлений, углами поворота, расстояниями между вершинами углов поворота и радиусами сопрягающих кривых;

— продольного разреза по траншее с указанием существующих и проектных отметок, а также проектных уклонов;

— поперечных разрезов с указанием последовательности заходок, их сечений и осей, а также с изображением железнодорожных путей и дренажных канав и с указанием их размеров;

— планов расположения взрывных выработок с указанием координат устьев, дирекционных углов осей, длины (глубины) и сечения выработок.

6.30. Перенос в натуру проекта траншей и съездов осуществляют путем закрепления на месте положения верхних бровок при проходке в рыхлых породах и путем инструментальной разбивки взрывных скважин на скальных породах. В последнем случае глубину скважин принимают в соответствии с уклоном траншеи.

РАБОТЫ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ТРАНСПОРТА

6.31. Маркшейдерские работы по обслуживанию транспорта включают: разбивку трасс забойных железнодорожных путей; съемку железнодорожных путей; периодическое профилирование железнодорожных путей; разбивку трасс и проверку профилей автомобильных дорог.

6.32. Для проектирования и последующей разбивки железнодорожных путей на площадках уступов выполняют следующие работы: техническое нивелирование площадки уступа для ее выравнивания после отгрузки первой ленты взорванных пород, перенесение в натуру запроектированной оси железнодорожного пути от пунктов съемочной сети, разбивку пикетажа и техническое или тригонометрическое нивелирование.

По результатам нивелирования дают указания о подсыпке или срезке площадки в соответствии с запроектированным профилем пути.

6.33. Съемку постоянных железнодорожных путей в карьере и вне его выполняют полярным способом или способом перпендикуляров от сторон теодолитного хода, прокладываемого по оси пути. Съемке подлежат ось пути, центры стрелочных переводов, верхнее строение пути, искусственные сооружения СЦБ. Закругления снимают способом перпендикуляров — проложением хода по хордам и измерением ординат от хорды до оси кривой. Теодолитные ходы прокладывают в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 5.15—5.17. Ординаты измеряют с округлением до дециметров.

6.34. Для составления профилей и контроля уклонов железнодорожных путей производят техническое нивелирование. Инструментальную проверку профиля постоянных путей должны производить в сроки, установленные предприятием в соответствии с «Правилами технической эксплуатации железнодорожного транспорта промышленных предприятий колеи 1524 *мм*».

6.35. Перенос в натуру трасс автомобильных дорог и съездов осуществляют по проектным материалам, содержащим данные об уклонах, радиусах закруглений и ширине полотна. Соответствие вновь построенных автомобильных съездов проектному их положению подлежит инструментальной проверке.

РАБОТЫ ПО ТРАССИРОВАНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ, КАНАВ И ВЫНЕСЕНИЮ В НАТУРУ ПРОЕКТОВ СООРУЖЕНИЙ

6.36. Работы по трассированию транспортных путей, канав и вынесению в натуру проектного положения различных сооружений выполняют с соблюдением требований, изложенных в разделе IV.

СЪЕМКА ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТОК РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Глава 7. МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ОПОРНЫЕ И СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ

ОПОРНЫЕ СЕТИ

7.1. Опорные сети создают в период детальной разведки месторождения с целью обоснования съемок в масштабе 1 : 2000 с соблюдением требований, изложенных в гл. 2, с изменениями и дополнениями, приведенными в параграфах 7.2—7.5.

7.2. В случае отсутствия пунктов государственной геодезической сети для обоснования съемок земной поверхности и горных выработок создают самостоятельные опорные сети в виде полигонометрии 4-го класса и аналитических сетей 1 и 2-го разрядов, если длина россыпи не превышает 7 *км*. При большей протяженности россыпи опорную сеть создают в виде самостоятельной сети триангуляции не ниже 4-го класса.

7.3. Полигонометрические ходы 4-го класса прокладывают в виде одиночных ходов или систем ходов, вытянутых вдоль месторождения и опирающихся на пункты государственной геодезической сети всех классов. Длина ходов не должна превышать 20 *км*, а длина сторон, расположенных в непосредственной близости от месторождения, должна составлять 1,5—2,0 *км*.

7.4. Аналитические сети 1-го разряда создают в случае недостаточной плотности пунктов государственной геодезической сети в виде вставок отдельных пунктов или их систем. Аналитические сети 2-го разряда развивают вдоль месторождения в виде цепей треугольников с длиной сторон 1,5—2,0 *км*.

7.5. Высоты пунктов опорной сети всех классов и разрядов, расположенных в непосредственной близости от месторождения, как правило, определяют из нивелирования IV класса согласно требованиям параграфов 2.99—2.104.

СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ

7.6. Съемочные сети строят в соответствии с требованиями, изложенными в гл. 3 к сетям при съемке в масштабе 1 : 2000, и с учетом дополнительных требований, приведенных в параграфах 7.7—7.10.

7.7. Для обоснования съемок земной поверхности и горных выработок разрешается создавать самостоятельные съемочные сети, если протяженность месторождений не превышает 1,5 *км*.

7.8. Пункты съемочной сети, как правило, размещают за границами месторождения; не менее одной трети их закрепляют постоян-

ными центрами, обеспечивающими устойчивость пунктов в течение всего срока разработки месторождения. Постоянные пункты следует размещать равномерно вдоль месторождения: на километр его длины должно быть не менее 3—4 пунктов. При дражном способе разработки с затоплением полигона плотность пунктов и их размещение устанавливают с таким расчетом, чтобы расстояние от пунктов до наиболее удаленных точек при съемке горных выработок не превышало 200 *м*.

7.9. В зависимости от характера местности съемочные сети создают в виде цепей треугольников, геодезических засечек по схеме Дурнева, теодолитных ходов, длина которых не должна превышать 2 *км*, а удаленность узловых точек от исходных пунктов — 1,5 *км*.

7.10. Высоты пунктов съемочной сети определяют из ходов технического или тригонометрического нивелирования. Длина ходов тригонометрического нивелирования не должна превышать 2 *км*.

Глава 8. СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

8.1. Съемку земной поверхности выполняют в период детальной разведки россыпей в масштабе 1 : 2000 с сечением рельефа через 1 или 2 *м* и предназначают для обеспечения детальной разведки и последующих стадий освоения месторождений. На месторождениях с плавными формами рельефа земной поверхности, простым геологическим строением россыпи и выдержанным содержанием полезного ископаемого, когда для детальной разведки не требуется прохождения густой сети разведочных выработок, а для разработки россыпи не возникает необходимости проектировать сложные сооружения и подготовительные выработки, допускается выполнение съемки земной поверхности в масштабе 1 : 5000 с сечением рельефа через 1 или 2 *м* с последующим увеличением планов до масштаба 1 : 2000.

8.2. При съемке земной поверхности соблюдают требования, изложенные в гл. 4, с изменениями и дополнениями, приведенными в параграфах 8.3 и 8.4.

8.3. Положение устьев разведочных выработок следует определять в процессе съемки земной поверхности; ошибки положения их относительно ближайших пунктов съемочной сети не должны превышать $\pm 1{,}6$ *м*.

8.4. Ошибки определения высот устьев разведочных выработок не должны превышать $\pm 0{,}3$ *м* при слабо выраженном тальвеге россыпи и половины высоты сечения рельефа при резко выраженном.

8.5. В процессе разработки россыпи ежемесячно производят съемку разрабатываемой части полигона с целью определения объема горной массы, извлеченной за отчетный месяц, а также с целью маркшейдерского контроля за полнотой извлечения полезного ископаемого и исполнением проекта. Ошибка определения объема

вынутых на полигоне за месяц торфов или песков не должна превышать ±6%.

Кроме пополнительной съемки горных выработок в конце промывочного сезона по мере необходимости производят съемку отвалов.

8.6. Съемку горных выработок производят в масштабе 1 : 2000. При среднемесячных размерах разрабатываемой части полигона, не превышающих 100 *м* по длине и 30 *м* по ширине, съемку выполняют в масштабе 1 : 1000 на основе пунктов съемочной сети, отвечающих требованиям съемки в масштабе 1 : 2000. При частичной утрате пунктов или недостаточной их плотности сеть сгущают с соблюдением требований параграфа 7.8.

8.7. В зависимости от способа разработки, размеров и формы выработанного за месяц пространства для съемки горных выработок рекомендуется применять следующие способы: нивелирования площади, тахеометрический, наземный стереофотограмметрический, профильных линий и ультразвуковой локации (последний для дражного способа разработки).

8.8. На разрабатываемой части полигона первую съемку выполняют после расчистки полигона от растительного покрова, последующие съемки — в конце каждого месяца. При дражном способе разработки съемку выполняют в сроки, устанавливаемые в зависимости от скорости подвигания забоя и устойчивости откосов, но не реже чем через 10 дней.

СПОСОБ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПЛОЩАДИ

8.9. Способ нивелирования площади применяют при бульдозерно-скреперном и экскаваторном способах разработки, а также при предварительном вскрытии торфов на россыпях, разрабатываемых дражным способом, когда выемку торфов или песков производят слоями, среднемесячная вынимаемая мощность которых не превышает 1,5 *м*.

8.10. До вскрытия торфов для каждого полигона составляют проект съемки и выполняют подготовительные работы, заключающиеся в разбивке, закреплении и определении координат основных пунктов прямоугольной сетки и в обеспечении участка разработки исходными реперами для нивелирования площади.

8.11. Проект составляют на основе плана горных выработок; проектом предусматривают:

— ориентирование прямоугольной сетки;

— способ перенесения сетки в натуру, размеры основных сторон прямоугольников, способ их закрепления и определения координат;

— исходные реперы для нивелирования площади и методику контроля за их устойчивостью;

— оптимальные размеры сторон прямоугольной сетки для нивелирования площади.

8.12. Прямоугольную сетку ориентируют по направлению протяженности россыпи, а при невыдержанном направлении — по среднему его значению или по осям координатной сетки.

8.13. При разбивке прямоугольной сетки вершины основных ее прямоугольников закрепляют так, чтобы обеспечивалась их сохранность до конца разработки полигона.

Длина сторон основных прямоугольников сетки должна быть кратна длине наименьшей стороны сетки. Вершины основных прямоугольников определяют как пункты съемочной сети. Вершины сетки нумеруют в соответствии с указаниями параграфа 5.20.

8.14. В качестве исходных реперов для нивелирования площади используют ближайшие пункты всех видов сетей, а также местные предметы с известными высотами их характерных точек. Исходные реперы должны быть расположены вдоль разрабатываемой части полигона не реже чем через 0,5 *км*.

В начале каждого промывочного сезона нивелированием IV класса определяют или проверяют высоты всех исходных реперов, предусмотренных к использованию для нивелирования площади.

8.15. Для нивелирования площади определяют оптимальный размер наименьших сторон прямоугольной сетки (приложение 21).

8.16. Прямоугольную сетку и исходные реперы создают в натуре к началу вскрышных работ.

Для нивелирования площади рекомендуется применять нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования и рейки типа РНО.

8.17. Прямоугольную сетку сгущают до принятых размеров ее наименьших сторон при каждом нивелировании площади с помощью специального мерного шнура или рулетки. При использовании шнура вершины сетки не закрепляют; при использовании рулетки или ленты кольями закрепляют вершины прямоугольников со сторонами 20 *м*. Вершины сетки с размером сторон 10 *м* определяют шагами от закрепленных вершин 20-метровых прямоугольников.

8.18. Переходные точки определяют из нивелирования IV класса, а при мощности вынимаемого слоя около 1,5 *м* — из технического нивелирования. Невязка хода в последнем случае не должна превышать ± 3 *см*.

Нивелирование площади производят с соблюдением следующих требований:

— отсчеты по рейке, установленной на исходном репере или переходной точке, берут дважды — в начале и в конце работы на станции, с округлением до миллиметров; разность двух независимых отсчетов не должна превышать 4 *мм*;

— расстояния от нивелира до рейки не должны превышать 250 *м*;

— высоту горизонта инструмента округляют до сантиметров;

— высоты пикетных точек и отсчеты по рейке на них округляют до дециметров.

Журнал нивелирования площади приведен в приложении 22.

8.19. Съемку границ выработанного за месяц участка полигона выполняют методом тахеометрической или ординатной съемки от пикетных точек прямоугольной сетки. При неопределенности границы выработанного участка в натуре границу проводят на плане посередине между ближайшими точками сетки, высота одной из которых

изменилась за отчетный месяц, а высота другой осталась прежней.

Для определения средних расстояний транспортировки торфов, перемещаемых во внешний отвал, одновременно с нивелированием площади производят съемку характерных сечений отвала. Определение средних расстояний транспортировки горной массы при бульдозерно-скреперном способе разработки приведено в приложении 23.

ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

8.20. Тахеометрический способ съемки применяют при экскаваторном, гидравлическом, дражном, а также при будьдозерно-скреперном способах разработки, когда среднее значение мощности вынимаемого за месяц слоя превышает 1,5 *м*. Съемку производят на основе пунктов опорной и съемочной сетей, удовлетворяющих требованиям параграфов 7.1—7.10.

8.21. Высоты пунктов съемочной сети, определенные из различных ходов или их систем, должны быть уравновешены.

Высоты переходных точек определяют из ходов тригонометрического нивелирования, проложенных в прямом и обратном направлениях. Невязку хода вычисляют согласно требованиям параграфа 5.26. Длина сторон хода не должна превышать величин, указанных в табл. 16. Стороны хода измеряют лентой или оптическим дальномером с ошибкой, не превышающей 1 : 1000 их длины. При разности высот на концах измеряемой линии, не превышающей полуторного значения вынимаемой мощности, стороны хода измеряют нитяным дальномером; при этом длина сторон, указанная в табл. 16, должна быть уменьшена на 1/3. Абсолютная линейная невязка хода не должна превышать 0,8 *м*.

ТАБЛИЦА 16

Среднемесячная вынимаемая мощность слоя, *м*

2		3		4 и более	
Число сторон в ходе	Наибольшая длина стороны, *м*	Число сторон в ходе	Наибольшая длина стороны, *м*	Число сторон в ходе	Наибольшая длина стороны, *м*
1	150	1	200	1	250
2	100	2	150	2	200
3	100	3	100	3	150

8.22. Для тахеометрической съемки рекомендуется применять авторедукционные тахеометры с вертикальной рейкой или теодолиты-тахеометры с точностью вертикального круга не менее 1′.

Расстояния от теодолита до реечных точек должны соответствовать требованиям параграфа 4.21. Отсчеты по горизонтальному кругу

округляют до десятков минут, а высоты пикетов — до дециметров. Реечные точки выбирают в характерных местах поверхности слоя, но не реже чем через 40 *м*. При съемке бровок и откосов реечные точки намечают вдоль верхней и нижней их бровок не реже чем через 20 *м*. При сложной и невыдержанной форме откоса снимают характерные точки на откосе.

8.23. При съемке подтопленного дражного полигона рейку устанавливают на верхнюю и нижнюю бровки откоса с лодки, с трапа драги. Расстояние между реечными точками не должно превышать 15—20 *м*. При большом удалении пунктов съемочной сети от дражного полигона съемку производят с понтона драги при ее остановке; положение точки стояния инструмента определяют обратной засечкой.

8.24. При работе драги с надводным бортом, когда откосы сложены устойчивыми породами и длительное время сохраняют свою форму, допускается съемка бокового и лобового откосов только по их верхней бровке (при условии периодической инструментальной съемки откосов, подтверждающей выдержанность их формы).

Положение нижней бровки определяют: по положению нижнего черпачного барабана драги, которая должна быть оборудована устройством для подвешивания рейки над этим барабаном (приложение 24); с помощью рейки или шеста, устанавливаемых с трапа или с лодки.

Для съемки нижней бровки откоса разрешается применять и другие способы, позволяющие обеспечить точность положения забоя на плане, соответствующую точности плана горных выработок в масштабе 1 : 2000.

8.25. При дражном способе разработки для определения мощности вынутого слоя измеряют глубину черпания. Измерения ведут от уровня воды при помощи метрштока, рулетки или троса с грузом на конце, а также с помощью звуколокатора или автоматических глубиномеров. Отсчеты округляют до дециметров.

Измерения ведут по профильным линиям. Положение крайних точек профильных линий определяют тахеометрическим способом. В зависимости от мощности выработанного слоя точки измерения глубины берут через 10—20 *м* вдоль профильной линии при расстояниях между линиями 20—40 *м*. Наибольшая плотность точек измерения глубины черпания должна быть при работе драги на подтопленных полигонах. Для вычисления высот характерных точек подошвы дражного полигона и составления профилей определяют высоты уровня воды с помощью футштока, представляющего собою водомерную деревянную рейку с дециметровыми делениями; высоты могут быть определены также из нивелирования. Периодичность определения высот уровня воды в зависимости от местных условий устанавливает главный маркшейдер прииска.

СПОСОБ ПРОФИЛЬНЫХ ЛИНИЙ

8.26. Способ профильных линий применяют на россыпях при большой мощности вынимаемого слоя, когда откосы и подошва имеют сложные поверхности.

До начала разработки по ширине полигона разбивают профильные линии, концы которых закрепляют за границами разработки и обозначают сторожками или вехами. Расстояния между профильными линиями устанавливают в зависимости от сложности подлежащего съемке объекта; эти расстояния не должны превышать 25 *м*.

Координаты закрепленных точек профильных линий определяют полярным методом с пунктов съемочной сети. Положение характерных точек вдоль профильных линий определяют тахеометрической съемкой, при этом рейку устанавливают в створе линии визуально. Расстояния между пикетными точками вдоль профильной линии не должны превышать 25 *м*.

НАЗЕМНАЯ СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

8.27. Наземную стереофотограмметрическую съемку рекомендуется применять при скреперно-бульдозерном, экскаваторном и гидравлическом способах разработки в случае, когда местность позволяет иметь сравнительно небольшое количество базисов, сохраняющихся в течение сезона, при фотографировании с которых обеспечивается изображение на снимках разрабатываемой части полигона без большого количества «мертвых» пространств.

При съемке и обработке снимков соблюдают требования практического руководства «Фототеодолитная съемка в крупных масштабах» [1970] и указания параграфа 8.28 настоящей Инструкции.

8.28. Базисы фотографирования выбирают с таким расчетом, чтобы наибольшие отстояния не превышали 800 *м* при мощности вынимаемого слоя 1 *м* и более, 400 *м* — при мощности менее 1 *м*. Плановое и высотное положение концов базисов и корректурных точек определяют от пунктов опорной сети с соблюдением требований, предъявляемых к определению пунктов съемочной сети при съемке в масштабе 1 : 2000. Обработку снимков и составление планов производят универсальным методом с соблюдением указаний, приведенных в приложении 25.

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БУРОВЫХ РАБОТ ПРОХОДКИ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК И СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ

8.29. Маркшейдерское обслуживание буровых работ включает:

— перенесение в натуру проектного положения контрольных скважин и шурфов, предназначенных для уточнения мощности мерзлых торфов, подлежащих рыхлению взрывом, а также разбивку в натуре взрывных скважин;

— перенесение в натуру проектного положения скважин, предназначенных для гидроиглового способа оттаивания мерзлых пород, а также разбивку трасс канав при дренажно-фильтрационном способе оттаивания;

— контрольное измерение глубины скважин.

Перенесение в натуру проектного положения скважин осуществляют на основе проектных чертежей от пунктов съемочной сети, а также от четких контурных точек. В натуру переносят только те из скважин, предусмотренных проектом, которые ограничивают участок, подлежащий рыхлению или оттаиванию.

8.30. Обслуживание проходки подготовительных выработок и строительства сооружений включает: перенесение в натуру проектного положения подготовительных выработок и сооружений, измерения для контроля соблюдения проектных размеров подготовительных выработок и сооружений в процессе их проходки и возведения, а также измерения для определения объема выполненных работ.

Указанные работы выполняют на основе рабочих чертежей проекта от пунктов съемочной сети. После проходки канав различного назначения нивелированием проверяют соблюдение их проектного уклона и тахеометрическим способом снимают подготовительные выработки и сооружения, соблюдая требования, предъявляемые к съемке горных выработок в масштабе 1 : 2000. Отклонение контуров указанных объектов съемки от их проектных положений не должно превышать 2 *м*.

РАЗДЕЛ III

РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Глава 9. ПОДЗЕМНЫЕ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ОПОРНЫЕ СЕТИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

9.1. Исходными для построения подземных маркшейдерских опорных сетей являются пункты маркшейдерской опорной сети на земной поверхности не ниже аналитических сетей 1-го разряда или полигонометрии 1-го разряда. Определение координат отвесов или пунктов, расположенных непосредственно около устьев горных выработок, должны выполнять проложением полигонометрических ходов 2-го разряда с количеством сторон не более трех.

9.2. Ориентирование подземных маркшейдерских опорных сетей выполняют гироскопическим или геометрическим способом. Центрирование сети при гироскопическом ориентировании должно производиться независимо дважды или не менее чем в двух точках сети.

9.3. Координаты пунктов подземных маркшейдерских опорных сетей определяют методом полигонометрии. Ошибка положения наиболее удаленного пункта полигонометрической сети шахтного или рудничного поля по отношению к пунктам маркшейдерской опорной сети на земной поверхности или к исходному пункту подземной сети не должна превышать $\pm 0{,}8$ *мм* на плане.

9.4. Точность угловых и линейных измерений в подземных полигонометрических ходах характеризуется данными, приведенными в табл. 17.

9.5. При размере крыла шахтного поля более 2 *км* полигонометрические ходы должны разделяться на секции с числом углов в секции не более 20. В каждой секции выполняют независимое ориентирование одной стороны полигонометрического хода.

Примечание. При повышении точности угловых измерений до $\pm 10''$ число углов в секции может быть доведено до 40.

9.6. В случаях, когда горные работы удалены от ствола шахты более чем на 1,5—2,0 *км*, а пункты подземной маркшейдерской

ТАБЛИЦА 17

Средняя ошибка угла, m	Выработки с углом наклона $<15°$		Выработки с углом наклона $>15°$	
	μ	λ	μ	λ
$\pm 20''$	0,0005	0,00005	0,0015	0,00010

Примечание. Коэффициенты случайного (μ) и систематического (λ) влияния при линейных измерениях приведены в целях использования их для предварительной оценки точности положения пунктов в полигонометрических ходах. Формула, выражающая закон накопления ошибок в полигонометрических ходах, зависящих от ошибок линейных измерений, имеет следующий вид:

$$m = \sqrt{\mu^2 [l] + \lambda^2 L^2},$$

где $[l]$ — периметр полигонометрического хода, *м*; L — длина замыкающей, *м*.

опорной сети подвергаются сдвижению, рекомендуется на флангах шахтного поля строить самостоятельные опорные сети, возобновляемые при обнаружении сдвижения пунктов. Ориентирование таких сетей следует выполнять гироскопическим или, при возможности, геометрическим способом, а центрирование не менее чем по двум сохранившимся пунктам опорной сети или посредством примыкания к отвесам, имеющим координаты, определенные от пунктов маркшейдерской опорной сети на земной поверхности.

9.7. Полигонометрические ходы должны быть замкнутыми или их следует прокладывать дважды. В случаях, когда полигонометрические ходы опираются на дирекционные углы, определенные независимо гироскопическим или другим способом, повторные ходы разрешается не прокладывать.

В период разработки месторождения все вновь пройденные основные горные выработки, имеющие выход на земную поверхность, должны быть использованы для примыкания подземной маркшейдерской опорной сети к пунктам опорной сети на земной поверхности.

9.8. Для выполнения специальных задач, требующих высокой точности решения, строят полигонометрические сети повышенной точности. Точность угловых и линейных измерений в таких сетях устанавливают особой программой измерений для каждого конкретного случая.

9.9. Исходными для построения высотной сети являются реперы государственного нивелирования III и IV классов. Передачу высот в горные выработки производят независимо дважды. Разность высот Δh не должна превышать: при передаче по вертикальным выработкам $\Delta h = 10 + 0{,}2H$, *мм*; при передаче по наклонным выработкам $\Delta h = 10\sqrt{n_1 + n_2}$, *мм*, где H — глубина шахтного ствола, *м*; n_1 и n_2 — число сторон в одном и другом ходе тригонометрического нивелирования.

9.10. Для решения задач, требующих более высокой точности определения высот, строят специальные высотные сети, точность которых определяют из расчетов.

9.11. По мере подвигания основных горных выработок подземные маркшейдерские опорные сети должны периодически пополняться. При составлении планов горных выработок в масштабе 1 : 1000 пополнение сети следует производить через 300 *м* подвигания выработок, при составлении планов в масштабе 1 : 2000 — через 500 *м*.

9.12. Порядок и сроки обновления или реконструкции сети устанавливает, в зависимости от ее состояния и местных горнотехнических условий, главный маркшейдер горного предприятия по согласованию с главным маркшейдером вышестоящей организации.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПУНКТОВ

9.13. Пункты подземных маркшейдерских опорных сетей в зависимости от срока их существования и способа закрепления разделяют на постоянные и временные. Постоянные пункты следует закладывать в местах, обеспечивающих их неподвижность. Расположение постоянных пунктов в пределах шахтного или рудничного поля должно наилучшим образом обеспечивать потребность в них при развитии съемочных сетей. Как правило, постоянные пункты должны закладываться в околоствольном дворе, в главных и участковых квершлагах, по групповым, полевым и основным откаточным штрекам, по уклонам и бремсбергам. Постоянные пункты следует закладывать группами — не менее трех рядом расположенных пунктов в группе. При ориентировании только одной стороны подземной маркшейдерской опорной сети в группе должно быть заложено не менее четырех пунктов сети. Расстояние между группами постоянных пунктов не должно превышать 300 *м* при составлении планов в масштабе 1 : 1000 и 1 : 500 и 500 *м* при составлении планов в масштабе 1 : 2000. При неустойчивых породах в подошве и кровле выработки постоянные пункты закладывают по мере возможности.

9.14. Постоянные пункты закладывают в устойчивых коренных породах подошвы, кровли или боков выработок, а также в бетонной или каменной их крепи или в фундаментах стационарных установок.

Центры постоянных пунктов должны быть простыми по конструкции и устойчивыми против коррозии. Диаметр отверстия, керна или ширина щели центров должны быть не более 2 *мм*. Конструкция центров постоянных пунктов и способы их закрепления приведены в приложении 26.

Центры постоянных пунктов, заложенные в подошве выработки, рекомендуется выносить в кровлю выработки, закрепляя их временными центрами. Пользование вынесенными центрами допускается только после проверки их совпадения с центрами постоянных пунктов.

В специальном журнале или в журнале вычисления координат помещают подробный эскиз каждого постоянного пункта с указанием

размеров, фиксирующих его положение в выработке, и даты заложения.

9.15. Временные пункты маркшейдерской опорной сети закрепляют центрами, конструкция которых приведена в приложении 26. Временные центры закрепляют в верхняках хорошо сохранившихся дверных окладов. В выработках, закрепленных металлической крепью, центры укрепляют на болтах крепи или забивают в деревянные клинья. В выработках с бетонной крепью и без крепи центры закрепляют в деревянных пробках, забитых в специально пробуренные шпуры, или бесшпуровым способом.

9.16. При проложении полигонометрических ходов с применением консолей или трехштативной системы, если в промежутке между группами постоянных пунктов нет необходимости иметь пункты опорной сети, промежуточные точки полигонометрических ходов разрешается не закреплять.

9.17. Все постоянные пункты должны быть пронумерованы. Порядок нумерации определяет главный маркшейдер горного предприятия в зависимости от местных условий. Повторение номеров пунктов на одном и том же горизонте и повторение номера утраченного пункта запрещается.

9.18. Для опознавания пунктов к стойкам крепи прибивают марки с номерами пунктов. При расположении пунктов в выработках без крепи или с металлической, каменной, бетонной крепью и крепью железобетонными стойками допускается номера пунктов указывать на крепи или боках выработок, пользуясь масляной краской, или же делать надпись другим способом, обеспечивающим долговременную ее сохранность.

9.19. Постоянные пункты высотной сети — реперы (приложение 26) — закладывают в подошве, кровле или боках выработок, а также в фундаментах стационарных установок. В качестве реперов могут быть использованы постоянные пункты маркшейдерской опорной сети. Реперы должны закладывать группами не менее двух реперов в группе через каждые 300—500 *м*. При неустойчивых породах реперы закладывают по мере возможности.

Для опознавания реперов в натуре выполняют требования, изложенные в параграфе 9.18. В отличие от пунктов полигонометрии на опознавательной марке репера рядом с номером должна быть помещена буква Р. Данные о заложенном репере фиксируют в соответствии с требованиями, приведенными в параграфе 9.14.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ И ЦЕНТРИРОВАНИЕ СЕТИ

Общие положения

9.20. Ориентирование сети должно быть выполнено независимо дважды одним и тем же методом или двумя разными методами. Ориентируют одну, две или несколько сторон сети (параграф 9.5). Расхождение в результатах ориентирования одной и той же стороны

не должно превышать 3′. При последовательном, ступенчатом ориентировании горизонтов разность дирекционных углов ориентируемой стороны подземной опорной сети горизонта не должна превышать величины $\frac{3'}{\sqrt{n}}$, где n — число горизонтов.

9.21. При разработке россыпных месторождений подземным способом в случаях, когда размер крыла шахтного поля не превышает 300 *м*, разность дирекционных углов стороны подземной сети, вычисленная по двум независимым ориентированиям, допускается до 10′.

9.22. В случае построения подземных маркшейдерских опорных сетей при вскрытии месторождений наклонными шахтными стволами (с углом наклона не более 70°) или штольнями самостоятельная задача ориентирования и центрирования сети не возникает. В этом случае полигонометрические ходы начинают непосредственно от пунктов маркшейдерской опорной сети на земной поверхности. При примыкании полигонометрического хода к пунктам маркшейдерской опорной сети должно быть измерено не менее двух примычных углов с использованием различных пунктов.

9.23. Центрирование сети осуществляют примыканием к отвесам, опущенным в вертикальные горные выработки. Координаты отвесов должны быть определены в соответствии с требованиями, изложенными в параграфе 9.1.

Расхождение в положении пункта, определенного по двум независимым проектированиям через одну вертикальную выработку, не должно превышать 5 *см*. За окончательное значение координат определяемого пункта принимают среднее арифметическое из двух определений.

При геометрических способах ориентирования одновременно с ориентированием сети решают и задачу ее центрирования.

Гироскопическое ориентирование

9.24. Гироскопический способ ориентирования подземных маркшейдерских опорных сетей рекомендуется применять во всех случаях. Применение этого способа ориентирования обязательно при вскрытии месторождения наклонными шахтными стволами с углом наклона более 70°.

Гироскопическое ориентирование сети может применяться как самостоятельный способ и в комбинации с другими способами ориентирования.

9.25. На каждом горизонте горных работ должно быть ориентировано не менее двух сторон сети, расположенных друг от друга на значительном расстоянии (300—500 *м*). В случаях подготовки новых горизонтов при небольшой протяженности горных выработок или в случаях, предусмотренных параграфом 9.6, допускается ориентирование одной стороны сети с определением дирекционного угла в прямом и обратном направлениях.

При разделении подземной маркшейдерской опорной сети на секции (параграф 9.5) в каждой секции ориентируют одну сторону.

9.26. Для определения дирекционных углов сторон сети следует применять маркшейдерские гирокомпасы или другие гироскопические приборы (например, гиротеодолиты), позволяющие выполнять ориентирование сети с точностью, предусмотренной в параграфе 9.20.

На шахтах, опасных по газу и пыли, следует применять маркшейдерские гирокомпасы во взрывобезопасном исполнении.

9.27. Дирекционный угол α ориентируемой стороны подземной маркшейдерской опорной сети определяют по формуле

$$\alpha = \Gamma + \delta - \gamma,$$

где Γ — гироскопический азимут ориентируемой стороны; δ — поправка гирокомпаса; γ — плоское сближение меридианов в точке установки гирокомпаса в шахте при определении гироскопического азимута.

Поправка гирокомпаса выражается формулой

$$\delta = \alpha_0 - \Gamma_0 + \gamma_0,$$

где α_0 — дирекционный угол исходной стороны; Γ_0 — гироскопический азимут исходной стороны; γ_0 — плоское сближение меридианов в точке установки гирокомпаса на земной поверхности при определении поправки.

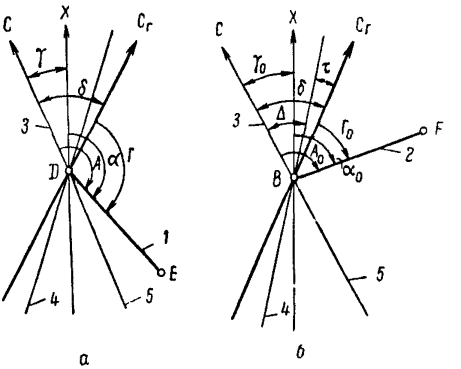


Рис. 1. Определение дирекционного угла гироскопическим способом (*а* — на ориентируемом горизонте, *б* — на земной поверхности).

1 — ориентируемая сторона подземной маркшейдерской опорной сети (*DE*); *2* — исходная сторона на земной поверхности (*BF*); *3* — направления меридианов, проходящих через точки *D* и *B*; *4* — положение равновесия чувствительного элемента; *5* — положение равновесия оси гирокомпаса.

Плоское сближение меридианов вычисляют по известным в геодезии формулам или выбирают из таблиц.

Принципиальная схема определения дирекционного угла гироскопическим способом представлена на рис. 1.

9.28. Наблюдения на исходной стороне маркшейдерской опорной сети на земной поверхности следует осуществлять при ориентировании подземной маркшейдерской опорной сети каждой шахты. В этом случае дирекционный угол ориентируемой стороны вычисляют по формуле

$$\alpha = \Gamma + \delta_м + \delta_\gamma,$$

а поправку гирокомпаса по формуле

$$\delta_м = \alpha_0 - \Gamma_0,$$

где $\delta_м$ — «местная» поправка гирокомпаса; δ_γ — разность плоских сближений меридианов в точках установки гирокомпаса на земной поверхности и в горных выработках.

9.29. Поправку гирокомпаса определяют двумя путями:

— независимо дважды, т. е. перед началом работы по ориентированию и после ее окончания;

— из предварительных многократных измерений.

В том и другом случае в процессе ориентирования не реже чем один раз в сутки определяют контрольное значение поправки.

9.30. Расхождение между двумя независимыми определениями поправки в начале и конце ориентирования или контрольным ее значением не должно превышать 2′. При допустимых расхождениях за окончательное значение поправки принимают среднее арифметическое из всех ее определений, включая и контрольные.

Определение поправки по многократным измерениям производят не менее чем из 5—6 измерений (по 2—3 измерения в день). Ошибка среднего значения поправки, полученная по отклонениям от среднего арифметического, не должна превышать $\pm 1'$. Отклонение контрольного значения поправки от ее среднего значения не должно превышать 2′. При допустимом отклонении контрольных значений поправки, если ее изменение не носит систематического характера, окончательное значение поправки вычисляют как среднее из всех определений, включая и контрольные.

9.31. Поправку за разность сближений меридианов δ_γ вычисляют для каждой ориентируемой стороны подземной сети по формуле

$$\delta_\gamma = \delta_{\gamma y} + \delta_{\gamma x}$$

где $\delta_{\gamma y} = \mu_0 (y_0 - y)$; $\delta_{\gamma x} = y (\mu_0 - \mu)$; $\mu_0 = 32{,}3 \operatorname{tg} B_0$; $\mu = 32{,}3 \operatorname{tg} B$; δ_γ — поправка, сек; y_0 и B_0 — ордината (*км*) и широта точки установки гирокомпаса на земной поверхности при определении поправки гирокомпаса; y и B — ордината (*км*) и широта точки установки гирокомпаса при определении гироскопического азимута ориентируемой стороны в шахте или на земной поверхности при контрольном измерении поправки.

Ординаты определяют до десятых долей километра. Коэффициент μ выбирают из табл. 39 приложения 28 по абсциссе или широте точки установки.

9.32. В случае, когда контрольное значение местной поправки гирокомпаса $\delta'_{мк}$ определяли в точке с ординатой y, а предшествующие определения производили в точке с ординатой y_0, полученное значение поправки $\delta'_{мк}$ следует исправить поправкой δ_γ за разность сближений меридианов.

Приведенное к точке с ординатой y_0 значение местной поправки $\delta_{мк}$ вычисляют по формуле $\delta_{мк} = \delta'_{мк} - \delta_\gamma$.

9.33. При определении гироскопического азимута исходной или ориентируемой стороны гирокомпас устанавливают непосредственно на пунктах сети; при невозможности этого допускается установка его вблизи пунктов, но не ближе чем в 30 *м*. Количество измеряемых

углов в полигоне примыкания должно быть не более двух. Углы на земной поверхности измеряют в соответствии с требованиями для полигонометрии 1-го разряда, в подземных выработках — в соответствии с требованиями для подземных полигонометрических ходов.

Длина ориентируемых сторон подземной маркшейдерской опорной сети и длина сторон в полигоне примыкания должны быть не менее 30 *м*.

9.34. Гироскопический азимут каждой ориентируемой стороны определяют независимо дважды. В случае ориентирования одной стороны подземной сети (параграф 9.6) после первого определения гироскопического азимута гирокомпас выключают и второе определение гироскопического азимута производят на другой точке установки гирокомпаса. При ориентировании нескольких сторон сети допускается второе определение гироскопического азимута выполнять на той же точке, но с повторной центрировкой гирокомпаса.

Разность двух определений гироскопического азимута не должна превышать 2′. За окончательное значение гироскопического азимута стороны принимают среднее арифметическое из двух определений.

9.35. Гироскопический азимут исходной стороны на земной поверхности и ориентируемой стороны подземной маркшейдерской опорной сети вычисляют по формуле

$$\Gamma = (N - N_0) + \varepsilon,$$

где N — отсчет по лимбу угломерной части гирокомпаса, соответствующий примычному направлению на один из пунктов исходной или ориентируемой стороны или на промежуточную точку полигонометрического хода; N_0 — отсчет по лимбу угломерной части гирокомпаса, соответствующий положению равновесия ЧЭ; ε — поправка за закручивание торсиона и подвеса (для гирокомпаса с центрированием на шпиле $\varepsilon = 0$).

Схема определения гироскопического азимута представлена на рис. 2.

9.36. Примычное направление N на один из пунктов исходной или ориентируемой стороны или на промежуточную точку измеряют при двух положениях вертикального круга дважды — в начале и в конце пуска. Разность двух измерений не должна превышать 30″. За окончательное направление принимают среднее из результатов двух измерений.

9.37. Отсчет N_0 по лимбу угломерной части гирокомпаса, соответствующий положению равновесия ЧЭ, определяют из наблюдений четырех последовательных точек реверсии прецессионных колебаний ЧЭ и вычисляют по формулам

$$N_0 = \frac{N_0' + N_0''}{2}; \quad N_0' = \frac{1}{2}\left(\frac{N_1 + N_3}{2} + N_2\right); \quad N_0'' = \frac{1}{2}\left(\frac{N_2 + N_4}{2} + N_3\right),$$

где N_0', N_0'' — промежуточные средние; N_1, N_2, N_3, N_4 — отсчеты по лимбу угломерной части гирокомпаса, соответствующие точкам реверсии ЧЭ.

Разность двух промежуточных средних не должна превышать 45″.

9.38. Результаты измерений при гироскопическом ориентировании записывают в журнал наблюдений (приложение 27).

Дирекционные углы вычисляют в формуляре (приложение 28).

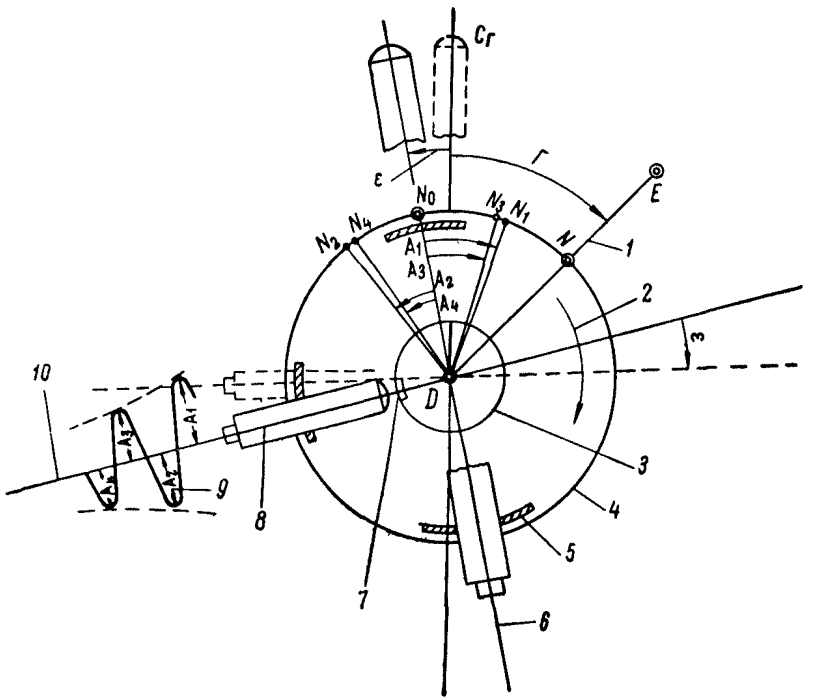


Рис. 2. Определение гироскопического азимута.

1 — ориентируемая сторона; *2* — направление оцифровки лимба; *3* — чувствительный элемент; *4* — лимб; *5* — алидада; *6* — визирная ось зрительной трубы; *7* — зеркало на ЧЭ; *8* — визирная ось автоколлимационной трубы; *9* — амплитуда прецессионных колебаний ЧЭ; *10* — положение равновесия ЧЭ.

Геометрическое ориентирование

9.39. Геометрическое ориентирование сети выполняют через один вертикальный шахтный ствол, два ствола, несколько вертикальных шахтных стволов.

Ориентирование через один вертикальный шахтный ствол

9.40. Ориентирование сети через один вертикальный шахтный ствол рекомендуется применять при глубине шахтного ствола не более 500 *м*.

При ориентировании надлежит руководствоваться следующими положениями:

— расстояние между отвесами должно быть максимальным;
— соединительные фигуры для решения задачи примыкания должны быть наиболее выгодной формы.

9.41. Перед ориентированием руководитель работ должен лично осмотреть шахтный ствол при медленном движении клети. Шахтный ствол на поверхности и на ориентируемом горизонте перекрывают полками с соблюдением требований безопасности производства работ. Другие работы в стволе, не связанные с ориентированием, не допускаются. В надшахтном здании, на станке копра должны быть жестко закреплены брусья для блоков и центрировочных пластинок.

Для связи между группами, работающими на поверхности и на ориентируемом горизонте, рекомендуется пользоваться телефонами.

9.42. Для уменьшения ошибки ориентирования надлежит принять меры к предельному уменьшению скорости движения воздуха в шахтном стволе и, где это возможно, заблаговременно полностью выключить вентиляторы на время ориентирования. При наличии движения воздуха в стволе рекомендуется принять меры к изоляции грузов и проволоки отвесов в области сопряжения шахтного ствола с околоствольным двором, поместив проволоку отвесов в трубы, а грузы отвесов — в специальные сосуды.

Решение задачи проектирования

9.43. Оборудование, применяемое при проектировании, должно удовлетворять следующим требованиям:
— все детали ручной лебедки должны выдерживать не менее трехкратной применяемой нагрузки;
— лебедки должны иметь два храповика с собачками;
— диаметр барабана должен быть не менее 250 *мм*;
— блоки должны иметь диаметр не менее 150 *мм*.

Комплект грузов должен состоять из набора чугунных или свинцовых пластин, имеющих форму дисков с одним радиальным вырезом или с двумя диаметрально противоположными вырезами, и штанг, на которые насаживают диски. Масса груза должна быть симметрична по отношению к проволоке отвеса. Рекомендуемая конструкция грузов приведена в приложении 29. Разрешается также применять литые отвесы, если их вес соответствует выбранному диаметру проволоки.

Для подвешивания груза употребляют стальную проволоку, обладающую высоким пределом прочности на разрыв. Для каждой проволоки должны принимать максимальный вес груза, равный по величине 60% от предела прочности проволоки. Пределы прочности проволоки на разрыв и допускаемый вес грузов для стальной углеродистой пружинной проволоки приведены в приложении 30. Тонкие проволоки диаметром до 1 *мм* включительно рекомендуется применять для проектирования в шахтных стволах глубиной менее 300 *м* и при скорости движения потока воздуха, не превышающей 0,7 *м/сек*. При большей глубине и большей

скорости движения воздушной струи рекомендуется применять проволоку диаметром 1—2 *мм*. До проектирования должен быть выполнен расчет удлинения проволоки в зависимости от применяемого груза и ее длины (приложение 31).

9.44. После спуска отвесов, нагрузки проволоки грузами и закрепления их на определенном горизонте проверяют отсутствие касания грузов отвесов о стенки сосудов и положение проволоки отвесов в шахтном стволе.

Проверку положения проволоки отвесов в шахтном стволе выполняют двумя основными способами: спуском по проволоке «почты», т. е. небольшого и легкого кольца, вырезанного из толя или другого материала; сличением расстояний между отвесами на земной поверхности и на ориентируемом горизонте.

Как контрольный применяют «способ маятника», т. е. наблюдение качания отвеса и вычисление полупериода его колебания t по формуле

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \approx \sqrt{l},$$

где $\pi = 3{,}14$; l — длина отвеса, *м*; g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 *м/сек*^{2}.

В случае отсутствия касания отвеса наблюденное и вычисленное t должны быть равны. Вычисленное t может быть взято из приложения 32. В случае неравенства t наблюденного и t вычисленного из соотношения $l = t^2$ определяют место касания; l покажет длину свободно висящего отвеса. Никакие измерения на ориентируемом горизонте по примыканию к отвесам не допускаются до тех пор, пока не будут сравнены расстояния между отвесами. Расхождение измеренных расстояний между отвесами на земной поверхности и в шахте не должно превышать 2 *мм*

Примечание. Расстояние измеряют между неподвижными отвесами или при качающихся отвесах между их средними положениями, установленными из наблюдений по шкалам.

9.45. На ориентируемом горизонте проектируемые точки должны фиксироваться на основе наблюдений за качаниями отвесов при помощи шкал с миллиметровыми делениями (тарелочек со шкалами, окулярной шкалы, прибора проф. П. К. Соболевского и др.).

Разрешается примыкать непосредственно к проволокам свободно висящих отвесов в том случае, если они неподвижны. Неподвижность отвесов контролируют отсчетами по шкалам, которые берут в начале и в конце примыкания. Разность между начальным и конечным отсчетами не должна превышать 0,4 *мм*.

9.46. Устанавливаемая на ориентируемом горизонте аппаратура для наблюдений за качаниями отвесов (шкалы, зеркала и т. п.) должна быть закреплена таким образом, чтобы обеспечивалась неподвижность ее в процессе ориентирования.

Крайние положения отвесов на шкалах надлежит фиксировать только по внешним или только по внутренним краям проволоки. Число отсчетов по шкале, соответствующих крайним (левым или правым) положениям отвесов, должно составлять 11—13.

Отсчет по шкале, соответствующий среднему положению отвеса, определяют по формулам

$$N_0 = \frac{N_1 + N_2 + \ldots + N_k}{k},$$

$$N_1 = \frac{N_{l1} + 2N_{r1} + N_{l2}}{4}, \quad N_2 = \frac{N_{r1} + 2N_{l2} + N_{r2}}{4} \text{ и т. д.;}$$

$$k = (n-1) + (m-1),$$

где $N_{l1}, \ldots, N_{ln}$ — отсчеты по шкале соответствующие крайним левым положениям отвеса; $N_{r1}, \ldots, N_{rm}$ — отсчеты по шкале, соответствующие крайним правым положениям отвеса; n и m — соответственно число левых и правых отсчетов.

После вычисления отсчетов, соответствующих среднему положению отвеса по фронтальной и продольной шкалам, закрепляют проволоку отвесов против этих отсчетов или заменяют ее плашками с остриями, устанавливаемыми посредством винтов против соответствующих отсчетов.

Проектирование во всех случаях осуществляют одногрузовым способом.

Решение задачи примыкания

9.47. Способ примыкания к створу отвесов выбирают таким образом, чтобы средняя ошибка передачи дирекционного угла от исходной стороны к створу отвесов на земной поверхности и от створа отвесов к стороне подземной маркшейдерской опорной сети в отдельности не превышала $\pm 30''$.

9.48. Для примыкания к створу отвесов рекомендуется способ соединительного треугольника. Разрешается применять также и другие способы при условии соблюдения требований, изложенных в параграфе 9.47.

9.49. Если стороны исходных полигонометрических ходов или ходов, подлежащих ориентированию, меньше 20 *м*, углы измеряют с применением автоматического центрирования или с применением нескольких инструментов с визированием непосредственно на их керны.

Примыкание способом соединительного треугольника

9.50. Для решения задачи примыкания необходимо измерить все три стороны соединительного треугольника ABC и углы γ, δ, ε при точке C. Схема измерений при решении задачи примыкания

к отвесам A и B или точкам, их заменяющим, способом соединительного треугольника представлена на рис. 3.

9.51. Соединительному треугольнику должна быть придана наиболее выгодная форма, при которой неизбежные ошибки измерений оказывают минимальное влияние на точность решения задачи примыкания. Наиболее выгодной формой соединительного треугольника следует считать треугольник с углами γ и α, не превышающими 2—3°, с возможно меньшим значением отношения $\frac{a}{c}$.

Примечание. При ориентировании сети на шахтах с размером крыла поля по простиранию не более 300 *м* допускаются соединительные треугольники менее выгодной формы.

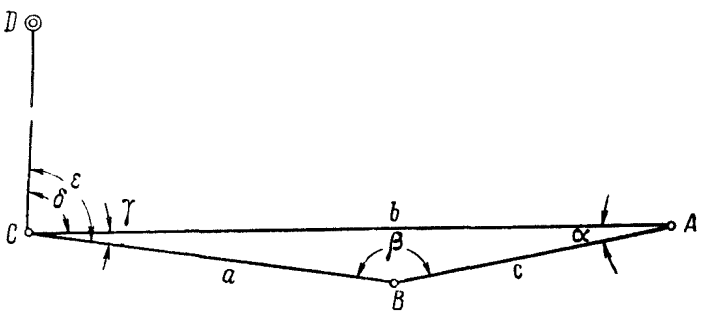


Рис. 3. Соединительный треугольник.
A и *B* — отвесы; *C* — точка установки инструмента.

9.52. Вычисление углов α и β при $0 < \alpha < 20°$ выполняют по формуле синусов. В соединительном треугольнике при угле $\alpha < 2°$ и угле $\beta > 178°$ вычисление значений углов может быть выполнено по приближенным формулам

$$\alpha = \gamma \frac{a}{c}; \quad \beta = \gamma \frac{b}{c}.$$

Для подземного треугольника в вычисление вводят расстояние между отвесами, непосредственно измеренное на ориентируемом горизонте.

9.53. Перед примыканием должна быть подсчитана ожидаемая ошибка вычисляемого угла, зависящая от длины сторон треугольника, и ошибки измерения угла γ. В вытянутых треугольниках ($\alpha < 2°$ и $\beta > 178°$) ошибка вычисляемого угла может быть определена по формуле

$$m_\alpha = \pm \frac{a}{c} m_\gamma.$$

Решение задачи примыкания способом соединительного треугольника допускается выполнять только в тех случаях, когда вычисленная средняя ошибка угла α не превысит $\pm 20''$.

Примечание. Это требование не распространяется на те случаи, когда допускается расхождение между двукратным ориентированием в 10′ (параграф 9.21).

9.54. Средняя ошибка измерения углов при точке C не должна быть более $\pm 7''$, для чего измерение углов теодолитами типа Т15 выполняют одним приемом из трех повторений, а теодолитами типа Т5, Т2 — не менее чем двумя приемами. Разность углов $(\varepsilon - \delta - \gamma)$ не должна превышать $\pm 20''$. Расхождение значений углов в приемах не должно быть более $10''$. Углы при точке C должны быть уравновешены.

9.55. Стороны соединительного треугольника измеряют стальной рулеткой при постоянном натяжении не менее пяти раз; отсчеты берут до миллиметров. За окончательный результат измерения принимают среднее арифметическое. Разность между отдельными измерениями одной и той же стороны не должна превышать 2 *мм*, а средняя ошибка результата измерения каждой стороны не должна быть более $\pm 0{,}5$ *мм*.

9.56. Для контроля измерения сторон соединительного треугольника вычисляют длину линии, соединяющей отвесы, по формуле $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\gamma$ и сравнивают с измеренной. Разность между вычисленным значением этой стороны и непосредственно измеренным не должна превышать при примыкании на земной поверхности ± 3 *мм* и при примыкании на ориентируемом горизонте ± 5 *мм*. Решение соединительных треугольников рекомендуется выполнять по формулярам, приведенным в приложении 33.

Ориентирование через два вертикальных шахтных ствола

9.57. При ориентировании через два вертикальных шахтных ствола закрепление, спуск и проверку положения отвесов в стволах, а также выбор грузов выполняют в соответствии с требованиями, изложенными в параграфах 9.41—9.44. Схема измерений при ориентировании сети через два вертикальных шахтных ствола представлена на рис. 4.

9.58. В зависимости от расстояния между шахтными стволами положение отвесов в них определяют от одного или двух подходных пунктов. Средняя ошибка дирекционного угла линии, соединяющей отвесы, не должна превышать по отношению к ближайшей стороне маркшейдерской опорной сети на земной поверхности $\pm 20''$. В соответствии с этим при расстоянии между отвесами менее 50 *м* проектирование надлежит выполнять с применением центрировочных тарелочек при условии проведения мероприятий, предусмотренных в параграфе 9.45.

Предварительная оценка точности дирекционного угла линии, соединяющей отвесы, на земной поверхности при ориентировании через два вертикальных шахтных ствола приведена в приложении 34.

9.59. До ориентирования через два вертикальных шахтных ствола выполняют предварительную оценку точности дирекционного

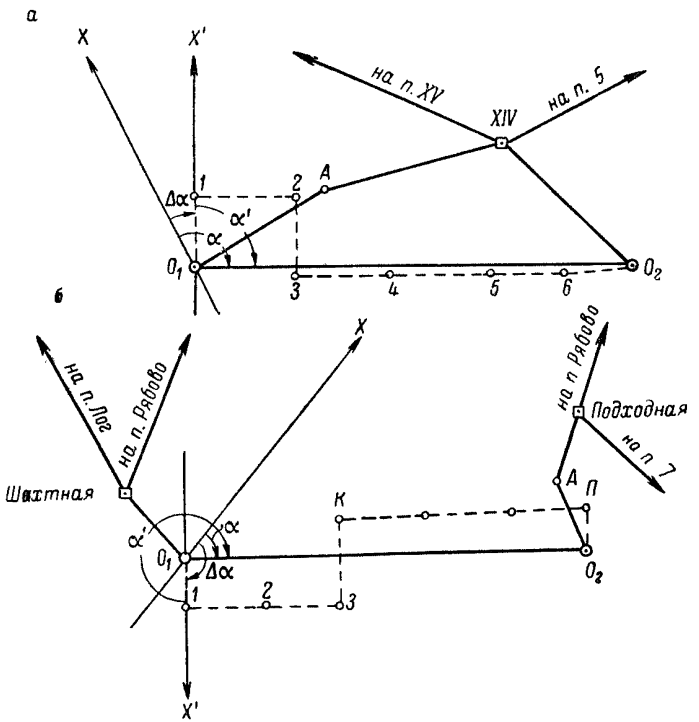


Рис. 4. Соединительные полигонометрические ходы при ориентировании через два вертикальных шахтных ствола (*а* — с одним подходным пунктом, *б* — с двумя подходными пунктами).

O_1 — A — XIV — O_2, O_1 — Шахтная, *O_2 — A* — Подходная — ходы на земной поверхности; *O_1 — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — O_2, O_1 — 1 — 2 — 3 — K . . .П — O_2* — ходы в подземных горных выработках; *X* — ось абсцисс в принятой на земной поверхности системе координат; *X'* — ось абсцисс в условной системе координат.

угла стороны подземной маркшейдерской опорной сети, исходя из того, что средняя ошибка ориентируемой стороны подземного полигонометрического хода не должна превышать $\pm 1'$ (приложение 35).

В измеренные линии соединительных полигонометрических ходов должны быть введены поправки за приведение к поверхности референц-эллипсоида и на плоскость проекции Гаусса.

9.60. Расхождение в расстояниях между отвесами, вычисленных по координатам в единой системе и в условной системе, не должно превышать величины Δc, определяемой по формуле

$$\Delta c = 2\sqrt{\frac{m_\beta^2}{\rho^2}[R_{x_l}^2] + \mu[l_l \cos^2 \varphi_l] + \lambda^2 L^2},$$

где m_β — средняя ошибка измерения угла; $[R_{x_l}^2]$ — сумма квадратов проекций расстояний от вершин полигонометрического хода до точки O_2 на направление, перпендикулярное к линии O_1O_2; μ — коэффициент случайного влияния при линейных измерениях; λ — коэффициент систематического влияния при линейных измерениях; l_l — длина стороны полигонометрического хода; φ_l — угол, составляемый стороной полигонометрического хода с линией O_1O_2; L — расстояние между отвесами.

Примечание. Допустимое расхождение в расстояниях между отвесами не является полным контролем ориентирования. При вытянутом полигонометрическом ходе контролируют только линейные измерения; грубая ошибка, допущенная в измерении углов, в этом случае может быть не выявлена.

9.61. Ориентирование через два вертикальных шахтных ствола должно быть выполнено независимо дважды, если ориентирование другим способом не выполнялось. За окончательный результат принимают среднее арифметическое.

Примечание. Рекомендуется выполнять ориентирование через два вертикальных шахтных ствола в комбинации с гироскопическим ориентированием сторон, примыкающих к отвесам.

9.62. Невязки в приращениях координат распределяют пропорционально длине сторон.

Вычисление ориентирования через два вертикальных шахтных ствола рекомендуется выполнять по формулярам, приведенным в приложении 36.

Ориентирование через несколько вертикальных шахтных стволов

9.63. При наличии нескольких вертикальных стволов, соединяющихся между собою, ориентирование сети рекомендуется выполнять через все такие стволы с использованием всех избыточных данных. Вычисление ориентирования через 3 и 4 вертикальные выработки приведено в приложении 37.

УГЛОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

9.64. Углы в подземных полигонометрических ходах следует измерять теодолитами с точностью отсчетных приспособлений не менее 30″. Методику и точность центрирования теодолита и сигналов (или шнуров отвесов) определяют в зависимости от длины сторон

по табл. 18. В случаях применения шнурового отвеса для центрирования теодолита или проектирования точек на кровлю или подошву выработки должны быть приняты меры по ограждению отвеса от влияния воздушной струи.

ТАБЛИЦА 18

Длина сторон (проекция на горизонтальную плоскость), *м*		
5—10	10—20	>20
При помощи приборов автоматического центрирования	Двукратное центрирование теодолита (с измерением угла при каждой центрировке)	Однократное центрирование теодолита

9.65. Углы (левые по ходу) в полигонометрических ходах, прокладываемых в выработках с углом наклона менее 30°, измеряют одним полным повторением. Разность между одинарным значением угла (контрольным углом) и окончательным (средним) его значением не должна превышать 45″. В том случае, если одна из сторон измеряемого угла горизонтальная, а другая наклонная, эта разность не должна быть более 90″.

Примечание. При использовании для измерения горизонтальных углов теодолитов с точностью отсчетных приспособлений 12″ и точнее углы разрешается измерять способом приемов.

9.66. Измерение углов в выработках с углом наклона более 30° рекомендуется выполнять способом приемов (не менее двух), соблюдая следующие правила:

— лимб повторительного теодолита на все время измерения должен быть закреплен;

— установку вертикальной оси вращения инструмента в отвесное положение производят при помощи накладного уровня;

— вращение инструмента должно выполняться всегда в одну и ту же сторону (при установке вертикальной оси вращения инструмента по уровню и в процессе измерения углов);

— установку вертикальной оси вращения инструмента в отвесное положение производят независимо перед каждым приемом.

Допустимые расхождения в углах, полученных из отдельных приемов, не должны превышать величин, приведенных в табл. 19.

9.67. Перед использованием постоянных пунктов сети для контроля их неподвижности измеряют контрольный угол. Разность между предыдущим и последующим значениями угла не должна превышать 1′.

ТАБЛИЦА 19

Углы наклона выработки	Допустимые расхождения между углами отдельных приемов
31—45°	45″
46—60	60
61—70	90
71—75	120

9.68. Результаты измерения углов записывают в журнал измерения угловых и линейных элементов полигонометрических ходов (приложение 38).

ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

9.69. Длину сторон полигонометрических ходов измеряют стальными компарированными рулетками, подвесными лентами, длиномерами АД-1, мерными проволоками, светодальномерами типа МСД-1 и другими приборами, обеспечивающими необходимую точность. В шахтах, неопасных по газу и пыли, при измерении линий длиной более 50 *м* разрешается использовать различные светодальномеры со средней ошибкой измерения расстояний не более ±1 *см*.

9.70. Линейные измерения в полигонометрических ходах, как правило, выполняют одновременно с угловыми измерениями. При измерении линий рулетками стороны разбивают на интервалы, несколько меньшие, чем длина мерного прибора. Отклонение концов интервалов от створа при минимальной их длине 10 *м* не должно превышать 10 *см*.

9.71. Линии измеряют при постоянном натяжении мерного прибора, равном натяжению при компарировании. Силу натяжения фиксируют динамометром. Температуру воздуха учитывают в том случае, если изменение ее относительно температуры компарирования превышает ±5°.

9.72. Отсчеты при измерении интервалов линии берут до миллиметров. Каждый интервал измеряют не менее двух раз; второе измерение интервала выполняют при смещении мерного прибора. Расхождение между двумя измерениями интервала не должно превышать 5 *мм*.

9.73. Каждая сторона полигонометрического хода должна быть измерена независимо дважды — в прямом и обратном направлениях. Расхождение между двумя независимыми измерениями одной и той же стороны хода не должно превышать 1 : 3000 длины измеренной стороны. Для приведения измеренной длины линий на горизонтальную плоскость углы наклона линий измеряют теодолитом.

9.74. Измерение длины линий светодальномером МСД-1 в замкнутых полигонометрических ходах и ходах, опирающихся на пункты с твердыми координатами, выполняют при одной установке светодальномера и отражателя. В висячих полигонометрических ходах (параграф 9.5) и полигонометрических ходах специального назначения (параграф 9.8) линейные измерения выполняют с переменой мест отражателя и светодальномера.

Линии измеряют одним-двумя приемами. Если расхождение между отсчетами при измерении линии на первой и второй фазах не превышает 5 *мм* — ограничиваются одним приемом; при большем расхождении делают два приема. В каждом приеме берут четыре отсчета по шкале оптической линии задержки. Дробная часть цикла при измерении линий не должна превышать 0,40 цикла. Расхождение между результатами измерений на отдельных частотах не должно превышать 8 *мм*.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И УРАВНОВЕШИВАНИЕ СЕТЕЙ

9.75. В предварительную обработку результатов измерений входят: проверка журналов угловых и линейных измерений; вычисление длины измеренных линий и поправок к ним; вычисление угловых и линейных невязок.

9.76. В измеренные линии должны быть введены поправки за компарирование, температуру, угол наклона и провес. Поправки за приведение к поверхности референц-эллипсоида и за приведение на плоскость проекции Гаусса вводят в том случае, если они в сумме превышают 1 : 15 000 длины измеренных линий. Поправки выбирают из специальных таблиц или вычисляют по формулам.

9.77. Угловая невязка в полигонометрических ходах не должна превышать величин, вычисляемых по формулам:

в свободных замкнутых полигонах и полигонах, проложенных между двумя жесткими сторонами,

$$f_\beta = 2m_\beta \sqrt{n};$$

в свободных висячих полигонах, пройденных дважды,

$$f_\beta = 2m_\beta \sqrt{n_1 + n_2};$$

в полигонах, проложенных между двумя сторонами, дирекционные углы которых определены гироскопическим или другим способом с учетом ошибок их определения,

$$f_\beta = 2\sqrt{2m_\alpha^2 + nm_\beta^2},$$

где m_α — средняя ошибка определения дирекционного угла; m_β — средняя ошибка измерения угла; n — число углов полигонометрического хода; $n_1 + n_2$ — число углов в первом и втором ходах.

Средняя ошибка ориентирования принимается равной $\pm 45''$.

Среднюю ошибку измерения угла в полигонометрическом ходе принимают согласно параграфу 9.4 равной $\pm 20''$. В случае, если угловая невязка превышает эти величины, углы должны быть измерены вновь.

9.78. Линейная невязка в замкнутых полигонах не должна превышать 1 : 3000 длины хода, а расхождение между дважды пройденными полигонометрическими ходами (без предварительного уравновешивания углов) — 1 : 2000 длины первого и второго ходов.

При периметре хода менее 500 *м* абсолютная невязка в замкнутом полигоне не должна превышать 15 *см*, а расхождение между дважды пройденными ходами — 20 *см*.

Для дважды проложенного полигонометрического хода произвольной формы, опирающегося в конце на твердые координаты одного пункта (отвеса), линейная относительная ошибка не должна быть более 1 : 2000. Для полигонометрических ходов вытянутой формы, разделенных на секции, при примыкании в конце хода к пункту с твердыми координатами (отвесу) линейная относительная невязка не должна быть более 1 : 3000. В обоих случаях абсолютная невязка не должна превышать 0,8 *мм* на плане.

9.79. Уравновешивание как отдельных полигонометрических ходов, так и их систем, как правило, выполняют приближенными раздельными способами. Вначале уравновешивают результаты угловых измерений, а затем отдельно приращения абсцисс и приращения ординат.

При уравновешивании свободных замкнутых полигонов и ходов, опирающихся на две твердые стороны, угловую невязку распределяют на все углы поровну, а невязки в приращениях координат пропорционально длине каждой линии.

Уравновешивание дважды проложенных висячих ходов заключается в получении средних значений определяемых дирекционных углов сторон и координат точек.

В том случае, когда полигонометрические ходы опираются на стороны, дирекционные углы которых определены из геометрического или гироскопического ориентирования (параграф 9.5), угловую невязку распределяют обратно пропорционально весам соответствующих элементов.

За вес суммы углов в каждой секции принимают величину, обратную их числу, т. е.

$$p_{[\beta]} = \frac{1}{n},$$

а за вес опорных дирекционных углов величину

$$p_2 = \frac{m_\beta^2}{m_\alpha^2},$$

где m_β — средняя ошибка измерения углов; m_α — средняя ошибка определения опорных дирекционных углов; n — число углов в секции.

9.80. Системы полигонометрических ходов уравновешивают одним из следующих способов: полигонов, последовательных приближений, узлов, эквивалентной замены.

Примеры уравновешивания систем полигонометрических ходов приведены в приложении 39.

Вычисление координат пунктов полигонометрических ходов рекомендуется выполнять по формуляру, приведенному в приложении 40. Координаты пунктов вычисляют до миллиметров. Допускается при пользовании таблицами округлять дирекционные углы до десятков секунд. При вычислении и уравновешивании подземных маркшейдерских опорных сетей при помощи ЭВМ рекомендуется использовать стандартные программы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ПУНКТОВ ОПОРНОЙ СЕТИ

9.81. Высоты от реперов III и IV классов, расположенных на земной поверхности, на пункты подземной маркшейдерской опорной сети передают через вертикальные, наклонные или горизонтальные горные выработки.

9.82. Передачу высот через вертикальные горные выработки рекомендуется выполнять длиномером ДА-2 или длинной шахтной лентой. Порядок работ при передаче высот длиномером ДА-2 приведен в приложении 41.

9.83. Температуру воздуха при передаче высот измеряют в начале и в конце работы на земной поверхности и на горизонте околоствольного двора с округлением до градусов.

9.84. Отсчеты по нивелирным рейкам, мерной ленте и груз-рейке фиксируются до миллиметров при двух положениях трубы нивелира с перекладывающейся трубой или при двух горизонтах при работе с глухим нивелиром. Расхождение между двумя отсчетами или двумя превышениями не должно быть более 4 *мм*; за результат принимают среднее арифметическое.

9.85. Передачу высот при помощи длиномера ДА-2 должны выполнять один раз при движении проволоки вниз, другой — при движении ее вверх. При второй передаче высот положение груз-рейки на горизонте околоствольного двора должно быть изменено по высоте

Примечание. В зимних условиях в случае обледенения проволоки допускается передачу высот выполнять только при движении проволоки вниз. Измерения выполняют с двумя рейками: груз-рейкой и контрольной рейкой. Контрольную рейку подвешивают на 1—2 *м* выше груз-рейки.

9.86. При передаче высот длинной шахтной лентой второе измерение превышения выполняют после изменения положения ленты и нивелиров.

9.87. В измеренное превышение вводят поправки:

при измерении длиномером ДА-2

— за диаметр проволоки;

— за разность температуры проволоки на земной поверхности и в шахтном стволе;

— за разность температуры диска при измерении и компарировании;

— за компарирование диска;

при измерении длинной шахтной лентой

— за удлинение ленты от собственного веса;

— за удлинение ленты от разности веса грузов при компарировании и измерении;

— за температуру;

— за компарирование.

9.88. Расхождение между двумя превышениями после введения в результаты поправок не должно превышать величины, установленной в параграфе 9.9. При допустимых расхождениях за окончательное значение превышения принимают среднее арифметическое из двух измерений.

9.89. Передачу высот по выработкам с углом наклона более 5—8° производят тригонометрическим нивелированием, которое рекомендуется выполнять одновременно с проложением полигонометрического хода.

Для тригонометрического нивелирования применяют устанавливаемые на платформы консолей теодолиты с точностью отсчетных приспособлений вертикального круга не менее 30″. Нивелирование рекомендуется выполнять с применением визирных марок или компенсаторов высоты, а при углах наклона более 30° с применением дисковых сигналов. На шнурах отвесов при визировании должны быть сделаны метки.

9.90. Вертикальные углы измеряют одним приемом в прямом и обратном направлениях. На каждой станции вычисляют место горизонта (место нуля). Расхождение значений места горизонта не должно превышать двойной точности отсчетных приспособлений вертикального круга.

9.91. Измерение линий тригонометрического хода выполняют в соответствии с требованиями, предусмотренными для линейных измерений в подземных полигонометрических ходах. Высоту инструмента и сигналов или расстояния до центров пунктов в кровле выработок измеряют рулеткой дважды. Расхождение между двумя измерениями не должно превышать 5 *мм*.

9.92. Превышения для каждой линии хода определяют из прямого и обратного нивелирования. Разность превышений для одной и той же линии не должна быть более $0{,}05l$, *см*, где l — длина линии, *м*. Расхождения в превышениях всего хода не должны быть более величины, установленной в параграфе 9.9.

9.93. Вычисление высот пунктов тригонометрического нивелирования рекомендуется выполнять в журнале, приведенном в приложении 42.

9.94. Передачу высот по выработкам с углом наклона не более 5—8° выполняют техническим нивелированием. Для нивелирования

применяют нивелиры с самоустанавливающейся линией визирования НС4 и НТ (ГОСТ 10528—69). Разрешается применять также нивелиры других конструкций.

До начала нивелирования должна быть проверена устойчивость реперов. Разность между контрольными превышениями и ранее установленными превышениями между реперами не должна быть более 5 *мм*.

Нивелирование выполняют примерно из середины; допускается неравенство плеч в пределах 5—8 *м*. Расстояние между рейками не должно превышать 100 *м*. Отсчеты по рейкам берут до миллиметров. Расхождение в превышениях на станции, определенных по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах инструмента, не должно превышать 10 *мм*. Результаты записывают в журнал технического нивелирования (приложение 43).

9.95. Нивелирные ходы прокладывают в одном направлении в виде замкнутых полигонов. Разрешается прокладывать висячие ходы в прямом и обратном направлениях. Невязки ходов технического нивелирования не должны превышать ± 50 *мм* $\sqrt{L}$, где L — длина хода, *км*.

9.96. Уравновешивание отдельных нивелирных ходов выполняют распределением невязки пропорционально длине сторон хода. За окончательное значение высоты точки, определенной из двух ходов равной длины, принимают среднее арифметическое.

9.97. При уравновешивании систем ходов применяют следующие способы: полигонов, узлов, эквивалентной замены, последовательных приближений.

В качестве весов принимают величины, обратно пропорциональные длине звеньев или числу станций в звене. Примеры уравновешивания высотных сетей приведены в приложении 44.

Глава 10. СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

10.1. Съемочные сети разделяются на сети 1 и 2-го разрядов. Съемочные сети 1-го разряда состоят из теодолитных ходов и предназначаются для съемки подготовительных выработок. Исходными данными при построении съемочных сетей 1-го разряда являются пункты маркшейдерской опорной сети.

Съемочные сети 2-го разряда опираются на пункты съемочных сетей 1-го разряда и предназначаются для съемки очистных забоев и нарезных выработок в очистных блоках. Пункты съемочных сетей 2-го разряда определяют проложением ходов пониженной точности с помощью угломера или теодолита. Основные данные о съемочных сетях приведены в табл. 20.

10.2. Теодолитные и угломерные ходы сетей 1 и 2-го разрядов прокладывают между пунктами сетей старшего разряда. Ходы

ТАБЛИЦА 20

Разряды съемочной сети	Предельная длина ходов, км	Средняя ошибка измерения углов	Допустимое расхождение между двумя измерениями линий
1	2,0	±45″	1 : 1000
2	0,5	±3′	1 : 200

должны быть замкнутыми или проложенными дважды. При проложении теодолитных ходов в выработках, по которым впоследствии будут прокладывать полигонометрические ходы опорной сети, допускаются (за исключением случаев, указанных в параграфе 11.4) висячие теодолитные ходы 1-го разряда с измерением левых и правых углов. Длина таких ходов не должна превышать 300 *м* при составлении планов горных выработок в масштабе 1 : 1000 и 500 *м* — в масштабе 1 : 2000.

10.3. Ориентирование съемочной сети, расположенной в подэтажных выработках очистных блоков, выполняют таким образом, чтобы ошибка ориентирования по отношению к ближайшей стороне подземной маркшейдерской опорной сети или съемочной сети 1-го разряда не превышала ±10′.

10.4. Высоты пунктов съемочной сети определяют по мере необходимости тригонометрическим или техническим нивелированием. Ошибка определения высот пунктов съемочной сети подэтажных горизонтов по отношению к высотам пунктов подземной маркшейдерской опорной сети не должна превышать ±0,15 *м*.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПУНКТОВ

10.5. Пункты съемочных сетей закрепляют как временные пункты подземной маркшейдерской опорной сети (параграф 9.15). При съемке очистных забоев (лав), выполняемой с применением подвесных теодолитов, пункты съемочной сети разрешается не закреплять. Закрепленные пункты съемочной сети должны быть пронумерованы. Порядок нумерации пунктов и способы опознавания их в выработках устанавливают в соответствии с требованиями параграфов 9.17—9.19.

ОРИЕНТИРОВАНИЕ СЪЕМОЧНЫХ СЕТЕЙ ПОДЭТАЖНЫХ ГОРИЗОНТОВ

10.6. В зависимости от характера выработок, соединяющих основной горизонт с подэтажными горизонтами, ориентирование съемочных сетей подэтажных горизонтов рекомендуется выполнять одним из следующих способов:

— через два вертикальных восстающих, соединенных выработками;

— через один вертикальный восстающий способом двух отвесов с примыканием к ним створом или соединительным треугольником;

— через наклонные восстающие путем проложения теодолитных или угломерных ходов, а также путем примыкания к зеркалу наклонной проволоки или при помощи двух теодолитов и накладной рейки.

Разрешается применять другие способы ориентирования, обеспечивающие необходимую точность (оптические, гироскопические и др.).

10.7. Исходными пунктами для ориентирования съемочных сетей подэтажных горизонтов очистного блока должны быть пункты подземной маркшейдерской опорной сети или пункты съемочной сети 1-го разряда.

10.8. Ориентирование съемочной сети выполняют независимо дважды; расхождение между двумя ориентированиями не должно превышать 14′. При последовательном ориентировании горизонтов расхождение не должно превышать величины

$$\frac{14'}{\sqrt{n}},$$

где n — число горизонтов.

10.9. При ориентировании съемочной сети через два вертикальных восстающих углы на точках соединительного хода измеряются теодолитом Т15 или Т20 одним повторением. Длину сторон измеряют стальной рулеткой в прямом и обратном направлениях; расхождение между двумя измерениями не должно превышать 1 : 1000.

10.10. При ориентировании сети через вертикальный восстающий ошибка проектирования точек не должна быть более ± 1 *мм*. Расстояние между отвесами не должно быть менее 0,5 *м*. Углы измеряют одним приемом или одним повторением теодолитами типа Т15 или Т20. Линейные измерения выполняют дважды; расхождение между двумя измерениями не должно быть более 3 *мм*. Расхождение непосредственно измеренного и вычисленного расстояний между отвесами не должно быть более 5 *мм*.

10.11. В случаях, когда подэтажные выработки в очистном блоке соединены с выработками основного горизонта через наклонные восстающие, по ним прокладывают теодолитные и угломерные ходы съемочной сети второго разряда, которые должны замыкаться на вентиляционных горизонтах или в подэтажных выработках, или же должны быть пройдены независимо дважды.

10.12. При углах наклона восстающих 70° и более рекомендуется использовать метод ориентирования при помощи двух теодолитов и накладной рейки или при помощи комплекта угломеров типа УТ-3 (по ГОСТ 11898—66). Угловые измерения при этом выполняют в соответствии с требованиями для съемочных сетей 2-го разряда.

УГЛОВЫЕ И ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

10.13. Измерение углов в теодолитных ходах съемочной сети 1-го разряда следует выполнять одним полным повторением теодолитами с точностью отсчетных приспособлений не менее 1′.

Теодолит и сигналы центрируют с ошибкой не более 1 : 10 000 меньшей стороны измеряемого угла. В выработках с углом наклона более 30° рекомендуется измерять углы способом приемов с соблюдением правил, установленных в параграфе 9.66. Разность между контрольным и окончательным значениями угла не должна превышать 60″. В том случае, если одна из сторон измеряемого угла горизонтальна, а другая наклонна, эта разность не должна превышать 90″.

10.14. Углы в съемочных сетях 2-го разряда измеряют угломерами типа УТ-3 и другими, равноточными им. Разрешается использовать теодолиты различного типа. Ошибка центрирования инструмента и сигналов не должна превышать ±5 *мм*. Углы измеряют одним повторением или приемом. Расхождение между контрольным и окончательным значениями угла или расхождение углов в полуприемах не должно превышать 5′. При использовании теодолитов допускается отсчеты по лимбу округлять до четного числа минут.

10.15. При проложении ходов съемочных сетей второго разряда по крутонаклонным выработкам инструмент следует центрировать с точностью до 1 *мм*.

При угле наклона выработки менее 75° используют два угломера и углы измеряют методом взаимного визирования. При угле наклона выработок более 75° применяют метод взаимного ориентирования угломеров.

10.16. Перед каждым пополнением теодолитного или угломерного хода для контроля следует измерять последний угол предыдущего хода; разность между предыдущим и последующим значениями угла не должна превышать в ходах съемочных сетей 1-го разряда 2′ и в ходах съемочных сетей 2-го разряда 8′.

10.17. Измерение линий в съемочных ходах 1-го разряда выполняют стальными компарированными рулетками (лентами) в прямом и обратном направлениях. Натяжение мерного прибора допускается без динамометра. Расхождение между двумя измерениями одной и той же стороны хода не должно быть более 1 : 1000 измеряемой длины.

10.18. Измерение линий в ходах съемочной сети 2-го разряда выполняют стальными или тесьмяными рулетками в прямом и обратном направлениях. Отсчеты по шкале рулетки берут до сантиметров. Расхождение между двумя независимыми измерениями не должно превышать 1 : 200 длины измеряемой линии.

10.19. Линии в ходах съемочных сетей 1 и 2-го разрядов разрешается измерять оптическими способами с соблюдением установленной в параграфах 10.17 и 10.18 точности измерений.

10.20. В измеренные линии вводят поправки за компарирование мерных приборов и за угол наклона линий к горизонту в том случае,

если они в сумме превышают для ходов съемочных сетей 1-го разряда 1 : 2000.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ПУНКТОВ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ

10.21. Высоты пунктов съемочной сети определяют с помощью тригонометрического нивелирования, как правило, одновременно с проложением теодолитных или угломерных ходов.

10.22. В ходах съемочной сети 1-го разряда вертикальные углы измеряют теодолитом при двух положениях трубы в прямом и обратном направлениях. Расхождение между превышениями не должно быть более 5 *см*. Место горизонта (место нуля) определяют в начале и в конце хода; расхождение не должно превышать 2′.

10.23. В ходах съемочной сети 2-го разряда вертикальные углы измеряют угломером или теодолитом в прямом и обратном направлениях. Расхождение между превышениями не должно быть более 10 *см*. Если тригонометрическое нивелирование выполняют одним угломером, зрительная труба которого расположена эксцентренно, в измеренные вертикальные углы вводят поправки за эксцентренность трубы.

Примечание. В ходах, прокладываемых двумя угломерами методами взаимного визирования или взаимного ориентирования, эксцентриситет зрительной трубы не оказывает влияния на величину вертикальных углов. При применении метода взаимного ориентирования инструментов вертикальные углы измеряют только в одном направлении.

10.24. Высоту инструмента и высоту сигналов измеряют рулеткой дважды с отсчитыванием до сантиметров.

10.25. Невязки в ходах тригонометрического нивелирования не должны превышать: в ходах съемочной сети 1-го разряда 25 $мм\sqrt{n}$, в ходах съемочной сети 2-го разряда 50 $мм\sqrt{n}$, где n — число сторон хода.

Невязку распределяют поровну на каждое превышение.

10.26. При соединении подэтажных выработок с выработками основного горизонта вертикальными восстающими высоты на пункты съемочной сети в подэтажных выработках передают при помощи рулетки и нивелиров по схеме, аналогичной схеме измерения глубины шахтного ствола. Передачу высот на каждый подэтажный горизонт выполняют дважды. Расхождение между превышениями не должно быть более 5 *см*.

ВЫЧИСЛЕНИЕ И УРАВНОВЕШИВАНИЕ СЪЕМОЧНЫХ СЕТЕЙ

10.27. Перед вычислением координат пунктов съемочных сетей должны быть проверены записи и вычисления в журналах угловых и линейных измерений, а также соответствие выполненных измерений установленным допускам.

10.28. Угловые невязки не должны превышать следующих величин:

в замкнутых ходах

в сетях 1-го разряда — $1',5\sqrt{n}$;

в сетях 2-го разряда — $6'\sqrt{n}$;

в ходах, пройденных дважды,

в сетях 1-го разряда — $1',5\sqrt{n_1 + n_2}$;

в сетях 2-го разряда — $6'\sqrt{n_1 + n_2}$,

где n — число измеренных углов в замкнутом ходе; $n_1 + n_2$ — число углов в первом и втором ходах.

Допустимую невязку в углах замкнутых ходов распределяют на все углы поровну. В ходах, пройденных дважды, за окончательное значение дирекционного угла последней стороны принимают среднее арифметическое.

10.29. Относительная линейная невязка не должна превышать следующих величин:

в замкнутых ходах

в сетях 1-го разряда — 1 : 1500;

в сетях 2-го разряда — 1 : 500;

в ходах, пройденных дважды, или в ходах, пройденных между двумя твердыми сторонами,

в сетях 1-го разряда — 1 : 1000;

в сетях 2-го разряда — 1 : 300.

Невязку в приращениях координат замкнутых ходов, пройденных между двумя жесткими сторонами, распределяют в приращения координат пропорционально длине линий. Уравновешивание дважды проложенных висячих ходов по одним и тем же точкам заключается в получении средних значений дирекционных углов сторон и координат точек.

10.30. Вычисление координат пунктов сетей 1 и 2-го разрядов рекомендуется выполнять в журнале, приведенном в приложении 40. Значения координат пунктов округляют до сантиметров. При пользовании таблицами допускается округлять значения дирекционных углов при вычислении ходов съемочных сетей 1-го разряда до десятков секунд и 2-го разряда до минут.

Глава 11. СЪЕМОЧНЫЕ РАБОТЫ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

11.1. Объектами съемки являются:

— все горные выработки, как подготовительные, так и очистные, скважины и камеры различного назначения, бутовые полосы, границы закладки, водоотливные, вентиляционные и противопожарные устройства и сооружения и транспортные пути;

— элементы геологического строения месторождения, т. е. точки тектонических нарушений, выклинивания и размыва залежей, видимые контакты пород и полезного ископаемого, точки отбора

проб и другие элементы, имеющие важное значение для правильной эксплуатации месторождения;

— элементы проявления горного давления, т. е. трещины, вывалы, купола и другие элементы, имеющие важное значение в решении вопросов технологии разработки месторождений и поддержания горных выработок.

11.2. Съемку элементов ситуации следует выполнять от пунктов и сторон съемочных сетей 1 и 2-го разрядов способом перпендикуляров или полярным способом. Съемку выработок, в которых запрещается пребывание людей, рекомендуется выполнять специальными методами и приборами (например, ультразвуковыми или фотограмметрическими приборами и безреечными дальномерами), обеспечивающими безопасность работ.

11.3. Съемку горных выработок для пополнения планов должны производить не реже одного раза в месяц. Пункты съемочной сети размещают не далее 50 *м* от забоя.

11.4. При приближении горных выработок к опасным зонам (к границам безопасного ведения горных работ, к барьерным и предохранительным целикам и т. п.) расстояние пунктов съемочной сети от забоя выработки не должно превышать 20 *м*; координаты пунктов съемочной сети должны определяться от пунктов опорной сети независимо дважды.

СЪЕМКА ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК И ГЛУБОКИХ ВЗРЫВНЫХ СКВАЖИН

11.5. Съемку подготовительных выработок производят как вчерне, так и в свету. Съемке подлежат все характерные элементы выработки, выражающиеся в масштабе плана. Линейные измерения при съемке боков выработок производят на уровне их среднего сечения до дециметров при съемке выработок вчерне и до половины дециметров — в свету. При контроле соблюдения проектного сечения закрепленных выработок основные его размеры измеряют до сантиметров. В том случае, когда выработки проходят по направлениям, допускается выполнять съемку этих выработок способом перпендикуляров до инструментально заданного направления с последнего пункта съемочной сети. Выпускные выработки, имеющие небольшую протяженность, разрешается снимать упрощенными способами.

Одновременно со съемкой боков выработок выполняют съемку всех элементов, указанных в параграфе 11.1. Все детали съемки должны быть отражены на эскизах в специальном журнале или в журнале угловых и линейных измерений ходов съемочной сети.

11.6. Съемку устьев глубоких взрывных и других скважин выполняют от пунктов съемочной сети 1 и 2-го разрядов. Направление осей скважин в плане определяют по координатам устья скважины и торца буровых штанг, выдвинутых из скважины на 2—2,5 *м*, или другими способами. Ошибка определения направления оси скважины в плане не должна превышать $\pm 30'$. Угол наклона

скважины определяют висячим полукругом с точностью ±30′. Глубину скважин измеряют желобчатой рулеткой или мерными жезлами с ошибкой, не превышающей ±0,2 *м*.

11.7. Съемку вертикальных рудоспусков большой протяженности, не имеющих крепи, рекомендуется выполнять при помощи специальных ультразвуковых приборов и других приборов, обеспечивающих установленную точность.

ВЕРТИКАЛЬНАЯ СЪЕМКА ТРАНСПОРТНЫХ ПУТЕЙ

11.8. Вертикальную съемку откаточных путей в выработках, близких к горизонтальным, выполняют при помощи геометрического нивелирования нивелирами типа НТ; разрешается применять нивелиры и других конструкций. Для составления профиля пути должны быть установлены пикетные точки через 10 или 20 *м*. Нивелир устанавливают примерно посередине между связующими пикетными точками; отсчеты по рейкам берут до миллиметров. Нивелирные ходы прокладывают между пунктами высотной опорной сети или от одного такого пункта, но в прямом и обратном направлениях.

При пополнении профилей в качестве исходных допускается использование высот предыдущих пикетных точек с определением контрольного превышения между ними. Расхождение между превышениями не должно быть более 1 *см*. Одновременно с нивелированием пути измеряют высоту выработки на каждой пикетной точке, а также в характерных местах между пикетными точками.

Результаты нивелирования записывают в журнал технического нивелирования (приложение 43).

Невязки нивелирных ходов не должны превышать 30 *мм* $\sqrt{L}$, где L — длина хода, сотни метров. Невязки в ходах нивелирования распределяют поровну на все превышения.

11.9. При наличии специальных приборов, например профилографов различной конструкции, обеспечивающих установленную точность вертикальной съемки, профиль пути составляют по показаниям этих приборов.

11.10. Вертикальную съемку откаточных путей в наклонных выработках выполняют путем измерения по пикетным точкам вертикальных расстояний от головки рельса до визирного луча трубы теодолита. Трубу теодолита устанавливают под определенным углом наклона. Вертикальные расстояния разрешается измерять также до шнура, натянутого горизонтально между реперами, установленными в боках выработки возле каждой пикетной точки. Линейные элементы на каждой пикетной точке измеряют дважды с точностью до миллиметров. Расхождение между двумя измерениями не должно превышать 10 *мм*.

СЪЕМКА ОЧИСТНЫХ ЗАБОЕВ

11.11. Съемку очистных забоев или замер выработанного пространства выполняют не реже одного раза в месяц по состоянию на первое число и на момент погашения очистных выработок. При

подвигании лав более 30 *м* в месяц измерения мощности пласта выполняют не реже одного раза в декаду.

11.12. В зависимости от характера очистных забоев и горнотехнических условий положение очистных забоев определяют инструментальной съемкой или рулеточным замером от пунктов съемочной сети. Во всех случаях ошибка определения основных размеров выработанного пространства (линии забоя и подвигания) не должна превышать 1 : 100.

11.13. Инструментальную съемку очистных забоев следует применять при разработке пластовых месторождений с пологим и наклонным залеганием пластов и при разработке мощных рудных залежей, когда имеются камеры с недоступными контурами.

11.14. Положение очистного забоя при крутом падении с выемкой полезного ископаемого по простиранию определяют путем измерения расстояний от забоя до точек съемочных ходов, расположенных в просеках или штреках верхнего и нижнего горизонтов. При потолкоуступной системе выемки положение очистного забоя определяют путем рулеточных замеров от точек съемочных ходов с измерением элементов уступов.

11.15. При разработке крутопадающих залежей с выемкой полезного ископаемого по восстанию для определения положения очистного забоя разрешается применять съемку при помощи шнура и висячего полукруга или специального жезла. При этом полигон должен опираться на пункты съемочной сети в восстающих. Расхождение в высотах точек в конце хода не должно превышать 1 : 200 длины хода.

11.16. При системе разработки подэтажными выработками положение очистного забоя (контура камеры) определяют рулеточным замером от пунктов съемочной сети, расположенных в подэтажных выработках. При отбойке уступа с открытых заходок положение забоя камеры определяют измерением расстояний до нескольких характерных точек. При отбойке уступа штанговыми шпурами без заходок съемку камеры и контроль за размерами междукамерных целиков выполняют инструментами, предназначенными для съемки недоступных точек.

11.17. При системе разработки принудительного этажного обрушения после взрыва скважин обрушенный массив считают погашенным и никаких съемочных работ в нем не производят.

РАЗДЕЛ IV

*РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПРОХОДКЕ КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК**

Глава 12. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

12.1. К основным задачам маркшейдерской службы при строительстве горных предприятий относят: перенесение геометрических элементов проекта строительства в натуру, контроль за соблюдением установленного проектом соотношения геометрических элементов зданий, сооружений, оборудования и горных выработок, а также исполнительную съемку законченных объектов и объектов, находящихся на определенных стадиях строительства.

В процессе строительно-монтажных и горнопроходческих работ маркшейдерская служба выполняет следующие работы: инструментальную разбивку осей зданий и сооружений, специальные измерения и съемку для контроля за проходкой и армированием шахтных стволов, задание направлений для проведения горных выработок и маркшейдерский контроль за правильностью проведения выработок по направлениям, уклонам и размерам сечений, исполнительную съемку сооружений шахтной поверхности и горных выработок.

12.2. Разбивку зданий и сооружений и задание направлений горным выработкам выполняют в соответствии с проектными чертежами. К началу строительства строительная организация должна иметь следующую техническую и проектную документацию: технический отчет о топографо-геодезических работах, строительные генеральные планы промышленной площадки по периодам строительных работ в масштабе 1 : 500 или 1 : 1000 (разбивочный генеральный план с проектом размещения пунктов разбивочной сети), проектный план расположения проходческого оборудования на шахтной поверхности, проектные планы земляных работ и вертикальной планировки с распределением земляных масс, генеральный план постоянных и временных подземных коммуникаций (водопровод,

* Под строительством горных предприятий следует понимать также реконструкцию и капитальные работы по подготовке новых горизонтов.

канализация, электросиловые, осветительные, телефонные кабели, теплопровод), топографический план территории, предусмотренной для застройки, рабочие чертежи сооружений нулевого цикла.

До окончания подготовительного периода строительства строительная организация должна иметь проектную документацию на шахтные стволы и другие горные выработки.

Проектные чертежи проверяют сопоставлением числовых и графических данных, сопоставлением проектных данных с расположением существующих сооружений и рельефом земной поверхности, сопоставлением строительного и разбивочного генеральных планов с рабочими чертежами отдельных зданий и привязкой их к главным осям промышленной площадки, сопоставлением габаритов размещаемого оборудования с размерами зданий, сооружений, сечений стволов и околоствольных выработок.

Проектные размеры сечений шахтных стволов и других горных выработок, а также габариты размещаемого в них оборудования устанавливаются проектной организацией с учетом отклонений стенок крепи и оборудования, определенных нормативными документами.

О выявленных несоответствиях размеров и высотных отметок, невязках, расхождениях и ошибках в проектных чертежах главный маркшейдер строительной организации письменно докладывает главному инженеру строительства для обеспечения необходимой корректировки проекта.

Детальные разбивочные работы в этом случае следует выполнять только после внесения проектной организацией (или главным инженером строительства) соответствующих исправлений в проектные чертежи. Исправления в проектной документации должны быть заверены письменно.

12.3. Инструментальную разбивку объектов строительства производят с пунктов маркшейдерской опорной сети, с пунктов, расположенных на осевых линиях шахтных стволов, или с пунктов разбивочной (строительной) сети; в подземных выработках разбивку выполняют от пунктов подземной маркшейдерской опорной и съемочной сетей. Перед разбивкой производят контрольные измерения для проверки неизменности положения исходных пунктов.

12.4. Основными видами маркшейдерских работ, выполняемых при строительстве шахтной поверхности, являются основные разбивочные работы, детальные разбивочные работы, маркшейдерская проверка правильности монтажа оборудования и исполнительная съемка перед вводом объектов в эксплуатацию.

Основные разбивочные работы заключаются в построении на местности главных осей промышленной площадки, которыми являются оси шахтных стволов, или, при объединении сооружений в крупные блоки, стороны разбивочной сети.

Из детальных разбивочных работ маркшейдерская служба выполняет построение основных (продольной и поперечной) осей зданий, сооружений, фундаментов под оборудование, а также осей подъема.

Маркшейдерскую проверку правильности монтажа после его завершения, а также проверку правильности перенесения всех элементов объектов строительства в натуру производят сравнением положения элементов оборудования в натуре с проектным положением, определением отклонений и сопоставлением их с допустимыми по отдельным элементам и по комплексу оборудования в целом. Допустимые отклонения установлены настоящей Инструкцией, строительными нормами и правилами или особыми техническими условиями проекта.

При выявлении в процессе работы отклонений от проектных размеров и направлений, превышающих допускаемые настоящей Инструкцией, а также строительными нормами и правилами (СНиП), следует в письменном виде поставить в известность об этом главного инженера строительной организации, записав в книгу маркшейдерских предписаний, с целью выполнения необходимых исправлений.

12.5. Для монтажа оборудования подъемных установок пользуются монтажными разбивочными осями, которые должны быть закреплены по проектному направлению скобами в стенах зданий, фундаментах оборудования, устье ствола. Для удобства измерений при монтаже оборудования монтажные разбивочные оси могут быть смещены параллельно основным осям на определенную величину.

12.6. Для отражения положения застройки составляют исполнительные генеральные планы — оперативный и окончательный.

Оперативный план пополняют по мере строительства в установленные отчетные сроки.

Перед вводом шахты в эксплуатацию должна быть сделана съемка промышленной площадки в масштабе 1 : 1000 с сечением рельефа через 0,5 *м*. Допускается по результатам съемки в масштабе 1 : 1000 составление плана в масштабе 1 : 500; при этом на плане указывают как масштаб съемки, так и масштаб плана.

Объектами съемки промышленной площадки шахты являются здания, сооружения, пути сообщения, подземные коммуникации, устья шахтных стволов, штолен, шурфов, скважин, породные отвалы и другие элементы шахтной поверхности.

Съемку подземных коммуникаций и их элементов производят регулярно в процессе строительно-монтажных работ.

Исполнительную съемку промышленной площадки и обновление топографических планов территории горнодобывающих предприятий после реконструкции выполняют, как правило, специализированные организации.

Глава 13. РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ШАХТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

РАЗБИВОЧНЫЕ СЕТИ

13.1. При строительстве технологического комплекса на шахтной поверхности с размещением оборудования в отдельных зданиях детальные разбивочные работы выполняют относительно пунктов, расположенных на осевых линиях шахтных стволов, и опирающихся на эти пункты теодолитных ходов.

Перенесение центров вертикальных шахтных стволов, разбивку и закрепление их осей должны производить на основании следующих данных: координат (x, y, z) центров стволов и дирекционных углов их осей и координат пунктов маркшейдерской опорной сети.

Пункты на осевых линиях шахтных стволов следует размещать так, чтобы их можно было использовать для построения основных осей сооружений технологического комплекса шахтного подъема.

Перенесение центра шахтного ствола в натуру следует производить от пунктов маркшейдерской опорной сети, удаленных от местоположения ствола не более чем на 300 *м*; перенесение центра производят независимо дважды. Расхождение в положении центра ствола на местности из двукратного определения не должно превышать 0,5 *м*.

Угловая ошибка разбивки главной оси ствола не должна превышать $\pm 3'$; ошибка разбивки другой, перпендикулярной, оси относительно главной не должна превышать $\pm 45''$.

Разбивку осевых пунктов производят вдоль каждой оси при помощи теодолита.

Примечания. 1. Указанные ошибки даны относительно пунктов маркшейдерской опорной сети, с которых определены координаты пунктов для разбивки центра и осей ствола.

2. При перенесении центра и разбивке осей ствола, связанного с технологическим комплексом существующей шахты, ошибка перенесения в натуру центра ствола не должна превышать $\pm 0{,}1$ *м*, а угловая ошибка разбивки первой оси не должна превышать $\pm 1'30''$. В этом случае перенесение центра и разбивку осей ствола следует производить с пунктов маркшейдерской опорной сети, использованных при ориентировании выработок, или с осевых пунктов существующего шахтного ствола.

После окончания работ по разбивке осей ствола по осевым пунктам, центру ствола и пунктам маркшейдерской опорной сети следует проложить полигонометрический ход точности не ниже 2-го разряда и вычислить координаты осевых пунктов. В журнале вычисления координат приводят схему хода, его привязки и конструкции осевых пунктов.

Примечания. 1. Оси шахтных стволов, оси главного корпуса обогатительной фабрики, оси основных проездов поселка, а также трассы железных, автомобильных и воздушно-канатных дорог, линий электропередачи и магистральных трубопроводов должны быть закреплены на местности проектной

организацией или организацией-заказчиком, а также по его поручению специализированной организацией и переданы по актам генеральному подрядчику строящегося предприятия.

По каждой осевой линии шахтного ствола закрепляют постоянными центрами не менее шести пунктов. Не менее двух пунктов следует закреплять за границами промплощадки.

2. Пункты на осевых линиях шахтных стволов рекомендуется по мере завершения строительства постоянных зданий закреплять центрами и марками в фундаментах, металлоконструкциях, в стенах и на крышах зданий (пересекаемых осевыми линиями шахтных стволов), а также в бетонной крепи устья ствола.

13.2. При реконструкции, углубке или возобновлении строительства шахтного ствола положение центра и осей его определяют на основании результатов съемки сечений ствола и армировки.

13.3. При строительстве горных предприятий, где основные сооружения поверхности объединены в крупные блоки длиной более 80—100 *м*, до начала строительных работ рекомендуется создавать специальную разбивочную (строительную) сеть пунктов в виде системы прямоугольников со сторонами, параллельными осевым линиям шахтных стволов, с размерами прямоугольников, соответствующими характеру горизонтальной планировки промплощадки. Вершины прямоугольников закрепляют постоянными и временными центрами. Последние в процессе строительства периодически восстанавливают методом створных засечек и закрепляют, а по мере возведения капитальных зданий их переносят на крыши и стены блоков сооружений главного и вспомогательного стволов.

Разбивочную сеть создают из основных и дополнительных пунктов; стороны основных прямоугольников должны быть не менее 80 *м*. Дополнительные пункты закладывают в створах между основными пунктами. Плотность и положение пунктов должны обеспечивать максимальное удобство выполнения детальных разбивочных работ.

13.4. Перенесение разбивочной сети на местность осуществляют по предварительно вычисленным проектным координатам пунктов в условной системе с началом координат в центре главного (или вспомогательного) ствола. Дирекционные углы сторон прямоугольников условно принимают равными 0—180 и 90—270°.

Примечание. Построение сети рекомендуется выполнять с помощью двух теодолитов, установленных на двух взаимно перпендикулярных линиях осей шахтных стволов. При построении разбивочной сети, опирающейся на осевые линии шахтного ствола, перпендикулярность осей ствола должна быть соблюдена с ошибкой не более ±20″.

Разбивочную сеть рекомендуется создавать в следующем порядке:

— составляют проект сети на разбивочном или строительном генеральном плане;

— переносят в натуру осевые линии шахтных стволов;

— переносят в натуру основные пункты сети и закрепляют постоянными центрами;

— выставляют дополнительные пункты сети в створе между основными;

— измеряют углы и длину сторон сети;

— производят обработку результатов измерений и уравновешивание системы полигонометрических ходов;

— сопоставляют координаты пунктов с координатами, полученными при проектировании сети, определяют поправки по осям абсцисс и ординат, которые затем откладывают вдоль осей, прочерченных на верхней плоскости временного или постоянного центра;

— определяют высоты основных пунктов из ходов нивелирования IV класса.

Примечания. 1. Проект разбивочной сети должен составляться проектной организацией.

2. Основные пункты разбивочной сети и осевые линии шахтных стволов должны быть вынесены и закреплены на местности также проектной организацией или организацией-заказчиком и переданы по акту генеральному подрядчику строящегося предприятия. Построение разбивочной сети могут осуществлять также специализированные организации по договору с проектной организацией или дирекцией строящихся предприятий.

3. К построению разбивочной сети следует приступать до начала строительства.

Основные пункты разбивочной сети следует размещать в местах, обеспечивающих их долговременную сохранность, главным образом по периферии промышленной площадки, и закреплять постоянными центрами, конструкция которых должна соответствовать климатическим условиям и характеристикам грунта территории застройки.

Постоянные центры сети закладывают так, чтобы нижняя монолитная часть центра находилась ниже глубины промерзания грунта. На верхней поверхности центров рекомендуется заделывать металлические пластины для нанесения осей координат, от которых откладывают поправки для получения проектных значений координат.

13.5. Временные центры дополнительных пунктов следует заменять постоянными только в тех местах, где они в процессе строительства не будут нарушены. Ошибка совмещения центров в направлении, перпендикулярном к стороне сети, не должна превышать $\pm$ 5 *мм*.

Все пункты сети, которые проектом предусмотрено разместить в степах, на крышах зданий, в грунте в местах, где сохранность их возможна только после выполнения определенной стадии строительных работ, должны быть закреплены временными центрами.

13.6. Измерения для определения координат пунктов разбивочной сети следует выполнять только после закрепления основных пунктов постоянными центрами в грунте. Углы между основными пунктами измеряют со средней ошибкой не более $\pm 10''$. Расстояния между всеми пунктами сети должны быть измерены инварной или стальной проволокой, дальномером типа АД-1 или компарированной рулеткой в прямом и обратном направлениях. Разность между двумя измерениями после введения в измеренные расстояния поправок не должна превышать 1 : 5000 длины стороны хода.

Перенесение проекта сети в натуру завершают проверкой створности центров соответствующих основных и дополнительных пунктов и контрольным измерением углов между взаимно перпендикулярными направлениями сторон сети.

Пункты разбивочной сети одновременно служат и высотной основой строительной площадки. Определение их высот производят нивелированием не ниже IV класса.

13.7. Перед пользованием осевыми пунктами для детальных разбивочных работ следует проверить неизменность их положения измерением углов и расстояний между пунктами.

РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ НА ШАХТНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Общие положения

13.8. До начала земляных работ на строительной площадке должны быть вынесены и закреплены в натуре основные оси зданий и сооружений. Разбивку основных осей зданий, блоков сооружений и фундаментов следует выполнять способом перпендикуляров или полярным способом. При этом определяемые в натуре осевые пункты не должны находиться от пунктов или сторон разбивочной сети далее 25 *м*. Направления на определяемые пункты с исходных надлежит задавать с точностью $\pm 1'$, а расстояния — с точностью до ± 10 *мм*. Основные оси зданий и фундаментов закрепляют так, чтобы была обеспечена сохранность осевых пунктов на весь период пользования ими. Осевые пункты должны быть вынесены за пределы котлована и закреплены в местах, свободных от размещения временных и постоянных зданий и сооружений. Одновременно определяют высоты осевых пунктов и указывают расстояния от них до верха фундамента.

При измерении расстояний между разбивочными осями зданий, сооружений, фундаментов, оборудования, между линиями монтажной сетки, осями колонн, а также при линейных измерениях от разбивочных осей до осей опорных конструкций, закладных деталей, анкерных болтов, осей сборных железобетонных и стальных конструкций, щитов передвижной опалубки, до монтажных осей технологического оборудования, механизмов и устройств, отсчеты следует брать по компарированной рулетке до миллиметров.

При измерении расстояний от разбивочных осей до фундаментов под здания и оборудование, до оголовков свай фундаментов глубокого заложения, при определении отклонений стенок шурфов и опускных колодцев и размеров фундаментов отсчеты по рулетке допускается округлять до сантиметров.

Все измерения, выполняемые при разбивках, должны быть зафиксированы в журнале разбивок. В журнале приводят: дату разбивки; данные, относящиеся к исходным точкам; номера проектных чертежей; расстояния и размеры, по которым выполнены разбивка и ориентировка объектов относительно осей промплощадки

или осей сооружений. Составленные при этом схемы или чертежи разбивки подписывают исполнитель работ по разбивке и начальник участка, принявший эти работы.

Работы при возведении зданий и сооружений из сборных стальных и железобетонных конструкций

13.9. Перед установкой в проектное положение колонн каркаса зданий из сборных железобетонных или стальных конструкций на верхней плите фундамента и за ее пределами следует строить монтажную сетку путем сгущения разбивочной сети до квадратов или прямоугольников, имеющих размеры, соответствующие расстояниям между осями колонн. Для удобства пользования опорными точками и сохранения монтажной сетки последнюю строят параллельно осям колонн на расстоянии от них, определяемом размерами опорных плит или подколонников. Расстояния между расположенными рядом сторонами монтажной сетки не должны отличаться от проектных расстояний между осями колонн более чем на ± 5 *мм*.

13.10. В зависимости от способа закрепления колонн в фундаменте оси колонн переносят на опорные плиты или верхние грани стаканов подколонников, впоследствии их используют монтажники при установке оснований колонн в проектное положение.

Перед установкой колонн правильность положения их осей окончательно проверяют измерением всех пролетов компарированной рулеткой; по результатам измерения должна быть составлена схема разбивки осей на опорных плитах с указанием проектных и фактических расстояний между ними, а также схема установки опорных плит или подколонников в вертикальной плоскости.

13.11. При установке колонн в проектное положение следует проверить правильность совмещения накерпованной оси колонны у нижнего ее торца с осями, вынесенными и накернованными на подколоннике или опорной плите. Совмещение соответствующих осевых рисок производителями работ при монтаже каркаса должно быть выполнено с отклонением совмещаемых элементов конструкции относительно друг друга не более чем на 5 *мм*.

Правильность установки каждой из колонн в отвесное положение рекомендуется проверять методом отвесной плоскости двумя теодолитами в двух взаимно перпендикулярных плоскостях по горизонтально укладываемой на верхнем торце колонны измерительной рейке или путем снесения верхних осевых рисок коллимационной плоскостью теодолита вниз на основание колонны с определением смещения по миллиметровой линейке или шкале.

Допускаемые отклонения в установке железобетонных колонн приведены в табл. 21 согласно СНиП III-В.3—62 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные».

13.12. Выверку каркаса башенного копра, сооружаемого из сборных конструкций, выполняют одним из следующих методов: отвесной плоскости (наклонным визированием) — теодолитами с осе-

ТАБЛИЦА 21

Отклонения	Допустимые величины, *мм*	
	для одноэтажных зданий	для многоэтажных зданий
Смещение осей колонн в нижнем сечении относительно разбивочных осей	±5	±5
Отклонение осей колонн от вертикали в верхнем сечении при высоте колонн:		
менее 4,5 *м*	±10	±10
от 4,5 до 15 *м*	±15	±15
более 15 *м*	0,001 *H*, но не более ±35	—
Разница в высотных отметках верха колонны каждого яруса в пределах выверяемого участка	—	12+2*n* (*n* — порядковый номер яруса)

вых пунктов; отвесной линии — приборами вертикального визирования с пунктов, определяемых относительно осей ствола; отвесами — при скорости ветра менее 2 *м/сек*.

После завершения монтажа каждого яруса каркаса составляют чертежи рядов колонн в виде вертикальных проекций, построенных параллельно обеим осям ствола. На чертежах должны быть указаны отклонения от проектного положения каждой колонны в миллиметрах, высотные отметки ярусов, проектные и фактические расстояния между осями колонн в местах крепления к опорным плитам. Отклонения определяют измерениями от монтажной сетки или осей ствола.

По мере возведения каркаса на все монтажные горизонты (горизонты перекрытий) должны быть вынесены разбивочные оси (оси ствола), переданы высотные отметки и отмечены оси — рисками или кернами на металлоконструкциях — для последующих разбивок при сооружении фундаментов под оборудование в соответствии с указаниями параграфа 13.16.

Работы при возведении башенных и безукосных копров из монолитного железобетона в передвижной опалубке

13.13. До начала строительства башенного копра должен быть составлен график выполнения разбивочных работ, контрольных и исполнительных съемок, соответствующий календарному плану возведения фундамента и башни.

При проведении работ нулевого цикла должны быть выполнены следующие работы: перенесение в натуру проектных осей копра и фундамента, а также перенесение высотных отметок опорных

реперов, разбивка осей примыкающих к копру подземных сооружений и коммуникаций, проверка положения осевых пунктов и перенесение их за пределы возможной деформации бортов котлована, проверка размеров и формы фундамента при сооружении и приемке, перенесение осей башни на фундаментную плиту.

При возведении башни копра выполняют следующие работы: проверку правильности сборки и установки передвижной опалубки на фундаментной плите копра в исходное положение (должен быть составлен эскиз с указанием проектных и фактических размеров опалубки); проверку положения опалубки по высоте и в плане при возведении башни; проверку соответствия проекту положения проемов и отверстий для установки закладных частей и деталей; разбивку осей стационарных опалубок для устройства междуэтажных перекрытий, бункеров и машинного зала; исполнительную съемку для установления соответствия формы и размеров конструкций проекту; наблюдение за осадкой копра в процессе возведения.

13.14. Отклонения геометрических элементов копров башенного типа не должны превышать величин, указанных в табл. 22 согласно СНиП III-В, 1.2-62 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные» и СН 307-65 «Указания по возведению железобетонных сооружений в скользящей опалубке».

ТАБЛИЦА 22

Отклонения	Допустимые величины, *мм*
Отклонение плоскостей и линий их пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкции:	
для фундаментов	20
для башни копра, сооружаемой в скользящей опалубке	1/500 высоты, но не более 100
Отклонение плоскостей перекрытий от горизонтального положения:	
на 1 *м* плоскости в любом направлении	5
на всю плоскость	20

13.15. Правильность сборки (монтажа) передвижной опалубки на фундаментной плите проверяют измерениями от осей ствола до внутренней поверхности каждого щита по верху опалубки, а также нивелированием ригелей домкратных рам и рабочего пола в углах секций опалубки. Отсчеты по рулетке и нивелирной рейке берут до миллиметров. Смещения щитов опалубки относительно проектного положения в горизонтальной плоскости не должны превышать ± 10 *мм*; разности между высотными отметками ригелей домкратных рам и разности между высотными отметками углов рабочего пола опалубки не должны быть более 15 *мм*.

Положение передвижной опалубки в процессе возведения башни следует проверять контрольными измерениями не реже чем через 4 *м* подвигания опалубки. Положение опалубки в горизонтальной плоскости определяют по отвесам или с помощью зенит-прибора — наблюдениями за фиксируемыми точками по углам стволового отделения (3—4 точки) и в лифтовом отделении; при возведении башенных копров прямоугольного сечения высотой более 70 *м* кроме проверки соответствия проектному положению стволовой части башни следует также определить положение периферийных щитов опалубки, помещая отвесы как в стволовой части, так и по углам наружных стен копра или располагая визирные марки зенит-прибора по четырем углам копра на козырьке опалубки.

Для определения возможных смещений опалубки зенит-прибором к низу рабочего пола или на кронштейнах, укрепленных на кружалах опалубки, крепят визирные марки. Положение марки определяют относительно вертикальной оси зенит-прибора, установленного на закрепленном пункте. Координаты последнего следует определять в системе осей ствола с округлением до сантиметров.

Для определения возможных смещений опалубки отвесами лебедки направляющие блоки и направляющие пластины размещают по одной из следующих схем:

— лебедку и центрировочную пластину с отверстием для проволоки закрепляют на рабочем полу опалубки;

— лебедку устанавливают внизу (на нулевой площадке), направляющий блок крепят на кронштейне к кружалам, домкратной раме или к низу рабочего пола опалубки. Смещение опалубки определяют измерениями от отвеса до соответствующей стены башни на нулевой площадке. Измерения следует выполнять до одних и тех же точек, отмеченных на стене краской.

Выявленные маркшейдерскими измерениями смещения опалубки изображают на чертеже совмещенных сечений. Чертежи строят по начальным координатам отвесов или марок в масштабе 1 : 50. Все последующие положения марок или отвесов показывают в масштабе 1 : 1 относительно начального положения.

13.16. После возведения стен башни копра до горизонтов установки отклоняющих шкивов и машинного зала на каждый из этих горизонтов должны быть перенесены монтажные оси и закреплены на перекрытиях и в стенах башни с внутренней стороны металлическими скобами. Для перенесения осей ствола используют отвесы; положение перенесенных осей рекомендуется проверять при помощи теодолита, устанавливаемого поочередно на осевых пунктах с четырех сторон башни. Расстояние между соответствующими насечками на скобах, перенесенными дважды, не должно превышать 30 *мм*, а допустимое отклонение от прямого угла между основными осями машинного зала (подъемной машины) не должно превышать 2′.

Примечание. Вместо отвесов для проектирования осевых пунктов на перекрытия башенного копра могут быть использованы приборы вертикального визирования — зенит-прибор или прибор ПН-1м.

Высотные отметки на монтажные горизонты машинного зала передают нивелированием и измерением вертикальных расстояний компарированной рулеткой независимо дважды. Расхождение высотных отметок одного и того же репера, полученных из двух независимых измерений, не должно превышать 20 *мм*.

Установку стационарных опалубок на горизонтах отклоняющих шкивов и машинного зала производители работ должны выполнять от вынесенных на эти горизонты монтажных разбивочных осей ствола или копра.

РАБОТЫ ПРИ МОНТАЖЕ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

(укосных копров, подшкивной площадки, направляющих шкивов, подъемных машин)

13.17. При монтаже оборудования подъемных установок следует соблюдать установленную проектом геометрическую связь между основными осями подъемной машины, подъемных канатов, направляющих шкивов и подшкивной площадки. Геометрическую связь элементов подъемной установки осуществляют привязкой по проектным размерам основных осей оборудования к пунктам, расположенным на осевых линиях шахтных стволов, или к пунктам разбивочной сети.

Разбивка и маркшейдерский контроль при монтаже металлических укосных копров

13.18. При монтаже стальных копров производят разбивку осей подкопровой рамы и осей фундаментов под укосину копра, а также выносят монтажные разбивочные оси подшкивной площадки, направляющих шкивов и разгрузочных кривых с соблюдением требований параграфов 13.19—13.25.

Примечание. Допустимые отклонения, указанные в параграфах 13.19—13.25, строительными нормами (СНиП) не установлены, а заимствованы из «Технической инструкции по производству маркшейдерских работ» (1959) и согласованы со строительными организациями.

13.19. Установку подкопровой рамы и проверку правильности ее положения производят относительно осевых пунктов, заложенных в крепи устья ствола.

Отклонение положения подкопровой рамы от проектного не должно превышать: в горизонтальной плоскости для металлических копров ± 5 *мм*, для деревянных копров ± 20 *мм*; в вертикальной плоскости ± 30 *мм* от проектных высотных отметок при условии, что разность высотных отметок любых двух углов рамы не превышает для металлических копров ± 5 *мм*, для деревянных копров ± 20 *мм*.

В результате проверки положения подкопровой рамы составляют акт установки с указанием выявленных отклонений.

13.20. Перед подъемом копра на подшкивной площадке и на горизонтальных связях укосины должно быть определено и намечено проектное положение осей ствола.

Окончательное закрепление копра разрешается только после контрольного перенесения осей ствола на подшкивную площадку поднятого копра и сравнения положений перенесенных осей и проектных осей подшкивной площадки, намеченных ранее. Отклонение осей подшкивной площадки от проектного положения не должно превышать: в направлении, перпендикулярном к оси подъема, ± 25 *мм*; в направлении, параллельном оси подъема, ± 50 *мм*. Одновременно должна быть определена высотная отметка подшкивной площадки.

При монтаже станка копра путем последовательного наращивания звеньев следует проверять правильность установки каждого монтажного звена.

При отклонениях осей подшкивной площадки, превышающих допустимые, исполнительную схему проверки представляют главному инженеру строительной и проектной организации для принятия решения о ведении дальнейших работ.

13.21. Перенесение осей ствола и подъема на подшкивную площадку стального копра выполняют для проверки правильности положения подшкивной площадки, для установки направляющих шкивов и для определения угла девиации подъемных канатов.

На переднюю стенку подшкивной площадки ось следует переносить при двух положениях вертикального круга теодолита, отмечая ее риской. Положение оси на задней стенке намечают риской в створе с риской на передней стенке.

Перенесение осей ствола повторяют при новой установке теодолита. Расстояние между осевыми рисками, определенными при двух установках теодолита, не должно превышать 15 *мм*.

Примечание. При перенесении осей на подшкивную площадку особое внимание следует обратить на защиту теодолита и штатива от одностороннего нагревания солнечными лучами, а также на точную установку вертикальной оси теодолита в отвесное положение. Перенесение осей на подшкивную площадку стального копра рекомендуется производить с пунктов, расположенных на осях ствола и удаленных от ствола на расстояние от 40 до 100 *м*.

13.22. Профильную съемку копра и укосины следует проводить после окончания монтажных работ или в тех случаях, когда искривленность копра не позволяет установить подшкивную площадку или разгрузочные кривые в проектное положение с допустимыми отклонениями. Отклонения пролетов ферм станка копра от вертикали определяют проектированием соответствующих точек на горизонтально установленную измерительную рейку или с помощью окулярной шкалы. Отсчеты следует брать до сантиметров.

Профили представляют главному инженеру строительного (монтажного) управления для принятия решения о выполнении дальнейших монтажных работ.

13.23. При проверке положения разгрузочных кривых надлежит руководствоваться следующими требованиями:

— ошибка установки разгрузочных кривых в плане относительно проводников не должна превышать ± 10 *мм*;

— плоскости плит, на которых крепятся разгрузочные кривые, должны быть перпендикулярны к плоскости, проходящей через проводники; допустимое отклонение для наиболее удаленных точек плит не должно превышать ±10 *мм*;

— соответствующие точки внутренних и наружных кривых должны быть расположены на одном уровне; допустимое отклонение не должно превышать ±10 *мм*.

Проверка установки копровых (направляющих) шкивов

13.24. Проверку правильности установки направляющих шкивов производят после окончательного закрепления укосины и основания копра. Для установки и проверки положения копровых шкивов откладывают и измеряют по перпендикулярам расстояния от наружных (или внутренних) граней реборды шкива и от оси вала до отвесов, опущенных с проволок, фиксирующих разбивочные оси ствола и подъема на подшкивной площадке.

Расстояния от реборды шкива до разбивочной оси (оси подъема) не должны отличаться от проектных: для шкивов диаметром до 6 *м* — более чем на ±10 *мм*, для шкивов диаметром 6 *м* и свыше — более чем на ±15 *мм*.

Если измеренные расстояния отличаются от проектных на величину более допустимой, то вычисляют средние поправки, на которые следует сместить шкив. После смещения шкива контрольные измерения выполняют заново.

13.25. Проверку горизонтальности вала копрового шкива, кроме наладочных бригад, могут выполнять маркшейдеры; проверку при этом производят измерениями накладным уровнем с ценой наименьшего деления 20″, шланговым нивелиром или нивелиром с самоустанавливающейся визирной линией, позволяющим определить превышение одного конца оси вала над другим с точностью до ± 1 *мм*.

Допустимые отклонения оси шкива от горизонтального положения устанавливаются техническими условиями на монтаж оборудования данной подъемной установки.

Проверка монтажа подъемных машин

13.26. При возведении здания подъемной машины в машинный зал следует перенести и закрепить ось подъема и ось главного вала машины, а также заложить репер и определить его высотную отметку. Оси закрепляют в верхней части машинного зала на таком уровне, чтобы их можно было использовать для монтажа подъемной машины и для контрольных измерений.

Разбивку осей подъема и главного вала машины выполняют дважды, после чего определяют дирекционные углы закрепленных монтажных осей и проверяют плановое и высотное положение оси главного вала. 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 $\pm 1'$; расстояние от центра ствола до вала машины не должно отличаться от проектного более чем на ± 100 *мм*, а смещение точки пересечения оси вала и оси подъема в боковом направлении не должно быть более ± 50 *мм*. Высотная отметка вала не должна отличаться от проектной более чем на ± 100 *мм*.

Для обеспечения монтажа многоканатных подъемных машин в машинный зал следует заново вынести монтажные разбивочные оси. Перенесение и разбивку основных осей машинного зала и подъемной машины выполняют с точностью, указанной в параграфе 13.16.

13.27. Если подъемные машины размещены в блоках сооружений главного или вспомогательного стволов, то разбивку оси подъема и оси главного вала производят непосредственно от осей подъемных машин, закрепленных на опорной поверхности фундамента и в стенах машинного зала. В этом случае перед сдачей фундаментов под монтаж подъемных машин на пластинах, заранее забетонированных в теле фундамента, должны быть нанесены главные оси (ось главного вала и ось подъема). Номера и расположение скоб и реперов указывают в акте проверки и подготовки фундаментов под монтаж подъемной машины и отмечают на плане здания.

Перед монтажом подъемной машины следует проверить правильность закрепления осей фундамента, оси подъема и оси главного вала, горизонтальных размеров фундамента, расположения отверстий под анкерные болты и высоты опорной поверхности.

Проверку правильности горизонтальных размеров фундамента выполняют относительно отвесов, опущенных с проволок, фиксирующих оси подъема и главного вала. Результаты измерений наносят на план фундамента, где кроме фактических размеров указывают и проектные.

13.28. При монтаже однокапатной подъемной машины следует проверить правильность установки коренного вала в горизонтальной и вертикальной плоскостях. При правильной установке машины ось вала должна лежать в одной плоскости с отвесами, опущенными с разбивочной оси. Отклонения концов оси вала относительно отвесов не должны превышать 1,0 *мм*.

Укладку коренного вала подъемной машины проверяют нивелированием. Отсчеты следует брать по линейке с миллиметровыми делениями, устанавливаемой на шейках вала. При определении превышения одного конца вала над другим учитывают возможное неравенство диаметров шеек вала. Превышения определяют до полумиллиметров.

Допустимое отклонение оси вала от горизонтального положения устанавливается техническими условиями на монтаж.

13.29. Проверку установки в проектное положение многоканатных машин (опорной рамы, главного вала, редуктора, ведущих и отклоняющих шкивов, тормозного устройства и механизмов управления) производят от разбивочных осей, закрепленных в стенах машинного зала. 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*.

Маркшейдерская проверка геометрической связи оборудования подъемной установки

13.30. После окончания монтажа одноканатной подъемной установки, а также при повторных периодических проверках следует определить: углы девиации подъемных канатов на барабанах и направляющих шкивах, положение осей подъемных канатов относительно проводников на горизонте нулевой площадки, отклонение от горизонтального положения осей валов подъемных машин и направляющих шкивов.

Перед определением углов девиации подъемных канатов проверяют положение пунктов, закрепляющих разбивочные оси.

Если положение пунктов, закрепляющих оси ствола, оси подъема и вала машины, не может быть проверено простейшими способами, то проверку правильности взаимного положения геометрических элементов подъемной установки следует выполнять относительно положения оси главного вала. Проверка геометрической связи оборудования одноканатной подъемной установки изложена в приложении 45.

После завершения монтажа многоканатной подъемной установки определяют следующие углы: угол поворота оси вала отклоняющих шкивов относительно оси главного вала ε; углы наклона осей главного вала δ и вала отклоняющих шкивов δ'; углы девиации головных подъемных канатов на ведущих α и отклоняющих шкивах β; углы девиации промежуточных канатов φ и ψ; углы отклонения от вертикали осей систем канатов θ и ω; угол перегиба канатов отклоняющими шкивами η.

Требования к соотношению геометрических элементов многоканатной подъемной установки изложены в приложении 46.

Примечание. Проверку центровки и соосности, определение перекосов и прогибов валов, определение отклонений от горизонтального положения осей выполняют специализированные монтажно-наладочные бригады специальными приборами.

РАЗБИВКА ТРАСС ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЙ

13.31. Топографо-геодезические работы для обеспечения строительства железных и автомобильных дорог, магистральных трубопроводов, линий электропередачи и связи выполняют согласно «Инструкции по инженерным изысканиям для линейного строительства» (СН 234-62).

Исходными документами для перенесения в натуру трассы являются рабочие чертежи к генеральному плану инженерных сетей постоянных и временных коммуникаций — план и продольный профиль трассы с указанием привязки трассы к опорной сети и ближайшим зданиям.

Разбивка круговых кривых и стрелочных переводов изложена в приложении 47.

13.32. Разбивку подвесных канатных дорог производят проложением по оси трассы теодолитного хода с тригонометрическим нивелированием. В натуру переносят ось трассы, в створе которой определяют места установки опор, их центры и оси. Разбивочные оси капитальных опор должны быть вынесены на линии, перпендикулярные к направлению трассы. Высоту подвески в соответствии с проектными высотами канатной дороги определяют для каждой из опор тригонометрическим или геометрическим нивелированием с точностью $\pm 0{,}1$ *м*. Ходы тригонометрического или геометрического нивелирования должны опираться на реперы или пункты, высотные отметки которых получены нивелированием не ниже 4-го класса.

13.33. До начала строительства подвесной канатной дороги следует проверить створность осевых пунктов трассы, закрепить реперы у каждой опоры и определить высоты нивелированием IV класса. Далее следует вынести разбивочные оси опор, мачт, станций и других сооружений.

В процессе возведения фундаментов под опоры канатной дороги выверяют положение анкерных болтов (до их бетонирования) в плане и по высоте. После возведения фундаментов под опоры и другие сооружения канатной дороги выполняют нивелирование опорных поверхностей и верха анкерных болтов, а также измеряют расстояния от разбивочных осей до осей анкерных болтов. Измеренные расстояния показывают на схеме или на копии проектного чертежа. Помимо разбивочных осей фундаментов и анкерных болтов на исполнительной схеме канатной дороги должны быть показаны контуры фундаментов в масштабе 1 : 50 или 1 : 100 (масштаб в разрывах между фундаментами не соблюдают). Около фундамента каждой опоры подписывают шифр (согласно проекту), номер опоры или название сооружения, указывают высотные отметки опорных поверхностей и анкерных болтов, а также проектные и действительные расстояния от осей анкерных болтов до разбивочных осей. На этой же схеме после установки опор показывают направление и величину смещения верха опоры, получаемые измерением с осевых пунктов с помощью теодолитов.

Монтаж конструкций и оборудования канатной дороги должен быть выполнен в соответствии с требованиями СНиП Ш-Г.10. 1-69 (Подъемно-транспортное оборудование. Правила производства и приемки монтажных работ).

13.34. Для перенесения в натуру трасс линейных сооружений, размещаемых на промышленной площадке, руководствуются рабочими чертежами инженерных сетей постоянных и временных

коммуникаций — планом и продольным профилем трассы с указанием привязки трассы к опорной сети и ближайшим зданиям.

Ошибки перенесения точек оси трубопровода относительно ближайших зданий и сооружений, а также относительно опорных пунктов на промышленной площадке не должны превышать ± 50 *мм*.

13.35. Для укладки подземных трубопроводов и кабелей следует производить разбивку осей прямолинейных участков, вершин углов поворота, вводов в здания и сооружения, мест присоединения ответвлений, центров смотровых колодцев, мест перепадов проектируемых уклонов. Разбивку трасс подземных коммуникаций выполняют проложением теодолитных ходов, вершины которых должны совпадать с точками поворота трассы.

Чтобы сохранить оси траншеи при производстве земляных работ, их следует выносить в сторону и закреплять там, где может быть обеспечена сохранность осей до периода укладки труб или кабелей на дно траншеи. Линии выноса должны быть согласованы с проектами других сетей.

13.36. После укладки трубопровода в траншею выполняют съемку и нивелирование верха трубопровода по всем его характерным точкам; в результате составляют исполнительный план трубопровода с масштабе 1 : 1000 с указанием координат и высот центров смотровых колодцев, углов поворота трассы, точек пересечения и уклона трубопровода, а также составляют исполнительный профиль по каждому трубопроводу. Отметки лотков в колодцах безнапорных трубопроводов не должны отличаться от проектных более чем на ± 5 *мм*. Принимать в эксплуатацию подземные трубопроводы без исполнительных чертежей не разрешается.

13.37. При разбивке трасс надземных трубопроводов на эстакады, мачты, столбы и стены здания, где должны размещаться трубопроводы, выносят высоты опорных конструкций.

13.38. При строительстве галерей, эстакад и мостов, связывающих отдельные здания промышленной площадки, разбивку осей фундаментов и опор производят после проверки расстояний между зданиями, определяющих длину галереи, эстакады или моста. После проверки положения осей крайних опор галереи, эстакады или моста при помощи теодолита в створе, на продольной оси, разбивают точки пересечения осей промежуточных опор. Точки закрепляют временными центрами; от них разбивают оси фундаментов и контуры котлованов.

Оси фундаментов выносят за пределы котлована. Оси опор выносят на забетонированные в фундаментах пластины или отмечают на фундаментах краской. Расстояния между осями расположенных рядом опор не должны отличаться от проектных более чем на ± 10 *мм*. При сборке железобетонных галерей отклонения осей секций от продольной оси в плане не должны превышать $\frac{1}{1000}$ пролета, а длина собранного пролета не должна отличаться от проектной более чем на ± 20 *мм*.

Глава 14. РАБОТЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

14.1. При сооружении вертикального шахтного ствола должны быть выполнены следующие работы:

— при проходке — проверка правильности размещения проходческого оборудования в стволе и на поверхности, разбивка точек подвески проходческих отвесов, контроль правильности соблюдения проектных размеров сечения ствола и контроль за положением временной и постоянной крепи;

— при армировании — составление проекта размещения отвесов и его осуществление, разработка шаблонов, проверка правильности размещения монтажного оборудования, проверка соответствия размеров элементов армировки запроектированным параметрам, оперативный контроль правильности установки расстрелов и навески проводников, окончательная проверка точности монтажа профильной съемкой проводников и стенок крепи.

После сооружения ствола должна быть выполнена проверка соблюдения установленных Правилами безопасности минимальных зазоров между крепью, подъемными сосудами и армировкой, расстояний между соответствующими проводниками, определение отклонений проводников на каждом ярусе от проектного положения в двух главных плоскостях (параллельной и перпендикулярной к несущим расстрелам), определение взаимных смещений двусторонних проводников в вертикальной плоскости, параллельной расстрелам.

Отклонения проводников, определяемые в результате профильной съемки после монтажа (приложение 48), не должны превышать следующих величин:

— по ширине колеи $\pm 5-8$ *мм* для металлических и ± 10 *мм* для деревянных проводников;

— пролетов проводника от вертикали между смежными ярусами расстрелов 10 *мм* для металлических и 20 *мм* для деревянных проводников;

— одного проводника относительно другого в плоскости проекции, параллельной расстрелам, 10 *мм* для металлических и 20 *мм* для деревянных.

Общее отклонение всей системы армировки от проектного (вертикального) положения не должно превышать 1 : 20 000 глубины шахтного ствола.

Примечание. Допустимые отклонения соответствуют СН 340-65 (Указания по производству и приемке работ при армировке вертикальных стволов шахт).

Измерения, выполняемые для характеристики точности монтажа армировки и установления соответствия точности монтажа требованиям настоящей Инструкции, а также Указаниям по производству

и приемке работ при армировке вертикальных стволов шахт (СН 340-65) и Правилам безопасности, должны быть сделаны так, чтобы расстояния между соответственными проводниками можно было измерить с ошибкой, не превышающей ±1—2 *мм*, и отклонения проводников от вертикали на каждом ярусе определить с ошибкой, не превышающей ±2—3 *мм*.

РАБОТЫ ПРИ ОСНАЩЕНИИ СТВОЛА ГОРНОПРОХОДЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ И СООРУЖЕНИИ ЕГО УСТЬЯ

14.2. Перенесение в натуру осей временных зданий и сооружений при оснащении ствола следует выполнять по размерам, указанным на строительном генеральном плане или на чертежах размещения проходческого оборудования.

При монтаже проходческих подъемных машин должны быть проверены размеры фундаментов под подъемные машины или лебедки, расстояния между отверстиями для анкерных болтов, глубина и размеры отделений для барабанов, установка рамы подъемной машины относительно заранее вынесенных осей подъема и вала машины (барабана), установка барабана и вала подъемной машины относительно тех же разбивочных осей.

Отклонение оси рамы проходческой машины от оси подъема не должно превышать ±50 *мм*; высоты углов рамы не должны отличаться друг от друга более чем на 15 *мм* и от проектных высот — более чем на ±0,3 *м*; угол поворота оси вала (оси барабана) проходческой машины относительно разбивочной оси не должен быть более ±10′; превышение одного конца оси вала над другим не должно быть более 0,001 длины вала.

Примечание. Допуски на монтаж проходческих подъемных машин взяты из практики и проверены исследованиями ВНИМИ.

Правильность установки рамы подъемной машины проверяют до и после заливки ее бетоном. Монтаж проходческого копра и направляющих шкивов выполняют относительно пунктов, расположенных на осях ствола. Смещение подшкивной площадки проходческого копра от проектного положения не должно превышать 60 *мм*.

Углы девиации бадьевого подъема не должны быть более 1° 30′. Углы девиации канатов грузовых лебедок подвесного оборудования не должны превышать 2° 30′.

14.3. Разбивку фундаментов под основную проходческую раму выполняют по проектным размерам от осевых линий ствола, а установку рамы осуществляют совмещением осей рамы с разбивочными осями.

Смещение осей проходческой рамы относительно проектного положения не должно превышать ±5 *мм*. Отклонение высоты проходческой рамы от проектного положения не должно превышать ±50 *мм*, а разность высотных отметок между точками опоры разгрузочного станка не должна быть более 5 *мм*.

В шейке устья ствола закладывают скобы на расстоянии 50—100 *мм* от стенки крепи по направлениям осей ствола. Осевые риски на скобах следует выносить при помощи отвесов, опущенных с проходческой рамы, или теодолитом с осевых пунктов. Смещение рисок относительно проектной осевой линии не должно превышать 2 *мм*. Осевые риски следует зачеканивать медной проволокой.

После установки проходческой рамы на ней следует закрепить центр ствола и направления осей ствола. Нити отвесов, пропущенные в отверстия планки, фиксирующей направление оси, должны находиться от постоянной крепи на расстоянии не менее 200 *мм*.

Осевые риски и центр ствола на проходческой раме, а также осевые риски в устье ствола определяют дважды независимыми измерениями. Расстояния между двумя положениями каждой точки не должны превышать 5 *мм*.

Примечание. Впоследствии закрепленные на нулевой раме планки служат для проектирования в ствол осевых линий, для определения мест закладки проемов, задания направления при рассечке околоствольных выработок и камер, а также для ориентирования геологических разрезов по стволу и определения элементов залегания пересекаемых пород.

Проходку и правильность возведения временной и постоянной крепи устья проверяют по центральному или боковым проходческим отвесам, а при прямоугольном сечении — по угловым отвесам.

По мере возведения постоянной крепи устья следует своевременно определять места закладки проемов для каналов и ходков.

14.4. До монтажа проходческого оборудования следует ознакомиться с конструкцией подвесного полка и передвижной опалубки. Соответствие основных размеров опалубки проектным проверяют после сборки ее в шахтном стволе. Отклонения наружного диаметра передвижной опалубки по верху и по низу не должны превышать максимальных отклонений, установленных техническим проектом на изготовление опалубки.

До начала проходки ствола следует проверить положение подвесного, предохранительного и натяжного полков, а также положение предохранительного щита (после входа комплекса в незакрепленную часть ствола) относительно осей ствола. Точность центрирования полков должна обеспечивать свободное прохождение центрального отвеса в раструбе.

При выполнении в устье ствола разбивочных работ или контрольных измерений в целях обеспечения безопасности все работы по монтажу копра, подшкивной площадки и проходческой рамы должны быть прекращены.

РАБОТЫ ПРИ ПРОХОДКЕ СТВОЛА

14.5. В процессе проходки ствола выполняют следующие работы: разбивку точек подвески проходческих отвесов и проверку их положения относительно осей ствола измерениями от осевых точек,

закрепленных в устье, измерения для подсчета объемов горных работ при проходке ствола, определение местоположения и размеров вывалов породы и забутовки пустот за крепью и фиксацию их на чертежах, контроль за положением передвижных опалубок, контроль за размерами сечения ствола и вертикальностью стенок крепи, закрепление в крепи ствола у сопряжений с околоствольными выработками реперов и определение их высотных отметок, разбивку сопряжений с околоствольными выработками, проемов и оборудования, устанавливаемого в стволе, наблюдение за деформацией шахтного ствола и надшахтных зданий. Измерения и съемки, выполняемые в процессе проходки ствола, отражают в журнале проходки ствола (приложение 49).

14.6. Вертикальность ствола и стенок крепи определяют относительно проходческих отвесов. В качестве нити отвеса рекомендуется применять трос нераскручивающейся свивки с диаметром сечения от 2 до 5 *мм*. Лебедки отвесов должны иметь тормозные устройства и приспособления для закрепления отвеса на любой глубине.

Передвижную металлическую опалубку устанавливает проходческая бригада симметрично относительно центрального отвеса; вертикальная ось опалубки не должна отклоняться от среднего положения отвеса более чем на ± 20 *мм*.

14.7. Положение опалубки относительно центрального отвеса следует проверять не менее чем в восьми точках, равноудаленных друг от друга по периметру. Горизонтальность опалубки рекомендуется проверять шланговым нивелиром с установкой цилиндров на кружальных ребрах. Ошибки измерений в горизонтальной и вертикальной плоскостях не должны превышать ± 10 *мм*. Положение опалубки проверяет систематически сменный надзор и выборочно маркшейдерская служба не реже чем через 3—4 цикла подвигания опалубки. По результатам измерений составляют исполнительный чертеж опалубки, который представляют руководству шахтопроходческой организации для заключения о возможности дальнейшей эксплуатации опалубки.

При возведении деревянной срубовой крепи правильность установки опорного венца проверяют по трем-четырем угловым отвесам с измерением диагоналей.

Отклонения внутренней поверхности отдельных венцов от проектного положения не должны превышать ± 15 *мм*, а расстояния между углами венцов по диагонали не должны отличаться от проектных более чем на ± 50 *мм*.

ПРОФИЛЬНАЯ СЪЕМКА СТЕНОК СТВОЛА

14.8. После завершения работ по проходке выполняют контрольную профильную съемку стенок ствола.

Примечание. Если возведение крепи при проходке ствола проверялось и результаты проверки зафиксированы в журнале проходки сменным надзором через 1—2 технологических цикла (т. е. через интервал, равный шагу

опалубки или высоте двух тюбинговых колец) и маркшейдером через 6—8 *м*, то профили ствола разрешается составлять по измерениям, выполненным маркшейдером при оперативном контроле проходки.

Положение стенок ствола определяют измерением расстояний от центрального отвеса, от отвесов, опущенных в местах проектного положения выступающих частей подъемных сосудов, или от осевых отвесов. Координаты точек схода отвесов должны быть определены измерениями от осевых линий, закрепленных в шейке устья или на поверхности.

При измерениях относительно центрального отвеса дополнительно опускают отвес по одной из осей ствола для ориентирования направлений в сечении ствола.

Участки ствола с отклонениями крепи сверх допустимых следует отмечать в натуре для последующих исправлений.

14.9. Если для крепления концов расстрелов предусмотрено использовать горизонтальные ребра жесткости тюбингов, профильную съемку стенок выполняют по всему стволу с интервалами, равными шагу армировки. Количество и расположение отвесов должны обеспечивать возможность определения положения элементов крепи по осям ствола и в местах закрепления концов расстрелов. Положение контурных точек профиля относительно отвеса должно быть определено с ошибкой не более ± 10 *мм*.

Если ствол закреплен монолитным бетоном или деревом, измерения разрешается производить от отвесов, опущенных в местах проектного положения выступающих частей постоянных подъемных сосудов и ориентированных относительно центрального; измерения ведут на тех участках, где расстояния между сосудом и стенкой ствола составляют 150—300 *мм*; в этом случае в остальной части ствола маркшейдер ограничивается осмотром. Интервал между измерениями следует принимать равным шагу армировки или высоте опалубки. Расстояние от отвесов до стенок ствола измеряют до сантиметров. По данным профильной съемки составляют профили стенок ствола и чертежи сечений через 50—100 *м*.

При выполнении профильной съемки стенок ствола на поверхности должен быть установлен надзор за безопасным ведением работ и неизменностью положения отвесов. Спуск и подъем в стволе производят только по распоряжению и по сигналам маркшейдера.

РАЗБИВКА ОКОЛОСТВОЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК И КАМЕР

14.10. Разбивку сопряжения околоствольных выработок со стволом осуществляют по проектным (рабочим) чертежам ствола и выработок.

Для задания направления околоствольным выработкам маршейдерская служба должна иметь проектные чертежи сопряжения с указанием высоты головки рельсов или подошвы выработки.

Задание направления околоствольной выработке осуществляют относительно осей ствола. Определение направления оси ствола

у сопряжения производят по отвесам, опущенным с осевых точек, закрепленных в постоянной крепи устья ствола или на проходческой раме, а также с помощью маркшейдерского гирокомпаса, например МВТ2.

После спуска и успокоения отвесов следует проверить, не касаются ли они стенок ствола, канатов, трубопровода или других объектов. Центральный и осевые отвесы помещают в одной плоскости. Приблизительно по створу осевых и центрального отвесов следует закрепить скобы и отметить на них направление оси ствола проволокой на горизонте проектной отметки.

Высотная отметка должна быть передана одновременно с заданием направления для рассечки сопряжения. Выше околоствольного двора на расстоянии, не превышающем длины рулетки (20 *м*), должен быть закреплен в постоянной крепи высотный репер.

Примечание. Для закрепления оси ствола на горизонте рассечки околоствольного двора между заделанными в крепь скобами натягивают проволоку и от нее до отвесов (с учетом их колебаний) определяют расстояния. Последовательно перемещая проволоку вдоль скоб, добиваются параллельности проволоки и оси ствола. Затем от проволоки откладывают на скобах эти расстояния и делают насечки, отклонения которых от осевых линий не должны превышать 10 *мм*.

14.11. Проведение околоствольных выработок по направлению, определенному относительно отвесов, опущенных по осям ствола, допускается на расстоянии от ствола не более 40 *м*. Для дальнейшего проведения околоствольных выработок и задания им направлений должны быть определены пункты подземной маркшейдерской опорной сети.

При сооружении околоствольных камер маркшейдерская служба проверяет правильность направления проходки каждого слоя камеры в соответствии с предусмотренной проектом организацией работ и паспортом крепления.

Для монтажа комплекса скиповых разгрузочных устройств в загрузочную камеру следует вынести ось рельсовых путей и заложить реперы для определения высотных отметок фундамента и установки рамы опрокидывателя на проектной отметке. После установки барабана опрокидывателя проверяют совмещение головок рельсов барабана и рельсов подъездных путей. Отклонение головок рельсов барабана опрокидывателя в горизонтальной и вертикальной плоскостях относительно подъездных путей не должно превышать $\pm$ 5 *мм*.

РАБОТЫ ПРИ УГЛУБКЕ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

14.12. При углубке ствола сверху вниз под породным целиком или под предохранительным полком из действующей части ствола в углубляемую через углубочное отделение следует опустить 2—3 отвеса и с помощью их определить положение центра и осей ствола

под целиком или полком. Перенесение центра и осей ствола под предохранительный целик производят дважды. Расхождение между результатами не должно превышать в направлении осей $\pm 5'$, в положении центра 2 *см*. Методы перенесения центра и осей ствола под предохранительный целик или полок указаны в приложении 50.

Для углубки ствола с выдачей породы на углубочный горизонт надлежит выполнить следующие работы:

— определить центр и оси действующей части ствола у околоствольного двора действующего горизонта (порядок выполнения этой работы указан в приложении 51);

— ориентировать углубочный горизонт через вертикальную или наклонную выработку, соединяющую действующий горизонт с углубочным;

— вынести и закрепить центр и оси ствола под целиком, отделяющим действующую часть ствола от углубляемой (по координатам центра ствола на действующем горизонте).

Съемки и измерения, выполняемые для задания направления при углубке ствола, следует производить не менее чем два раза независимо и в разные сроки.

Разность координат центра сечения действующей части ствола, определяемых из двух съемок сечения, не должна превышать ± 20 *мм*. Положение центра сечения углубляемой части ствола в натуре при повторном перенесении через выработки, соединяющие действующий горизонт с углубочным, не должно отличаться от первого положения более чем на 70 *мм*.

При армировании углубляемой части ствола одновременно с проходкой примыкающие к действующей части ствола 4—5 ярусов расстрелов следует устанавливать только после сбойки ствола. При этом смещения в горизонтальной плоскости расположенных рядом соответственных расстрелов относительно друг друга не должны превышать 10 *мм* при металлической армировке и 20 *мм* при деревянной.

14.13. Для проверки правильности размеров поперечного сечения и вертикальности пройденной части ствола при проходке ствола снизу вверх неполным сечением опускают два проходческих отвеса, закрепленных на скобах в лестничном и бадьевом отделениях ниже отбойного полка.

При проверке положения забоя над проходческими отвесами центрируют временные шнуровые отвесы, закрепляемые непосредственно в забое на распорках или в пробках, забитых в шпуры. От этих отвесов проверяют положение ближайшей к ним стенки ствола.

При проходке ствола снизу вверх полным сечением проверку вертикальности пройденной части ствола и размеров поперечного сечения производят также от временных отвесов, которые перед проверкой закрепляют каждый раз над проходческими отвесами, опускаемыми из забоя в лестничном и бадьевом отделениях. Проверку вертикальности ствола следует выполнять через каждые 3 *м*

подвигания забоя, а перенесение скоб проходческих отвесов — через каждые 10 *м*.

Скобы для проходческих отвесов рекомендуется делать убирающимися на шарнирных связях.

РАБОТЫ ПРИ АРМИРОВАНИИ

14.14. Перед армированием шахтного ствола следует составить проект организации маркшейдерских работ, в котором должны быть предусмотрены: разбивочные работы для размещения дополнительных проходческих лебедок и направляющих шкивов в соответствии с проектными чертежами расположения монтажного оборудования в стволе и на шахтной поверхности, расположение и тип армировочных отвесов, диаметр троса или проволоки, форма и величина грузов, конструкция ограничителей колебаний и интервал между горизонтами установки ограничителей, мероприятия по защите отвесов от воздействия горизонтальных нагрузок вследствие движения воздуха, метод установки контрольного яруса и задание точек схода армировочных отвесов и местоположение их лебедок, мероприятия по защите отвесов у вентиляционных каналов, выборочная проверка размеров расстрелов, проводников, лежек и болтовых отверстий, шаблоны для разбивки местоположения лунок в крепи и шаблоны для установки расстрелов в вертикальных плоскостях и в каждом ярусе относительно отвесов и одного относительно другого, допускаемые отклонения при выполнении монтажных работ, а также необходимая точность маркшейдерских измерений, время в технологических циклах для оперативного маркшейдерского контроля за правильностью установки расстрелов и навески проводников, а также время для установки ограничителей колебаний и специальные требования к монтажному полку.

Примечание. При разработке проекта организации работ по армированию шахтного ствола проектные организации должны предусматривать время в технологических циклах для контроля, оснащение маркшейдерских измерений тросами и проволоками высокой прочности, средства защиты отвесов от завихрений при прохождении воздушных потоков через монтажный полок.

Для составления проекта организации маркшейдерских работ используют следующие проектные чертежи: поперечное сечение ствола с расположением армировки и постоянных подъемных сосудов, с характеристикой крепи устья и ствола; поперечное сечение ствола с размещением монтажного оборудования в процессе армирования и деталями конструкции монтажного полка; чертежи расположения на шахтной поверхности проходческих лебедок вокруг ствола; чертежи сопряжений ствола с околоствольными выработками каждого горизонта и с расположением разгрузочных станков.

14.15. В период подготовки к армированию следует проверить правильность установки шкивов на подшкивной площадке в соответствии с проектом расположения проходческого и монтажного оборудования. Расположение шкивов для подъемных канатов бадей и подвесных люлек должно обеспечивать свободный проход бадей

и люлек между расстрелами. Это условие проверяют съемкой осей канатов относительно центра и осей ствола. Отклонения осей подъемных канатов временных подъемных сосудов от проектного положения не должны превышать ±30 *мм*.

До начала работ по установке расстрелов составляют чертеж расположения армировочных отвесов. Количество армировочных отвесов и выбор точек их закрепления следует определять в зависимости от расположения расстрелов в ярусе, руководствуясь рекомендациями, изложенными в приложении 52. При последовательной схеме армирования отвесы помещают против лежек, а при совмещенной схеме смещают вдоль расстрела так, чтобы не затруднять навеску проводников. У центрального расстрела отвесы следует помещать на линии, параллельной горизонтальной оси ствола. Расстояния от отвеса до расстрела и от отвеса до боковой грани проводника не должны превышать 200 *мм*.

Между отвесами должны быть вычислены расстояния; на схеме расположения отвесов указывают расстояния от отвесов до элементов армировки и между отвесами.

В период подготовки к армированию следует проверить конструкцию монтажного полка в части обеспечения устойчивости положения армировочных отвесов, предусмотреть мероприятия по перекрытию лядами и фартуками проемов и мест возможных завихрений воздуха в сторону отвесов, при необходимости предусмотреть на полке места для установки баков с демпферной жидкостью или кожухов для защиты грузов от горизонтальных потоков воздуха и составить графики маркшейдерского контроля армирования.

14.16. Проект организации маркшейдерских работ при реконструкции армировки стволов действующих шахт должен быть согласован с главным маркшейдером шахтостроительного комбината и утвержден главным инженером шахтостроительной организации, осуществляющей сооружение или реконструкцию ствола. Перенесение в натуру проектного расположения отвесов производят только после указанного согласования и утверждения проекта маркшейдерского обслуживания работ по армированию.

14.17. Установку контрольного яруса расстрелов производят от отвесов, опускаемых с проволок, натянутых между точками, закрепленными по осям ствола. Расстрелы устанавливают по размерам, указанным на рабочих чертежах проекта. Правильность укладки расстрелов следует проверить измерением расстояний от осевых проволок до концов каждого расстрела, до лежек и до мест сочленения расстрелов. Положение продольной и поперечной осей каждого расстрела проверяют нивелированием, парными отвесами или уровнем. Положение металлических расстрелов контрольного яруса должно быть проверено после заводки концов расстрелов в лунки и сборки яруса, расклинивания концов расстрелов в лунках и схватывания бетона.

Результаты проверки после схватывания бетона должны быть занесены в журнал проходки.

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*. Отклонение поперечной оси расстрела контрольного яруса от горизонтального положения не должно превышать $\pm 20'$.

На расстрелах контрольного яруса устанавливают кронштейны или планки для закрепления точек схода армировочных отвесов. После закрепления планок следует определить координаты армировочных отвесов и между всеми точками схода измерить расстояния. По результатам контрольных измерений положение армировочных отвесов наносят на план размещения в стволе армировки и монтажного оборудования с указанием действительных расстояний от отвесов до элементов армировки и между всеми отвесами. Отклонения расстояний, измеренных в натуре, от проектных или вычисленных не должны превышать ± 2 *мм*.

Лебедки отвесов следует закреплять после проверки правильности закрепления планок.

14.18. При опускании армировочных отвесов вслед за монтажным полком следует устанавливать ограничители колебаний через 30—100 *м*, в зависимости от режима водопритока и скорости движения воздушной струи. Рекомендуемые типы отвесов и ограничителей колебаний отвесов приведены в приложении 53. При установке каждого ограничителя колебаний определяют положение покоя отвеса и центрируют его отверстие. На время центрировки ограничителей следует остановить вентилятор или принять меры для защиты троса (проволоки) отвеса от влияния вентиляционной струи на сопряжении с околоствольными выработками.

Окончательное закрепление ограничителей производят после измерения расстояний между всеми отвесами или центрами отверстий ограничителей на горизонте установки. Измеренные расстояния не должны отличаться от соответственных расстояний между отвесами на контрольном ярусе более чем на ± 5 *мм*.

Примечание. Если невозможно установить ограничители колебаний отвесов с указанной точностью, следует уменьшить принятый проектом организации работ интервал между горизонтами установки систем ограничителей.

14.19. При установке расстрелов по отвесам, опущенным до горизонта околоствольного двора, нижнюю часть отвесов пропускают через ограничители, установленные на надежно закрепленных балках. Предварительно определяют неотклоненное положение каждого из отвесов на горизонте околоствольного двора с помощью проектировочных тарелочек с ошибкой не более ± 5 *мм*. При наличии вентиляционной струи на сопряжении с околоствольными выработками или с вентиляционным каналом, расположенным выше околоствольного двора, грузы отвесов в местах сопряжений должны быть изолированы от влияния вентиляционной струи. При скорости воздушной струи от 1 до 5 *м/сек* рекомендуется применять проволоку или трос с диаметром сечения 2,0—2,5 *мм* с концевой нагрузкой 200—250 *кг*. При более высокой скорости движения воздуха должны быть раз-

работаны специальные мероприятия по уменьшению влияния воздушного потока на отвес во время измерений.

Несвободные отвесы рекомендуется применять при реконструкции армировки стволов действующих шахт с высокой скоростью движения воздушного потока.

14.20. Соблюдения геометрической схемы яруса расстрелов и установленного шага армировки достигают с помощью шаблонов. Маркшейдер составляет чертежи шаблонов, проверяет изготовленные шаблоны компарированной рулеткой и проводит инструктаж о работе с ними. Размеры рабочей части шаблонов для установки расстрелов не должны отличаться от проектных более чем на ± 1 *мм*.

Шаблоны должны изготавливаться применительно к каждому конкретному случаю расположения отвесов, обеспечивать удобство в работе и необходимую точность установки элементов армировки; их количество должно быть минимальным.

14.21. Установку расстрелов и навеску проводников следует осуществлять под контролем маркшейдерской службы. Оперативный маркшейдерский контроль армирования выполняют не реже чем через 3—4 яруса расстрелов; контроль включает проверку: расстояний между ярусами расстрелов (соблюдения установленного шага армировки); положения расстрелов относительно горизонтальных осей ствола; горизонтальности основных осей расстрелов; положения проводников при совмещенной технологической схеме армирования и положения лежек при последовательной схеме в каждом ярусе.

В период между маркшейдерскими проверками монтажа армировки правильность установки каждого яруса армировки проверяет сменный надзор и заносит результаты в журнал проходки. Ведение журнала контролирует маркшейдер.

Установка расстрелов должна быть выполнена так, чтобы отклонения расстояний между ярусами от проектных не превышали при навеске деревянных проводников ± 50 *мм*, при навеске металлических проводников ± 15 *мм*.

При навеске проводников прямоугольного профиля с закреплением на расстрелах болтами, а также при армировании стволов, где лестничное отделение ограждается рамной металлической конструкцией, максимальные отклонения расстояний между ярусами от проектных не должны превышать ± 10 *мм*.

При установке расстрелов и навеске проводников относительно отвесов расстояния от отвесов до соответственных точек расстрелов и проводников (лежек) на горизонте установки и на контрольном ярусе не должны отличаться более чем на ± 5 *мм* при металлической армировке и ± 10 *мм* — при деревянной. Отклонение продольной оси расстрела от горизонтального положения не должно превышать 1 : 200 от длины расстрела.

Примечание. Допуски на монтаж армировки соответствуют Указаниям по производству и приемке работ по армировке вертикальных стволов шахт (СН 340-65).

14.22. Окончательный контроль правильности установки расстрелов и проводников выполняют профильной съемкой армировки после завершения работ по сооружению ствола. Положение проводников следует определять на каждом ярусе расстрелов в двух главных плоскостях (лобовой и боковой) относительно вертикально закрепленных проволок (отвесов) или при помощи специальных приборов, например, измерительной станцией СИ-1.

Непосредственными измерениями с округлением до 1—2 *мм* определяют расстояние между проводниками для каждого подъемного сосуда на всех ярусах расстрелов.

Нижнюю часть отвеса для профильной съемки армировки следует устанавливать с помощью проектировочной тарелочки и закреплять в кронштейне под натяжением. На время определения положения покоя отвеса грузы и проволоку следует изолировать от воздействия горизонтальных потоков воздуха. При диаметре проволоки 2—2,5 *мм* нагрузка должна быть не менее 150—200 *кг*. Если в стволе одновременно закрепляют два отвеса и более, то после закрепления нижней части отвесов до начала съемки измеряют расстояние между отвесами на земной поверхности и в шахте; расхождения между соответственными расстояниями на земной поверхности и в шахте не должны быть более 5 *мм*. Координаты отвесов определяют съемкой относительно осей ствола (закрепленных в шейке устья или на земной поверхности).

Съемку проводников рекомендуется выполнять дважды или брать несколько отсчетов. Расхождения между измеренными расстояниями до одних и тех же точек элементов армировки не должны превышать 5 *мм*. Профиль проводника составляют по средним расстояниям из нескольких измерений. Измерения в стволе рекомендуется записывать на заранее разграфленных пластинах винипроза.

Примечание. Положение лобовой поверхности проводника разрешается определять относительно боковой грани расстрела при обязательном измерении расстояний между соответственными проводниками.

После навески постоянных подъемных сосудов расстояния между выступающими в сторону стенки ствола частями подъемных сосудов и крепью должны быть заново проверены непосредственными измерениями. Если часть этих расстояний окажется меньше минимальных зазоров, установленных Правилами безопасности, следует разработать предложения о работах, необходимых для подгонки стенок ствола или армировки к проектному положению.

При производстве профильных съемок ствола и армировки должны быть приняты меры предосторожности, обязательные при работе в шахтном стволе. Исполнители должны иметь предохранительные пояса, головные аккумуляторы и резиновую спецодежду.

При выносе в натуру армировочных отвесов и закреплении планок на контрольном ярусе работы в стволе, на подшкивной и нулевой площадках должны быть прекращены. При выполнении измерений с бадьи или люльки, а также с крыши постоянных подъемных сосудов

исполнители должны быть надежно прикреплены к подъемному сосуду предохранительными поясами, а измерительные инструменты и шаблоны — привязаны. В бадье и на земной поверхности должны находиться лица, отвечающие за сигналы. Во время профильных съемок другие работы в стволе должны быть прекращены.

РАБОТЫ ПРИ СПЕЦИАЛЬНЫХ СПОСОБАХ ПРОХОДКИ

14.23. Специальными задачами маркшейдерской службы при проходке стволов с искусственным замораживанием пород являются: разбивка центров устьев замораживающих скважин; составление погоризонтных планов ледопородного ограждения.

Толщина ледопородного ограждения, радиусы ледопородных цилиндров, количество и расположение замораживающих скважин, способ бурения, допустимые отклонения скважин от вертикали должны быть определены проектом в зависимости от гидрогеологических условий, глубины замораживания и диаметра ствола.

Разбивку устьев замораживающих скважин следует производить относительно центра и осей сооружаемого ствола по расстояниям, указанным на проектных чертежах. Положение скважины относительно каждой оси ствола должно быть определено с ошибкой не более ± 5 *см*. Скважины обозначают на местности и указывают их номера.

Съемку замораживающих скважин следует выполнять гироскопическими инклинометрами с интервалами между измерениями зенитных и дирекционных углов от 2 до 10 *м*. Инклинометры, предназначенные для съемки замораживающих скважин, должны обеспечивать измерение зенитных углов со средней ошибкой не более $\pm 3'$ и дирекционных углов — не более $\pm 5°$.

По горизонтальным проекциям осей замораживающих скважин должны быть составлены погоризонтные планы ледопородного ограждения. Интервал между горизонтами, для которых составляют планы, рекомендуется принимать равным 20 *м* при глубине замораживающих скважин менее 200 *м* и 50 *м* — при глубине их более 200 *м*.

Графическое построение ледопородных цилиндров выполняют по расчетным радиусам. Границами ледопородного ограждения вокруг ствола на соответствующих горизонтах являются огибающие кривые, соединяющие точки пересечения окружностей ледопородных цилиндров. При выявлении «окон» между ледопородными цилиндрами в границах ледопородной стенки должны быть пройдены дополнительные замораживающие скважины. Рекомендуемая методика построения границ ледопородного ограждения и ледопородных цилиндров изложена в приложении 54.

14.24. При монтаже буровых установок для проходки шахтных стволов способом бурения, а также для последующих наблюдений за правильностью положения буровой вышки, кронблока и центра

отверстия ротора относительно заданной оси ствола используют осевые пункты и реперы, закладываемые на строительной площадке в соответствии с требованиями настоящей Инструкции.

При монтаже буровой вышки и раздвижных платформ выполняют следующие требования: рельсовые пути под раздвижные платформы должны быть параллельны одной из осей ствола; продольная ось несущих платформ и их стык должны совпадать с направлением осей ствола; центр проходного отверстия ротора должен совпадать с центром устья форшахты.

Проверку выполнения указанных требований производят при помощи теодолита от пунктов, расположенных на осевых линиях шахтного ствола. Направления горизонтальных осей ствола должны быть вынесены на площадку кронблочной балки и отмечены марками или насечками.

Основным фактором, определяющим требования к вертикальности шахтных стволов, проходимых буровыми установками, является необходимость обеспечения безаварийного опускания секций крепи в заполненный промывочной жидкостью ствол. Ошибка определения планового положения оси буровой колонны относительно планового положения проектной вертикальной оси не должна превышать $\pm 0{,}1$ *м*. Высотную отметку забоя ствола должны определять с ошибкой не более $\pm 1{,}0$ *м*.

Измерения для проверки вертикальности проходки шахтных стволов способом бурения выполняют в процессе бурения или при каждом наращивании буровой колонны.

Для контроля вертикальности проходки шахтных стволов установками сплошного разбуривания пород (типа УЗТМ) разрешается применять способ, основанный на измерениях отклонений троса, опущенного по оси буровой колонны от устья до бурового снаряда.

В стволах небольшой глубины, при условии отжима на период наблюдений из буровой колонны промывочного раствора, разрешается применять оптический способ контроля — наблюдение за световым сигналом прибором вертикального визирования.

Глава 15. РАБОТЫ ПРИ ПРОХОДКЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И НАКЛОННЫХ КАПИТАЛЬНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

15.1. Направления околоствольным выработкам задают по расстояниям вдоль осей выработок, углам поворота, начальным, средним и конечным точкам кривых и уклонам рельсовых путей, указанным в проектной документации. Перед началом горнопроходческих работ маркшейдер должен иметь проектный чертеж околоствольного двора в масштабе 1 : 200 или 1 : 500, проектные чертежи сечений

и сопряжений выработок и проектные профили откаточных путей.

15.2. Направление выработкам в горизонтальной плоскости следует задавать теодолитом и обозначать закрепленными отвесами или при помощи световых указателей направления типа МСУ, УНС и указателей с лазерным источником света. Количество отвесов должно быть не менее трех; расстояния между отвесами принимают в пределах до 5 *м* для шнуровых отвесов и до 20 *м* для светящихся.

Перенесение направления к забою следует выполнять с пунктов подземных маркшейдерских опорных или съемочных сетей.

Удаление от забоя точек или устройств, указывающих направление прямолинейным участкам выработок, при использовании шнуровых отвесов не должно превышать 40 *м*, светящихся отвесов и световых указателей направления типа МСУ и УНС —80 *м* и указателей с лазерным источником света в зависимости от прозрачности воздуха в выработке — 300 *м*.

Способы задания направлений криволинейным участкам горных выработок в горизонтальной плоскости даны в приложении 55.

Задание проектного профиля выработкам рекомендуется производить при помощи следующих инструментов: нивелира — в выработках с углами наклона не более 5°, теодолита — в выработках с углами наклона от 6 до 50°, специального шаблона, снабженного уровнем.

Примечания. 1. Для указания направления выработкам в скальных породах, при перенесении направленческих точек не реже чем через 30—35 *м*, допускается отмечать направление двумя маркшейдерскими центрами, закрепленными в специально пробуренных шпурах в крепких породах кровли выработки.

2. В выработках с углами наклона до 5° при одновременном задании направления в горизонтальной и вертикальной плоскости в обоих случаях применяют теодолит.

15.3. Направление в вертикальной плоскости следует обозначать осевыми или боковыми реперами или при помощи световых указателей направления. Боковые реперы устанавливают в стенках выработки попарно. На участке выработки длиной 10—15 *м* следует устанавливать не менее двух пар боковых реперов или трех осевых реперов на расстоянии 2—5 *м* один от другого. Перенесение реперов к забою следует производить не реже чем через 40 *м*, а перенесение световых указателей направления — в соответствии с указаниями параграфа 15.2.

Способ задания направления горным выработкам с углами наклона от 6 до 50° в вертикальной плоскости дан в приложении 56.

15.4. При задании и перенесении направления следует проверить положение выработки в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Отклонения оси капитальной закрепленной выработки, оборудуемой конвейером или рельсовыми путями, от заданного направления в горизонтальной плоскости не должны превышать ± 5 *см*; минимальные зазоры между откаточными сосудами и стенками выработки

или размещенным в ней оборудованием должны соответствовать требованиям Правил безопасности.

В горизонтальных выработках при настилке капитальных рельсовых путей, по которым производят откатку локомотивами, отклонения уклонов десяти- или двадцатиметровых участков рельсовых путей между пикетными точками от проектных уклонов не должны превышать $\pm 0{,}002$. В околоствольных выработках уклоны участков путей, имеющих специальное назначение (самокатные участки, участки стопоров, толкателей, опрокидывателей, посадочных площадок и т. п.), не должны отличаться от проектных уклонов более чем на $\pm 0{,}001$. Во всех случаях не допускаются обратные уклоны и систематические односторонние отклонения уклонов как в сторону завышения, так и в сторону занижения.

РАБОТЫ ПРИ ПРОХОДКЕ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ПРОХОДЧЕСКИМИ МАШИНАМИ

15.5. Для указания направления движения проходческим машинам рекомендуется применять световые указатели направления типа УНС-2 или указатели с лазерным источником света. Для вождения проходческих машин по заданному уклону применяют автоматические стабилизаторы уклона АСУ.

Указатели направления следует устанавливать в 10 *м* от машины так, чтобы световой луч указателя проходил параллельно оси выработки. Марка экрана должна быть смещена относительно оси выработки на величину смещения светового луча. При удалении машины от указателя направления на расстояние большее, чем предусмотрено в параграфе 15.2, указатель переносят на следующую точку.

При использовании для указания направления светящихся отвесов у пульта управления следует закрепить визирное устройство и определить его положение относительно продольной оси выработки. Светящиеся отвесы подвешивают за машиной на том же удалении от оси выработки, что и визирное устройство. Створ отвесов и коллимационную плоскость визирного устройства совмещают в одной и той же плоскости.

Для правильной установки автоматического стабилизатора уклона нивелированием должен быть определен уклон подъемной части машины, после чего датчик АСУ устанавливают в соответствии с заданным уклоном.

После продвижения машины на 30—40 *м* должен быть нивелированием определен уклон пройденной части выработки и в соответствии с этим уклоном откорректировано положение электролитического уровня.

РАБОТЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ НАКЛОННЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

15.6. Для сооружения устья наклонного ствола должно быть задано направление продольной оси траншеи и угол наклона; перед возведением крепи устья в котловане следует закрепить направле-

ние главной оси ствола и параллельно ей, за пределами запроектированной крепи — две боковые вспомогательные оси, используемые для установки наружной опалубки. Рекомендуется производить разбивку осевых пунктов таким образом, чтобы их высоты отличались от проектных высот оси ствола на некоторую произвольную, но постоянную величину.

По мере возведения крепи в устье в ней следует закреплять ось наклонного ствола. Положение осевых пунктов должно быть проверено после засыпки котлована.

15.7. В период проходки наклонного ствола детальные разбивочные работы ведут от оси трассирования. Последнюю следует вынести в ствол от закрепленных на земной поверхности и в устье ствола пунктов главной оси и боковых реперов. Ось трассирования следует направлять параллельно главной оси наклонного ствола и закреплять в месте ствола, удобном для производства наблюдений. По мере проходки ствола ось трассирования переносят с помощью теодолита. Одновременно выносят и закрепляют боковые реперы. После возведения постоянной крепи ось трассирования следует закрепить постоянными центрами.

Перед настилкой постоянных рельсовых путей или монтажом конвейера измерениями от оси трассирования разбивают оси подъемов, которые следует закреплять в подошве, кровле или в крепи наклонного ствола.

РАБОТЫ ПРИ ПРОХОДКЕ КАПИТАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК ВСТРЕЧНЫМИ ЗАБОЯМИ

Предварительная оценка точности смыкания забоев

15.8. При проведении выработок встречными забоями до начала работ выполняют предварительную оценку точности смыкания забоев для каждого ответственного направления (под ответственным направлением понимают направление в горизонтальной или вертикальной плоскости, перпендикулярное к продольной оси выработки в точке предполагаемой встречи забоев).

Для предварительной оценки точности смыкания забоев должен быть составлен проект маркшейдерских работ по обслуживанию проходки. К проекту прилагают краткую пояснительную записку с указанием необходимой методики и инструментов. Проект должен быть утвержден главным инженером горного предприятия или строительной организации.

Одновременно с составлением проекта маркшейдерских работ главный маркшейдер должен согласовать с руководством горного предприятия или строительной организации или получить за подписью главного инженера предприятия величины допустимых расхождений выработок по ответственным направлениям, устанавливаемые в зависимости от назначения и вида горных выработок, откатки и т. д.

15.9. Предварительную оценку точности смыкания забоев выполняют в следующем порядке:

— оценка точности смыкания забоев по ответственному направлению, отдельно по каждому из источников, определяющих общую ошибку смыкания забоев;

— получение общей средней ошибки смыкания забоев по ответственному направлению;

— получение ожидаемой ошибки смыкания забоев по ответственному направлению и сравнение ее с установленным допуском.

Примечание. Ожидаемую ошибку принимают равной утроенной общей средней ошибке.

Если в результате расчета полученная ожидаемая ошибка не превысит установленного допуска, предварительную оценку точности смыкания забоев на этом заканчивают. Если же полученная ожидаемая ошибка превысит установленный допуск, необходимо, сообразуясь с реальными возможностями и величинами ошибок, составляющих общую ожидаемую ошибку, последовательно повторить расчет, принимая более точные методы маркшейдерских работ и более точные инструменты, а при необходимости — увеличить количество наблюдений для тех видов работ, которые в основном определяют величину ожидаемой общей ошибки смыкания. С целью повышения точности смыкания следует предусматривать дополнительные измерения дирекционных углов гироскопическим способом.

Если после повторных расчетов при использовании наиболее точных из имеющихся в распоряжении маркшейдерского отдела инструментов и наиболее совершенной методики производства работ ожидаемая ошибка все же будет больше установленного допуска, то маркшейдер должен в проекте указать величину ожидаемой ошибки, которая может быть получена при имеющихся инструментах и условиях работ.

Пример предварительной оценки точности смыкания забоев дан в приложении 57.

Обслуживание проходки выработок встречными забоями

15.10. Маркшейдерские работы по обеспечению проходки выработок встречными забоями следует выполнять в соответствии с условиями и результатами предварительной оценки точности смыкания забоев и с требованиями настоящей Инструкции. Изменение принятых при предварительной оценке точности методики работ и инструментов может быть допущено лишь при условии, если это не снизит точности результата.

15.11. В целях исключения грубых ошибок при измерениях, даже при наличии внутреннего контроля, маркшейдерские работы должны быть проведены как минимум дважды и желательно различными способами и разными исполнителями.

Если работы по прокладке полигонометрических ходов в горных выработках оба раза производились одним и тем же исполнителем,

то второй ход следует прокладывать по новым пунктам. Для контроля отдельных частей хода рекомендуется одну-две стороны делать общими для обоих ходов.

По мере выполнения каждого из предусмотренных видов работ следует определять ошибку результата этих работ и сравнивать ее с ожидаемой ошибкой, предусмотренной расчетом. Если полученные ошибки превысят расчетные, то данный вид работ должен быть выполнен заново.

15.12. Последние пункты полигонометрических ходов (не менее трех), предназначенные для задания направления выработкам, проходимым встречными забоями, закрепляют постоянными центрами.

Контрольные ходы в горизонтальных и наклонных выработках, проходимых встречными забоями, должны прокладывать не реже чем через 300 *м* подвигания забоя.

Окончательное направление выработок для их сбойки определяют по координатам x, y, z конечных пунктов выработок, когда расстояние между забоями составит 50 *м*.

15.13. При расстоянии между забоями 20 *м* маркшейдер обязан в письменном виде поставить в известность об этом главного инженера предприятия и начальников участков, ведущих проходку. Второй и третий раз маркшейдер ставит в известность указанных выше лиц при расстояниях между забоями соответственно 7 и 3 *м*.

15.14. При проведении штреков встречными забоями по проводнику (по пласту или жиле при наклонном падении) направление следует задавать только в вертикальной плоскости.

Подвигание выработки, а также заданное или продолженное инструментально направление или профиль следует фиксировать на плане с указанием расстояния от последнего отвеса до забоя и даты задания направления.

15.15. Непосредственно после сбойки должно быть измерено полученное расхождение забоев, замкнут ход и вычислены невязки. Все данные о результатах сбойки должны быть занесены в журнал вычисления координат.

РАЗДЕЛ V
ДОКУМЕНТАЦИЯ

Глава 16. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

16.1. Горное предприятие должно иметь предусмотренный настоящей Инструкцией комплект документации. Изменения в обязательный комплект документации могут быть внесены только по согласованию с органами Госгортехнадзора. Дополнительная документация, отражающая специфические особенности разработки месторождений, устанавливается горными предприятиями и руководящими ими организациями.

16.2. Комплект документации содержит первичную, вычислительную и горную графическую документацию. Документация, составленная в соответствии с требованиями ранее действовавшей «Технической инструкции по производству маркшейдерских работ» (1959 г.), переделке не подлежит.

16.3. Организации, составившие комплекты документации на предыдущей стадии освоения месторождений, должны передавать эти комплекты по акту организациям, осуществляющим последующие стадии освоения месторождений. Примерный перечень графической документации, передаваемой при вводе шахты в стадию строительства и в эксплуатацию, приведен в приложении 58.

16.4. При выполнении работ по построению маркшейдерских опорных сетей и съемке земной поверхности для горных предприятий сторонними организациями горному предприятию передаются дубликаты каталогов и графических материалов, а также технический отчет о выполненных работах.

При выполнении сторонними организациями съемки промышленных площадок, открытых разработок и подземных горных выработок горному предприятию передается вся первичная, вычислительная и графическая документация.

16.5. Первичная, вычислительная и графическая документация должна быть подписана исполнителями работ. Исходные чертежи горных выработок и горно-геологические чертежи должны быть

подписаны также главным маркшейдером и главным геологом горного предприятия.

16.6. Документация, составленная маркшейдерской службой горного предприятия и получаемая от других отделов или организаций, хранится непосредственно на горном предприятии. Сроки хранения документации указаны в приложении 59. При консервации и ликвидации горного предприятия документация, подлежащая постоянному хранению, согласно Инструкции о порядке оформления консервации и ликвидации горных предприятий должна быть передана в вышестоящую организацию.

16.7. Документацию, утратившую свое значение, периодически можно уничтожать с разрешения вышестоящей организации и по согласованию с местными органами Госгортехнадзора, о чем составляет акт комиссия в следующем составе: главный инженер, главный маркшейдер и главный геолог горного предприятия.

16.8. Порядок учета, хранения и пользования документацией регламентируется специальными инструкциями.

16.9. Ответственность за полноту, достоверность и качество документации, за своевременное ее составление, пополнение и корректуру в соответствии с требованиями настоящей Инструкции несут главный инженер, главный маркшейдер и главный геолог горного предприятия.

Глава 17. ПЕРВИЧНАЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ПЕРВИЧНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ЕЕ СОСТАВ

17.1. В состав первичной документации горного предприятия по съемкам земной поверхности и открытых разработок в соответствии с выполняемыми работами должны входить:

1) журналы измерения горизонтальных углов или направлений при проложении триангуляционных или аналитических сетей, а также при вставках в триангуляционную сеть отдельных пунктов;

2) журналы измерения зенитных расстояний или вертикальных углов;

3) листы графического определения элементов приведения;

4) журналы измерения базисов (при построении самостоятельных сетей);

5) журналы угловых измерений в полигонометрических ходах (отдельно по каждому разряду ходов);

6) журналы линейных измерений в полигонометрических ходах (отдельно по каждому разряду ходов);

7) журналы геометрического нивелирования (отдельно по каждому классу);

8) журналы угловых и линейных измерений в теодолитных ходах;

9) журналы технического нивелирования;

10) журналы съемки (мензульной, тахеометрической, стереофотограмметрической, ординатной);

11) журналы разбивочных работ.

17.2. В состав первичной документации горного предприятия при подземном способе разработки месторождений кроме необходимых журналов, предусмотренных в параграфе 17.1, должны входить журналы:

1) измерений при ориентировании подземных маркшейдерских опорных сетей (отдельно для геометрического и гироскопического способа ориентирования);

2) измерений при передаче высот от реперов на земной поверхности к пунктам подземной маркшейдерской сети;

3) угловых и линейных измерений в подземных полигонометрических и теодолитных ходах;

4) угловых и линейных измерений в угломерных ходах;

5) технического нивелирования;

6) измерений при профильной съемке шахтных стволов;

7) замеров горных выработок.

17.3. В состав первичной документации горных предприятий, находящихся в стадии строительства кроме журналов, предусмотренных в параграфах 17.1 и 17.2, должны входить журналы:

1) измерений при определении пунктов разбивочной сети;

2) измерений при проходке шахтных стволов;

3) измерений при армировании шахтных стволов;

4) съемки замораживающих скважин.

17.4. Журналы первичной документации должны иметь стандартные размеры 148 × 210 *мм* (формат 1/2·1, ГОСТ 2.301—68). Каждому журналу дают свой номер, на последней странице журнала за подписью главного маркшейдера горного предприятия указывают прописью общее количество пронумерованных страниц.

17.5. В журналах измерений непосредственно на месте проведения работ выводят средние значения измеренных величин и определяют соответствие результатов измерений требованиям настоящей Инструкции.

17.6. После окончания измерений все вычисления должны быть проверены в камеральных условиях, о чем должна быть сделана запись в журнале. При обнаружении ошибок в вычислениях ошибочные записи зачеркивают так, чтобы были видны написанные числа, и сверху или сбоку выписывают полные числа, соответствующие верным результатам.

В журналах измерений должны быть сделаны ссылки на соответствующие им журналы вычислений.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ЕЕ СОСТАВ

17.7. В состав вычислительной документации горного предприятия по съемкам земной поверхности и открытых разработок в соответствии с выполненными работами должны входить:

1) журналы вычисления длины базисов (при построении самостоятельных сетей);

2) ведомости вычисления поправок за центрировку и редукцию;

3) ведомости приведенных направлений для пунктов триангуляции или аналитических сетей;

4) журналы решения треугольников;

5) журналы уравновешивания триангуляции (или отдельных вставок в триангуляционную сеть) и вычисления окончательных координат;

6) журналы вычисления длины сторон полигонометрических ходов (отдельно по каждому классу и разряду);

7) журналы уравновешивания полигонометрических ходов и вычисления координат (отдельно по каждому классу и разряду);

8) журналы уравновешивания нивелирных ходов и вычисления высот пунктов маркшейдерской опорной сети и реперов;

9) журналы вычисления координат и высот пунктов съемочной сети (теодолитных ходов, геодезических засечек и пр.);

10) журналы подсчета объемов отвалов полезного ископаемого на складах и журналы подсчета объемов выработанного пространства;

11) каталог координат и высот пунктов маркшейдерской опорной сети, высот реперов и марок нивелирования различных классов;

12) каталог координат и высот пунктов съемочной сети, осевых пунктов и центров устьев шахтных стволов, шурфов и скважин.

17.8. В состав вычислительной документации для горных предприятий при подземном способе разработки месторождений кроме журналов, предусмотренных в параграфе 17.7, должны входить:

1) журналы вычисления ориентирования и центрирования подземной маркшейдерской опорной сети и передачи высот;

2) журналы вычисления приведенной длины сторон подземных полигонометрических ходов;

3) журналы вычисления координат пунктов подземных маркшейдерских опорных и съемочных сетей (отдельно по опорным и съемочным сетям);

4) журналы вычисления высот пунктов тригонометрического нивелирования;

5) журнал учета горных работ (прохождения подготовительных выработок, подвигания очистных забоев, фронта работ, объемов выработанного пространства, добычи полезного ископаемого);

6) каталог координат и высот пунктов и реперов подземной маркшейдерской опорной сети.

17.9. В состав вычислительной документации горных предприятий, находящихся в стадии строительства, включают все необходимые журналы и каталоги, предусмотренные в параграфах 17.7 и 17.8.

17.10. Журналы вычислительной документации должны иметь размеры 297 × 210 *мм* (формат 11 по ГОСТ 2.301—68).

Записи следует вести чернилами или тушью четким почерком. Форма журналов должна предусматривать места для эскизов. Разрешается применение журналов из вычислительной бумаги.

Страницы журнала должны быть пронумерованы; на последней странице за подписью главного маркшейдера горного предприятия прописью указывают общее их количество. Каждый журнал должен иметь номер, титульную надпись, оглавление и ссылки на журналы, из которых взяты исходные данные и результаты измерений.

17.11. Вычисления, не имеющие внутреннего контроля, должны быть выполнены в две руки — двумя исполнителями независимо. В исключительных случаях вычисления может вести дважды один и тот же исполнитель, но с некоторым промежутком времени и в двух журналах.

Отдельные ошибочные цифры разрешается удалять и на их место выписывать соответствующие правильные цифры. Ошибочные вычисления перечеркивают и за подписью исполнителя указывают место, где находятся правильные вычисления.

Вычисления заканчивают определением невязок и сравнением их с допустимыми величинами, предусмотренными Инструкцией; при достаточно большом количестве данных должны быть вычислены средние ошибки измеренных величин.

17.12. При выполнении маркшейдерских вычислений на электронных вычислительных машинах должен быть обеспечен надежный контроль правильности ввода исходных данных, решения задачи и печати результатов. Программа решения должна предусматривать выдачу на печать результатов вычислений в виде формуляра, составленного таким образом, чтобы его можно было вклеить в журнал решения соответствующей задачи. Для выполнения маркшейдерских вычислений следует использовать программы, рекомендованные ВНИМИ и утвержденные Госгортехнадзором.

17.13. Вычислительную документацию в части соблюдения требований Инструкции проверяет главный маркшейдер горного предприятия; о результатах проверки за его подписью должна быть сделана соответствующая запись.

Глава 18. ГОРНАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ МАРКШЕЙДЕРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

18.1. Чертежи * горной графической документации горного предприятия, составленные в результате измерений методом геометрических проекций, должны отражать рельеф и ситуацию земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия, геологические условия залегания месторождения, пространственное расположение горных выработок и технологию разработки месторождения.

* Под термином «чертежи» понимают карты, планы, проекции на вертикальную плоскость, вертикальные (продольные и поперечные) и горизонтальные разрезы и параллельные пространственные проекции (построенные афинным или аксонометрическим способом).

По своему назначению горная графическая маркшейдерская документация разделяется на 2 комплекта чертежей, а именно: 1) комплект чертежей земной поверхности; 2) комплект чертежей горных выработок.

По характеру построения все чертежи разделяют на исходные (оригиналы) и производные (копии и репродукции).

Под исходными чертежами понимают чертежи, построенные непосредственно по результатам измерений, под производными — чертежи, полученные путем репродукции или уменьшения исходных чертежей, дополненные специальным содержанием, соответствующим назначению каждого производного чертежа.

18.2. Для решения текущих задач горного предприятия применяют производные чертежи.

18.3. Чертежи горной графической документации в зависимости от их содержания и назначения составляют в масштабах 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000; отдельные сравнительно мелкие объекты и элементы следует изображать в масштабах 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200.

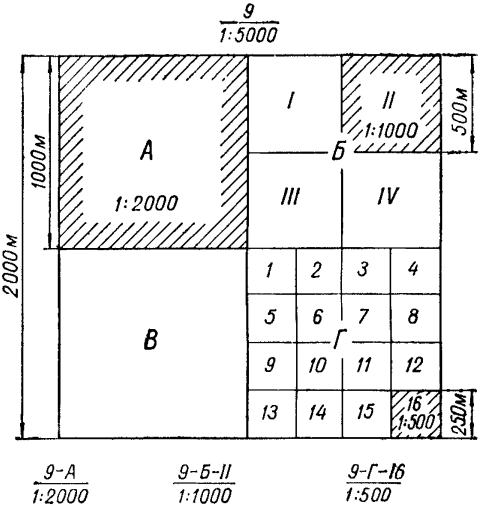


Рис. 5. Планшет в масштабе 1 : 5000, разделенный на планшеты в масштабах 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500.

18.4. Чертежи земной поверхности, создаваемые на участках менее 20 $км^2$, и чертежи горных выработок при открытом и подземном способах разработки месторождений следует составлять в разграфке квадратных планшетов. Исходным форматом для разделения на планшеты является лист в масштабе 1 : 5000, охватывающий площадь 2 × 2 *км*. Разделение листа в масштабе 1 : 5000 на планшеты в масштабах 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500 указано на рис. 5.

Остальные чертежи исходной документации могут быть составлены на листах, форматы которых предусмотрены ГОСТ 2.301—68. Размеры планшетов с учетом полей должны составлять: в масштабе 1 : 5000—440 × 460 *мм*; в масштабах 1 : 2000 — 1 : 500 — 540 × × 560 *мм*.

Примечание. При протяженности горных разработок не более 1 *км* допускается составление чертежей земной поверхности и горных выработок на листах одного из форматов, предусмотренных ГОСТ 2.301—68.

18.5. В основу разграфки планов земной поверхности в масштабе 1 : 5000 и 1 : 2000, создаваемых на участках более 20 *км*^{2}, как правило, принимают лист карты в масштабе 1 : 100 000, который делят на 256 частей для съемок в масштабе 1 : 5000, а каждый лист в масштабе 1 : 5000 делят на девять частей для съемки в масштабе 1 : 2000. Номенклатуру листа в масштабе 1 : 5000 составляют из номенклатуры листа карты в масштабе 1 : 100 000 и взятого в скобки номера листа в масштабе 1 : 5000, например М-38-39 (255).

Номенклатуру листа в масштабе 1 : 2000 составляют из номенклатуры листа плана в масштабе 1 : 5000 и одной из первых девяти строчных букв русского алфавита (а, б, в, г, д, е, ж, з, и) например: М-38-39 (255-а).

Размеры рамок для планов приведенной выше разграфки устанавливаются следующие:

	По широте	По долготе
Для масштаба 1 : 5000	1′15″,0	1′52″,5
Для масштаба 1 : 2000	25″,0	37″,5

Севернее параллели 60° планы по долготе сдваивают.

18.6. Координатную сетку на планшеты наносят сплошными линиями толщиной 0,1 *мм* размерами 100 × 100 *мм*. Разбивку сетки выполняют с помощью координатографа, штангенциркуля или специальных линеек.

На планах производной документации вместо линии сетки разрешается изображать только их пересечения через 100 *мм*. В этом случае координатная сетка по отношению к рамке может быть расположена с учетом наилучшего размещения изображаемого объекта.

Линии горизонтов высотной сетки на вертикальных разрезах и проекциях на вертикальную плоскость следует проводить через 5 *см*, а вертикальные линии — соответственно точкам пересечений линий сетки координат (x и y) со следом разреза или названной проекции на плане.

18.7. Исходные чертежи должны составлять на основе материалов измерений и вычислений. В тех случаях, когда невозможно произвести съемку каких-либо выработок (например, при внезапном завале выработок или изолировании их), допускают нанесение этих выработок на исходные чертежи на основании акта опроса; об этом на чертеже делают соответствующую запись.

В случае утраты какого-либо чертежа или его износа чертеж должен быть составлен заново. При утрате первичной и вычислительной документации для составления чертежа следует использовать другую имеющуюся графическую документацию.

18.8. Пункты маркшейдерских опорных сетей на земной поверхности и в подземных выработках, а также пункты съемочных сетей наносят по координатам с помощью координатографа или с помощью циркуля-измерителя и трансверсальной линейки. Пункты съемоч-

ных сетей 2-го разряда в очистных забоях разрешается наносить упрощенными методами.

18.9. В верхнем и левом полях планшетов должно быть нанесено содержание соответствующих частей смежных планшетов.

18.10. Горную графическую документацию исполняют в соответствии с действующими «Едиными условными обозначениями для маркшейдерских планов и геологических разрезов», а планы земной поверхности — с учетом «Условных знаков для топографических планов масштабов 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500», утвержденных ГУГК.

18.11. Точность составления исходных чертежей характеризуется данными, приведенными в табл. 23.

ТАБЛИЦА 23

Ошибка	Предельная величина, *мм*
Взаимного положения точек пересечения прямоугольной сетки координат	±0,2
Положения пунктов маркшейдерской опорной и съемочной сетей по отношению к сетке координат	±0,4
Взаимного положения ближайших друг к другу пунктов опорной или съемочной сетей	±0,6
Положения точек четких контуров по отношению к ближайшим пунктам опорной и съемочной сетей	±0,6
Взаимного положения ближайших контурных точек	±0,8

18.12. Исходную маркшейдерскую графическую документацию должны исполнять на чертежной бумаге высшего качества ручного и машинного отлива, наклеенной на жесткую или мягкую основу для обеспечения длительности срока службы и хранения, и на недеформирующихся прозрачных синтетических материалах — пленках.

Для производных чертежей рекомендуются прозрачные синтетические материалы, калька бумажная натуральная, бумага чертежная прозрачная, бумага светочувствительная позитивная диазотипная и калька бумажная светочувствительная диазотипная.

18.13. Методы копирования и размножения чертежей горной графической документации должны обеспечивать четкость и необходимую точность передачи изображений.

18.14. Исходные чертежи должны храниться в горизонтальном положении на плоскости или в вертикальном — на ребре; свертывание и складывание исходных чертежей запрещается.

Производные чертежи разрешается свертывать и складывать; названия их при этом должны находиться сверху. Чертежи следует складывать по формату 11 (297 × 210 *мм*).

СОСТАВ ЧЕРТЕЖЕЙ ГОРНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ИХ МАСШТАБЫ

18.15. В состав чертежей земной поверхности (комплект 1) каждого горного предприятия должны входить чертежи, перечисленные в табл. 24.

ТАБЛИЦА 24

Индекс	Название групп и чертежей	Масштаб (один из указанных)	Высота сечения рельефа, *м*
1.1.	*Группа чертежей, отражающих рельеф и ситуацию земной поверхности*		
1.1.1.	План земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия	1:1000 1:2000 1:5000	0,5 или 1,0 0,5; 1,0 или 2,0 1,0; 2,0 или 5,0
1.1.2.	План застроенной части земной поверхности (города, поселка)	1:2000 1:5000	 0,5 или 1,0
1.1 3.	План промышленной площадки	1:500 1:1000	0,25 или 0,50 0,50
1.1.4.	План породных отвалов (для карьеров и приисков)	1:2000 1:5000	— —
1.1.5.	Планы участков земной поверхности, отведенных под склады полезного ископаемого или хранилища отходов обогатительных фабрик	1:200 1:500 1:1000	0,25 0,25—0,50 0,50
1.1.6.	Картограмма расположения планшетов съемки земной поверхности	1:10 000 1:25 000	— —
1.2.	*Группа чертежей, отражающих обеспеченность горного предприятия пунктами маркшейдерской опорной и съемочной сети*		
1.2.1.	План расположения пунктов маркшейдерской опорной и съемочной сети на земной поверхности	1:5000 1:10 000 1:25 000	— — —
1.2.2.	План расположения пунктов разбивочной сети и осевых пунктов шахтных стволов	1:200 1:500 1:1000	— — —
1 2.3.	Кроки и схемы конструкции реперов и пунктов	Без соблюдения масштабов	—
1 3.	*Группа чертежей отводов горного предприятия*		
1.3.1.	План горного и земельного отводов горного предприятия и разрезы к ним	В масштабе плана 1.1.1.	—

Примечания. 1. На приисках план 1.1.1. разрешается строить в масштабе 1:10 000 или 1:25 000, но, кроме того, должен быть составлен план земной поверхности территории полигонов в масштабе 1:2000.

2. При значительном количестве скважин, выходящих на земную поверхность (как, например, в Подмосковном бассейне), вместо плана 1.1.1. разрешается строить план земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия без изображения скважин и план расположения скважин на земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия.

3. Для планов хранилищ отходов обогатительных фабрик открытого типа с большой поверхностью масштаб плана 1.1.5. должен быть принят 1:2000 или 1:5000.

4. Составление чертежей 1.1.2. для приисков не требуется.

5. Для горных предприятий, разрабатывающих залежи солей подземным способом, план 1.1.1. и соответственно этому картограмму 1.1.6. составляют по мере необходимости.

18.16. В состав чертежей горных выработок (комплект 2) горных предприятий должны входить чертежи, перечисленные в табл. 25.

ТАБЛИЦА 25

Индекс	Название групп и чертежей	Масштаб (один из указанных)
2.1.	*Группа чертежей горных выработок, отражающих вскрытие, подготовку и разработку месторождения*	
	А. Открытый способ разработки	
	а. Карьеры	
2.1.1.	Планы горных выработок по горизонтам горных работ	1:500 1:1000 1:2000
2.1.2.	Разрезы горных выработок карьера (вкрест простирания или по поперечным направлениям, приуроченным к разведочным линиям)	В масштабе плана 2.1.1.
2.1.3.	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок	1:10 000 1:25 000
	б. Прииски	
2.1.1.	Планы горных выработок полигонов	1:2000
2.1.2.	Оперативные планы горных выработок полигонов	1:1000 1:500
2.1.3.	Разрезы	1:1000
2.1.3а	Разрезы горных выработок полигонов (поперек и вдоль россыпи, приуроченные к разведочным линиям)	Горизонтальный 1:1000, 1:2000, вертикальный в 10 раз крупнее горизонтального
2.1.4.	Вертикальные разрезы по направлению подвигания фронта работ	1:500 1:1000
2.1.5.	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок полигонов	1:10 000 1:25 000

Продолжение табл. 25

Индекс	Название групп и чертежей	Масштаб (один из указанных)
	Б. Подземный способ разработки	
	в. Горные предприятия, разрабатывающие пластовые месторождения, пластообразные залежи и россыпи	
2.1.1.	Планы горных выработок по каждому пласту, пластообразной залежи независимо от углов их падения и мощности	1 : 1000 1 : 2000
2.1.2.	Планы горных выработок по каждому слою при разделении мощных пластов на слои, параллельные напластованию	1 : 1000 1 : 2000
2.1.3.	Проекции горных выработок на вертикальную плоскость по каждому пласту с углами падения 60° и более	1 : 1000 1 : 2000
2.1.4.	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ при разработке свиты пластов крутого падения	1 : 2000 1 : 5000
2.1.5.	Разрезы вкрест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1 : 1000 1 : 2000
2.1.6.	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по пластам	1 : 10 000
	г. Горные предприятия, разрабатывающие жильные месторождения	
2.1.1.	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ	1 : 1000 1 : 2000
2.1.2.	Проекции горных выработок на вертикальную плоскость по каждой жиле	1 : 1000 1 : 2000
2.1.3.	Разрезы вкрест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1 : 1000 1 : 2000
2.1.4.	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по основным (транспортным) горизонтам	1 : 5000 1 : 10 000
	д. Горные предприятия, разрабатывающие месторождения мощных рудных тел	
2.1.1.	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ	1 : 1000 1 : 2000
2.1.2.	Планы горных выработок по каждому горизонту очистного блока	1 : 500 1 : 1000
2.1.3.	Поперечные, продольные разрезы по блокам и проекции на вертикальную плоскость	1 : 500 1 : 1000 1 : 2000
2.1.4.	Картограмма расположения листов планов горных выработок по основным (транспортным) горизонтам	1 : 5000 1 : 10 000

Продолжение табл. 25

Индекс	Название групп и чертежей	Масштаб (один из указанных)
2.2.	*Группа чертежей капитальных горных выработок и транспортных путей в них*	
	Горные предприятия всех типов (пункты а, б, в, г, д)	
2.2.1.	Разрезы по вертикальным и наклонным шахтным стволам	1 : 200 1 : 500
2.2.2.	Профили стенок и армировки шахтных стволов	Вертикальный 1 : 100, 1 : 200, горизонтальный 1 : 10, 1 : 20
2.2.3.	Чертежи околоствольных горных выработок	1 : 500
2.2.3а	Чертежи дренажных горных выработок (для карьеров)	1 : 1000 1 : 2000
2.2.4.	Продольные профили рельсовых путей в откаточных горных выработках (для шахт) Продольные профили железнодорожных, автомобильных, троллейвозных и подвесных канатных дорог (для открытых разработок)	Горизонтальный 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, вертикальный в 10 раз крупнее горизонтального
2.2.5.	Продольные профили руслоотводных, водозаводных и других капитальных траншей и канав (для приисков)	Горизонтальный 1 : 1000, вертикальный 1 : 100
2.3.	*Группа чертежей по расчету предохранительных целиков*	
	Карьеры и шахты (пункты а, в, г, д)	
2.3.1.	Чертежи по расчету предохранительных целиков под зданиями, сооружениями и природными объектами	Не мельче 1 : 2000; для протяженных объектов не мельче 1 : 10 000
2.3.2.	Чертежи по расчету барьерных целиков между шахтными полями и у затопленных выработок	Не мельче 1 : 2000

Примечания. 1. На основе планов горных выработок по горизонтам горных работ составляют сводный план горных выработок всего карьера в масштабе 1 : 1000, 1 : 2000 или 1 : 5000.

2. При разработке двух сближенных пластов пологого или наклонного падения малой или средней мощности при условии, что основные выработки проходят только по одному из пластов, вместо двух планов допускается составление одного общего плана для обоих пластов совместно.

3. При разработке пластов со взаимным перекрытием крыльев дизъюнктивных нарушений, кроме планов горных выработок по пластам (или проекций на вертикальную плоскость) для обоих крыльев совместно, рекомендуется построение планов (или проекций на вертикальную плоскость) для каждого крыла нарушения отдельно.

4. Для мощных пластов, разрабатываемых не более чем в два слоя, планы разрешается строить совместно, ограничиваясь только планом горных выработок по пласту.

5. Вертикальную плоскость проекций следует помещать во всех случаях в лежачем боку пласта или жилы, в связи с чем на чертеже падение будет направлено в сторону нижней рамки. При изменениях простирания и угла падения не более чем на 7° проекции строят на одну и ту же плоскость, при бо́льших изменениях — на несколько плоскостей, образующих систему пересекающихся вертикальных плоскостей, каждая из которых должна быть параллельна соответствующей части пласта или жилы в указанных пределах.

Следы вертикальной или системы пересекающихся вертикальных плоскостей проекции должны быть нанесены на план горных выработок по пласту, а для жил — на план горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ. Принимая эти следы параллельными рамкам чертежа и совмещая их со следами, изображенными на плане горных выработок, строят проекции на вертикальную плоскость в общем случае с клиньями разрыва.

СОДЕРЖАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ГОРНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Комплект 1 (табл. 24)

18.17. На чертежах, отражающих рельеф и ситуацию земной поверхности, должны быть нанесены объекты, предусмотренные «Основными положениями по созданию топографических планов масштабов 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и 1 : 500» М., ГУГК, 1970 и, кроме того, объекты, специфические для горных предприятий, не предусмотренные основными положениями.

К таким специфическим объектам для плана земной поверхности относят:

— провалы, воронки и отвалы пород старых горных разработок;

— выходы горных пород и тел полезных ископаемых на земную поверхность;

— границы горных и земельных отводов горного предприятия.

На план промышленной площадки горного предприятия наносят всю ситуацию, включая подземные (скрытые) сети коммуникаций и сооружения при них.

18.18. На картограмме должны быть изображены рамки планшетов или листов, границы горных, земельных и других отводов, основные элементы ситуации.

18.19. На чертежах, отражающих обеспеченность горного предприятия пунктами маркшейдерской опорной и съемочной сетей, должны быть изображены пункты сети различных классов и разрядов и основные элементы ситуации.

18.20. На кроки должны быть изображены положение пункта или репера и ближайшего объекта ситуации, расстояния от пункта или репера до характерных точек этого объекта, схема конструкции центра и знака.

18.21. Чертежи отводов горного предприятия составляют в соответствии с действующими инструкциями.

Комплект 2 (табл. 25)

18.22. На сводных планах горных выработок карьера должны быть изображены:

— проектные границы поля карьера;

— рельеф и ситуация земной поверхности в проектных границах карьера;

— разведочные линии и разведочные выработки;

— геологическая и гидрогеологическая ситуация;

— бровки уступа;

— предохранительные бермы;

— осыпи, обрушения, оплывины, оползни;

— зоны обводнения, пожаров, пылеобразования и газовыделения;

— внутренние отвалы;

— изогипсы поверхности тел полезных ископаемых;

— подземные эксплуатационные и дренажные горные выработки.

18.23. На планах горных выработок по горизонтам горных работ должно быть изображено то же, что предусмотрено для сводного плана, со следующими изменениями:

— проектные границы поля карьера наносят только для данного горизонта;

— бровки уступа и границы выемки наносят на даты, установленные для периодической съемки карьеров (параграф 6.2).

18.24. На планах горных выработок полигонов при разработке россыпных месторождений должны быть изображены:

— рельеф и ситуация земной поверхности в пределах полигона;

— граница горных, водных, земельных отводов и границы полигона;

— отвалы торфов, галей и эфелей;

— контуры бьефа и горизонтали берегов, дна и плотин бассейнов или водотоков (для дражных разработок);

— контуры балансовых и забалансовых запасов по россыпи;

— разведочные линии, шурфы и скважины по ним;

— траншеи, канавы, котлованы, дамбы, плотины и перемычки;

— бровки уступов и траншей; для бульдозерно-скреперного способа разработки — границы полностью вскрытой и полностью выработанной части россыпи на первое число каждого квартала;

— границы выработанного пространства по годам и целики, отнесенные в потери;

— изогипсы поверхности плотика;

— геологическая и гидрогеологическая ситуация;

— осыпи, обрушения, оплывины и оползни;

— зоны многолетней мерзлоты и таликов;

— дренажные выработки и сооружения.

18.25. На оперативных планах горных выработок полигонов должны быть изображены объекты, предусмотренные в параграфе 18.24. Бровки уступов и траншей, границы предварительно вскрытой и полностью вскрытой части россыпи, границы части россыпи с недоработанными, незачищенными и полностью выработанными песками должны быть нанесены на первое число каждого месяца. Кроме того, должны быть изображены изогипсы поверхности пласта песков.

18.26. При подземном способе разработки месторождений на планах горных выработок (2.1.1; 2.1.2. и 2.1.4.) изображают:

— границы горных отводов или технические границы шахтных и рудничных полей, границы блоков и границы безопасного ведения горных работ;

— капитальные, подготовительные, нарезные, разведочные выработки и очистные забои по данному пласту, залежи, линзе, жиле или по данному горизонту с указанием дат их подвигания по месяцам и по годам; по наклонным подготовительным и очистным выработкам во всех характерных местах, но не реже чем через 150—200 *м* указывают углы наклона;

— части планов горных выработок смежных горных предприятий, расположенные в пределах стометровой полосы от технической границы шахтного или рудничного поля данного горного предприятия;

— крепь капитальных горных выработок и закладку;

— целики, оставленные у подготовительных выработок и в очистном пространстве;

— охраняемые объекты, предохранительные и барьерные целики;

— опасные очаги и зоны (внезапных выбросов угля и газа, выдавливания и высыпания угля с выделением газа, взрыва газа и пыли, проявления горных ударов, самонагревания, пожаров, их рецидивов, суфлярных выделений метана, прорыва глин, заиловочной пульпы, плывунов и воды);

— участки заиливания для ликвидации пожаров и их рецидивов, а также участки профилактического заиливания;

— перемычки, капитальные кроссинги и другие капитальные сооружения;

— воронки провалов, куполы вывалов, трещины и другие деформации, вызванные горными работами;

— разведочные и технические скважины, пройденные с земной поверхности и из горных выработок, с указанием о их тампонаже;

— геологическую и гидрогеологическую ситуацию, границы участков списанных запасов с указанием мощности пластов, жил, залежей в подготовительных забоях не реже чем через 100 *м*, в очистных забоях не реже чем один раз в месяц;

— пункты подземных полигонометрических ходов, закрепленные постоянными центрами, и реперы в горных выработках, а также

высоты характерных точек (пересечения капитальных горных выработок, горизонтов и перегибов выработок);

— линии разрезов и следы плоскостей проекций на вертикальную плоскость.

18.27. На вертикальных разрезах и на проекциях горных выработок на вертикальную плоскость изображают те же объекты, которые изображают и на планах горных выработок (параграфы 18.22, 18.24, 18.26), и, кроме того, профиль земной поверхности, контуры выхода полезного ископаемого под рыхлые отложения и границы зоны окисления.

18.28. На разрезах по вертикальным и наклонным шахтным стволам изображают:

— устье, стенки и подошву ствола;

— постоянную крепь;

— положение забоя и постоянной крепи на первое число каждого месяца (при проходке и углубке);

— геологическую и гидрогеологическую ситуацию;

— вывалы пород и способы ликвидации пустот за постоянной крепью;

— околоствольные выработки на каждом горизонте, ходки, каналы и зумпф.

На профилях стенок и проводников шахтных стволов изображают:

— устье ствола и ярусы расстрелов;

— стенки ствола и проводники;

— проектное положение стенок ствола и проводников армировки;

— отвесы.

Вертикальные разрезы по вертикальным шахтным стволам и профили дополняют горизонтальным сечением ствола, на котором указывают оси ствола, армировку, дирекционный угол главного расстрела (оси подъема) и линии разрезов.

18.29. На чертежах околоствольных выработок изображают:

— горные выработки, включая камеры различного назначения;

— постоянные пункты и реперы в выработках;

— высоты характерных точек;

— постоянную крепь и контуры выработки в проходке;

— геологическую ситуацию;

— рельсовые пути и стрелочные переводы;

— трубопроводы и насосные станции водоотлива.

18.30. На продольных профилях рельсовых путей откаточных выработок изображают:

— горизонт, относительно которого наносят высоты пикетных точек;

— пикетные точки;

— реперы и пункты маркшейдерской опорной и съемочной сетей, имеющие высоты;

— профиль пути по проекту и по результатам нивелирования;

— профиль кровли выработки;
— контуры вывалов в кровле выработки;
— выработки, пересекающие данную выработку;
— даты прохождения выработки по месяцам.

Профиль должен быть дополнен таблицей и схематическим планом выработки. В таблице выписывают уклоны, расстояния между пикетными точками, высоты головки рельса откаточного пути по пикетным точкам, высоты реперов и точек, проектные отметки по пикетным точкам и номера пикетных точек. На схематический план откаточной выработки наносят все реперы и точки маркшейдерской опорной и съемочной сетей, высоты которых использованы при составлении профиля;

На продольных профилях железнодорожных, автомобильных и троллейвозных путей открытых разработок изображают:

— горизонт, относительно которого наносят высоты пикетных точек;

— реперы и пункты опорной сети, высоты которых использованы для построения профиля:

— профиль пути по проекту и по результатам нивелирования;
— троллейные опоры.

Профиль дополняют таблицей и схематическим планом, аналогичными по содержанию таблице и плану при составлении профилей рельсовых путей в откаточных выработках.

На профилях канатных дорог изображают опоры, канаты и предохранительные сетки, а также профиль земной поверхности между опорами.

На продольных профилях руслоотводных, водозаводных и других капитальных траншей и канав изображают:

— линию горизонта;
— профиль земной поверхности;
— профиль подошвы по проекту и по результатам нивелирования;
— поперечные профили сечения канав или траншей.

18.31. На чертежах по расчету предохранительных целиков под зданиями, сооружениями и природными объектами изображают:

на планах горных выработок — отдельные охраняемые объекты или их группы; соответствующие этим объектам или их группам, границы предохранительных берм; границы предохранительных целиков на различных горизонтах горных работ и на различных пластах или жилах; горные выработки;

на разрезах (кроме того) — профиль земной поверхности; контакты коренных вмещающих пород с рыхлыми отложениями и с телом полезного ископаемого; углы ограничительных плоскостей (β, γ и δ) в рыхлых отложениях и в коренных породах; геологическую ситуацию.

18.32. На чертежах по расчету барьерных целиков между шахтными полями и у затопленных выработок изображают:

на планах — границы шахтных полей или границы старых затопленных выработок по пласту, пластообразной залежи или жиле; бермы у границ шахтных полей и затопленных выработок; горные выработки и пройденные из них скважины (для уточнения положения старых затопленных выработок); гипсометрию боковой поверхности пласта, залежи; геологическую ситуацию; границы барьерных целиков по нижележащим пластам, залежам;

на разрезах (кроме того) — нижележащие горные породы и тела полезного ископаемого; углы ограничительных плоскостей (β, γ и δ) и точки их пересечения с телами полезного ископаемого.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (к параграфу 1.4)

ТРЕБОВАНИЯ К ПОМЕЩЕНИЯМ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОТДЕЛОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Помещения маркшейдерских отделов должны удовлетворять следующим требованиям: иметь хорошую освещенность как в дневное, так и в вечернее время; быть удаленными от объектов, запыляющих воздух, повышающих его влажность или создающих шум; быть пригодными для сохранности и неприкосновенности горной графической и вычислительной документации, а также маркшейдерских инструментов и приборов.

Маркшейдерский отдел должен размещаться в следующих пяти комнатах:

— кабинет главного маркшейдера;
— комната сотрудников отдела;
— комната для работы с документацией и для ее хранения;
— комната для размножения горной графической документации;
— комната для хранения маркшейдерских инструментов, их чистки, смазки и мелкого ремонта.

Кабинет главного маркшейдера должен иметь два входа — из коридора и из комнаты сотрудников отдела. Площадь кабинета должна быть не менее 18 $м^2$. В комплект оборудования кабинета входит письменный стол, стол для работы с горной графической документацией, сейф для хранения документации и шкаф.

Комната сотрудников отдела должна быть оборудована письменными столами и шкафами; площадь комнаты определяют из расчета по 5 $м^2$ на каждого сотрудника.

Комната для работы с графической документацией и для ее хранения должна быть сухой, светлой, с хорошей вентиляцией; печные топки должны находиться вне комнаты; двери должны быть обшиты металлическими листами и снабжены хорошими запорами; окна должны иметь металлические решетки; внутри и снаружи должны быть размещены противопожарные средства. В комнате должны быть специальные сейфы и шкафы, столы для чертежников, световые

столы и стол для пантографирования. При применении наземной стереофотограмметической съемки в этой же комнате помещают стереокомпараторы и фотограмметрические чертежные приборы или стереоавтограф. Площадь комнаты должна быть не менее 36 $м^2$.

В комнате для размножения горной графической документации должны быть светокопировальная или другая множительная установка, устройства для проявления чертежей, стол для обрезки чертежей и шкафы для них. В ней же размещают фотолабораторию с соответствующим оборудованием для обработки фотопластинок при применении стереосъемки карьера. Площадь комнаты должна быть не менее 18 $м^2$.

Комната для хранения маркшейдерских инструментов должна быть сухой, с постоянной температурой и хорошей вентиляцией; двери должны быть обиты металлическими листами и снабжены хорошими запорами; окна должны быть с металлическими решетками. Комната должна быть оборудована специальными застекленными стеллажами для инструментов, станками для штативов и реек, верстаком для мелкого ремонта инструментов и столами для их чистки. В этой же комнате целесообразно предусмотреть устройство и соответствующее оборудование для зарядки аккумуляторов в случае применения светодальномеров и гирокомпасов. Площадь инструментальной камеры должна быть не менее 18 $м^2$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (к параграфу 1.4)

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ

КОМПЛЕКТ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЪЕМОК

I. Для маркшейдерско-геодезических работ каждому горному предприятию рекомендуется иметь следующий комплект инструментов и оборудования:

1) приборы для угловых измерений
— теодолит точный оптический Т2 или Т5 (ГОСТ 10529—63),
— теодолит технический оптический Т15 (ГОСТ 10529—63),
— теодолиты технические оптические Т30 (ГОСТ 10529—63);
2) приборы для линейных измерений
а) при физических методах измерений
— малогабаритный светодальномер типа ТД2 или «Кристалл»;
б) при оптических методах измерений
— дальномеры оптические двойного изображения ДН-04 и ДНР-06 (ГОСТ 11356—65);

в) при механических методах измерений

— проволоки мерные (базисный прибор БПЗ),

— длиномер проволочный АД1,

— ленты землемерные ЛЗ или ЛЗМ (ГОСТ 10815—64),

— рулетки измерительные металлические РЗ-10, РЗ-20, РЗ-30, РЗ-50, РК-50, РК-75, РК-100, РВ-20, РВ-30, РВ-50, РЛ-10, РЛ-20, РЛ-30, РЛ-50, РГЖ-20, РГЖ-30, РГЖ-40 (ГОСТ 7502—69).

— рулетки тесьмяные 10 и 20 *м*;

3) приборы для съемок

— тахеометры авторедукционные ТА или тахеометры полуавтоматы ТП (ГОСТ 10812—64);

4) вспомогательные устройства для измерений и съемок

— штативы для целиков и блоков,

— приборы центрировочные,

— штативы и сигналы с подставками и вкладышами для работы по трехштативному методу,

— грузы по 10 *кг*,

— термометры,

— динамометры,

— отвесы шнуровые, штанговые, оптические,

— эклиметры,

— эккеры,

— рейки дальномерные;

5) приборы и вспомогательные устройства для нивелирования

— нивелиры Н3, или НС3, НС4, НТ, НТС, НЛС (ГОСТ 10528—69),

— рейки нивелирные двусторонние цельные шашечные РН3 (ГОСТ 11158—65),

— рейки нивелирные двусторонние или односторонние складные шашечные РН4, РНТ (ГОСТ 11158—65),

— башмаки.

II. Для съемок открытых разработок в комплект инструментов дополнительно входят:

1) при тахеометрической безреечной съемке

— тахеометры внутрибазные ТВ (ГОСТ 10812—64);

2) при наземной стереофотограмметрической съемке

— фототеодолит Photeo 19/1318.

III. Для горных предприятий, разрабатывающих месторождения подземным способом, в комплект инструментов, кроме того, входят следующие приборы и оборудование:

1) для геометрического ориентирования подземных выработок через один и два вертикальных шахтных ствола

— стальная пружинная или рояльная проволока, намотанная на ручные лебедки,

— комплект специальных грузов,

— блоки,

— центрировочные пластинки,

— проектировочные тарелочки со шкалами и зеркалами или прибор проф. Соболевского,

— коуши,
— малые грузы,
— сосуды для изоляции грузов отвесов,
— набор труб для изоляции проволоки отвесов от воздействия воздушной струи в области сопряжения шахтного ствола с околоствольным двором;

2) для проложения полигонометрических ходов в подземных горных выработках
— малогабаритный гирокомпас МВТ2,
— теодолиты с эксцентренной трубой с ценой деления отсчетного приспособления не более 30″ (для работ в крутонаклонных выработках),
— консоли с подъемными аппаратами и сигналами;

3) для передачи высотной отметки с земной поверхности в подземные горные выработки через вертикальные шахтные стволы или с одного горизонта на другой горизонт через слепые шахтные стволы, гезенки, восстающие
— длиномер с груз-рейкой или длинная шахтная лента, намотанная на барабан;

4) для передачи высотных отметок по выработкам
— шахтные рейки (стоячие или подвесные);

5) для съемки подготовительных выработок и очистных забоев
— теодолиты технические оптические подвесные Т20 (ГОСТ 10529—63),
— распорные колонки для работ в крутонаклонных выработках без крепи;

6) для съемки подготовительных выработок в очистных блоках и съемки очистных забоев
— угломеры-тахеометры маркшейдерские УТ-3 и УТ-10 (ГОСТ 11898—66).

Общее количество перечисленных в пунктах I, II, III инструментов для выполнения текущих маркшейдерских работ должно соответствовать числу участковых маркшейдеров с учетом запаса в размере не менее 20%.

КОМПЛЕКТ ИНСТРУМЕНТОВ, ПРИБОРОВ И ТАБЛИЦ ДЛЯ КАМЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СЪЕМОК

Для камеральной обработки съемок необходимы следующие приборы и инструменты;

1) для вычислений
— электромеханические и электронные настольные вычислительные машины,
— логарифмические линейки,
— геодезические счетные линейки МГМ,
— счеты конторские,
— шестизначные и пятизначные таблицы натуральных значений тригонометрических функций,

— семизначные таблицы логарифмов,
— тахеометрические таблицы;
2) для обработки наземной стереосъемки
— стереоавтограф 1318 или технокарт с кардинатографом 900 × 1200 *мм*;
3) для графических работ и подсчета объемов
— линейки Дробышева ЛД1,
— линейки ЛБЛ,
— нормальные (женевские) линейки,
— штангенциркули,
— тахеограф,
— полярный координатограф,
— транспортиры (диаметром не менее 15 *см*),
— готовальни типа СГ (16) или УС,
— штриховальный прибор типа ШП, синусный,
— пантограф универсальный штанговый ПУШ-600,
— планиметры,
— пропорциональные циркули,
— рейсфедеры (двойные, пунктирные, циркульные, калибровые и др.),
— курвиметры,
— кривоножки,
— трафареты для надписей и геометрических построений,
— комплект деколей,
— шкала толщины линий;
4) для размножения графической документации
— настольный светокопировальный аппарат СКН2.

Примечания. 1. До оснащения горных предприятий оптическими инструментами используют теодолиты с металлическими лимбами.

2. Тип теодолита определяется средней ошибкой измерения угла одним приемом в лабораторных условиях.

3. Теодолиты с точностью отсчитывания 30″ относятся к теодолитам типа Т15; теодолиты ТБ-1, Theo 2 (Фрейберг), Theo 010 (Иена) относятся к теодолитам типа Т2; теодолиты ОТШ, ТТ-4, Theo 020, Dahlta 020 — к теодолитам типа Т5, теодолиты ТОМ — к теодолитам типа Т30.

4. Нивелиры НВ1, Ni 030 (Иена) относятся к нивелирам типа Н3, нивелиры Ni B3, B5, B6 (Венгрия) — к нивелирам типа НС3, нивелиры НСМ-2А, Koni 025 (Иена) — к нивелирам НС4, нивелиры ТН3, ТН6, НТС, Ni 060 — к нивелирам типа НТ, нивелиры НЛ3 — к нивелирам типа НЛС.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (к параграфу 1.4)

ПРИМЕРНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОТДЕЛОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Примерное определение количества сотрудников маркшейдерских отделов предусматривает расчет количества основной, определяющей категории сотрудников маркшейдерских отделов угольных шахт и карьеров — участковых маркшейдеров; остальное количество сотрудников маркшейдерских отделов определяют в зависимости от рассчитанного количества участковых маркшейдеров.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОТДЕЛОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Расчет количества участковых маркшейдеров маркшейдерских отделов эксплуатационных угольных и сланцевых шахт производят с учетом геологических и горнотехнических факторов и степени их влияния на сложность маркшейдерского обслуживания горных работ.

Все действующие шахты в зависимости от степени сложности маркшейдерского обслуживания подразделяют на четыре группы, характеризующиеся определенными горно-геологическими условиями. Основными факторами, определяющими горно-геологическую характеристику шахтного поля, являются мощность угольных пластов, угол падения пластов и сложность геологического строения месторождения в пределах шахтного поля. Принадлежность шахты к определенной группе по горно-геологическим условиям устанавливают по табл. 26.

ТАБЛИЦА 26

Группы	Геологическая характеристика шахтных полей, входящих в группу
I	Пласты и свиты мощных и средней мощности пластов пологого и наклонного залегания простого и средней сложности геологического строения
II	Пласты и свиты тонких пластов простого и средней сложности геологического строения пологого, наклонного и крутого падения Пласты и свиты пластов средней мощности крутого падения средней сложности геологического строения
III	Пласты и свиты тонких и средней мощности пластов сложного геологического строения, пологого, наклонного и крутого падения
IV	Мощные пласты и свиты пластов крутого падения сложного геологического строения

Основными исходными данными для определения количества участковых маркшейдеров в каждой группе являются производительность шахты, количество среднедействующих очистных забоев, длина линии этих забоев, годовой объем проходки подготовительных выработок и протяженность поддерживаемых выработок. В зависимости от группы, к которой относят шахту согласно табл. 26, количество участковых маркшейдеров определяют по табл. 27, 28, 29 или 30.

ТАБЛИЦА 27

Среднедействующая линия очистных забоев, *м*	Производительность шахт I группы, тыс. *т/год*					
	≤ 900			> 900		
	Среднегодовой объем проходки подготовительных выработок, *км*					
	≤8	9—20	>20	≤8	9—20	>20
≤800	2	3	4	3	4	5
801—1200	3	4	5	4	5	6
1201—1600	4	5	6	4	5	6
1601—2000	4	6	7	5	6	7

ТАБЛИЦА 28

Протяженность поддерживаемых выработок, *км*	Среднедействующая линия очистных забоев, *м*	Производительность шахт II группы, тыс. *т/год*											
		≤500				501—1000				>1000			
		Среднегодовой объем проходки подготовительных выработок, *км*											
		≤5	6—15	16—25	26—35	≤5	6—15	16—25	26—35	6—10	11—20	21—30	31—40
≤20	<1200	1	2	3	4	2	3	4	5	3	4	5	6
	1200—2400	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
21—40	<1200	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	1200—2400	3	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
41—60	<1200	4	4	5	6	4	5	6	7	6	7	7	8
	1200—2400	4	5	6	7	5	6	7	8	7	7	8	9
61—80	<1200	5	6	7	7	5	6	8	8	7	8	8	9
	1200—2400	6	7	7	8	6	7	8	9	8	9	9	10
81—100	<1200	6	7	8	8	7	7	8	9	8	9	10	10
	1200—2400	7	8	9	9	8	8	9	10	9	10	11	11

ТАБЛИЦА 29

Протяженность поддерживаемых выработок, км	Среднедействующая линия очистных забоев, м	Производительность шахт III группы, тыс. т/год							
		≤1000				1001—2000			
		Средний объем проходки подготовительных выработок, км							
		≤5	6—15	16—25	26—30	≤5	6—15	16—25	26—35
≤20	≤400	1	2	3	4	2	3	4	5
	401—800	2	3	4	5	3	4	5	6
	801—1200	3	4	5	6	4	5	6	7
	>1200	4	5	6	7	5	6	7	8
21—40	≤400	2	3	4	5	3	4	6	7
	401—800	3	4	5	6	4	5	6	7
	801—1200	4	5	6	7	5	6	7	8
	>1200	5	6	7	8	6	7	8	9
41—70	401—800	4	5	6	7	5	6	7	8
	801—1200	5	6	7	8	6	7	8	9
	>1200	6	7	8	9	7	8	9	10

ТАБЛИЦА 30

Протяженность поддерживаемых выработок, км	Количество действующих очистных забоев	Производительность шахты IV группы, тыс. т/год								
		≤200	201—400	401—600	601—800	801—1000	1001—1200	1201—1400	1401—1600	1601—1800
1—80	1—24	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	25 и более	—	4	5	6	7	8	9	10	11
81—160	1—24	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	25 и более	—	5	6	7	8	9	10	11	12

Количество сотрудников остальных категорий маркшейдерского отдела шахты определяют по табл. 31 в зависимости от количества участковых маркшейдеров, полученного по табл. 27—30 (с учетом примечаний).

Примечания. 1. Если шахта расположена в черте города и необходимо систематически наблюдать за сдвижением земной поверхности и деформацией подрабатываемых объектов, то полученное по табл. 27—30 количество участковых маркшейдеров увеличивают на 1.

2. Если на шахте проводят работы по реконструкции хозяйственным способом, то для их обслуживания количество участковых маркшейдеров, определенное по табл. 27—30, увеличивают на 1.

ТАБЛИЦА 31

Кол-во участковых маркшейдеров на шахте	Кол-во остальных сотрудников маркшейдерских отделов шахт				
	Главный маркшейдер	Зам. главного маркшейдера	Техник-картограф	Старший рабочий	Рабочий
1	1	—	—	1	1
2	1	—	—	1	2
3	1	—	—	1	3
4	1	—	1	2	4
5	1	—	1	2	5
6	1	1	1	2	6
7	1	1	1	3	7
8	1	1	1	3	8
9	1	1	1	3	9
10	1	1	1	3	10
11	1	1	2	3	11
12	1	1	2	4	12
13	1	1	2	4	13
14	1	1	2	4	14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СОТРУДНИКОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОТДЕЛОВ УГОЛЬНЫХ КАРЬЕРОВ

Определение количества сотрудников маркшейдерских отделов угольных и сланцевых карьеров производят с учетом влияния горнотехнических и климатических факторов на сложность маркшейдерского обслуживания открытых горных разработок. При этом предусматривают закрепление участковых маркшейдеров (особенно на крупных карьерах) за участками по их целевому назначению (вскрышные, добычные) и за капитальными работами.

Количество участковых маркшейдеров определяют по табл. 32 для вскрышных участков и по табл. 33 — для добычных участков. Табл. 32 и 33 составлены из расчета применения на карьере одноковшовых экскаваторов типа механической лопаты с емкостью ковша 4 $м^3$.

К районам с суровыми климатическими условиями относят Архангельскую обл., Бурятскую АССР, Иркутскую обл., Камчатскую обл., Карельскую АССР, Кемеровскую обл., Коми АССР, Красноярский край, Магаданскую обл., Мурманскую обл., Сахалинскую обл. (севернее широты 48°), Томскую обл., Тюменскую обл., Читинскую обл., Якутскую АССР.

ТАБЛИЦА 32

Приведенное кол-во среднедействующих выемочных машин	Глубина карьера ≤200 м						Глубина карьера >200 м					
	Умеренный климат			Суровый климат			Умеренный климат			Суровый климат		
	Кол-во разрабатываемых уступов по вскрыше											
	1—4	5—8	9—10	1—4	5—8	9—10	9—12	13—16	17—20	9—12	13—16	17—20
<4	1			1								
4—8	2	3		2	3							
9—12	3	3	4	3	4	5	5			5		
13—16	3	4	5	4	5	5	6	7		6	7	
17—20	4	5	5	5	6	6	7	8	8	7	8	9
21—24	5	6	6	6	6	7	8	8	9	8	9	10
25—28	6	7	7	6	7	8	8	9	10	9	10	11
29—32	6	7	8	7	8	9	9	10	11	10	11	12
33—36							10	11	12	11	12	13
37—40							11	12	13	12	13	14

ТАБЛИЦА 33

Приведенное кол-во среднедействующих выемочных машин	Глубина карьера ≤200 м						Глубина карьера >200 м					
	Умеренный климат			Суровый климат			Умеренный климат			Суровый климат		
	Кол-во разрабатываемых уступов по полезному ископаемому											
	1—4	5—8	9—10	1—4	5—8	9—10	1—4	5—8	9—10	1—4	5—8	9—10
4 и менее	1			1			1			2		
5—8	2	3		2	4		3	4		3	4	
9—12	3	4	5	4	5	6	4	5	6	4	5	6
13—16	4	5	6	5	6	7	5	6	7	6	7	8

При применении на карьере выемочных машин другого типа, чем предусмотрено в табл. 32 и 33, по табл. 34 находят коэффициент для перехода к эквивалентному им по затрате труда на маркшейдерское обслуживание количеству одноковшовых экскаваторов емкостью 4 $м^3$.

ТАБЛИЦА 34

Одноковшовые экскаваторы			Многоковшовые цепные экскаваторы			Роторные экскаваторы		
Емкость ковша, $м^3$	Коэффициент к фактической емкости ковша		Емкость ковша, $л$	Коэффициент к фактическому количеству машин		Емкость ковша, $л$	Коэффициент к фактическому количеству машин	
				Вид погрузки			Вид погрузки	
	Экскаваторы типа мехлопаты	Драглайны		Ж.-д. составы	Конвейерный (отвалообразователи, трансп.-отвальные мосты)		Ж.-д. составы	Конвейерный (отвалообразователи, трансп.-отвальные мосты)
>4	0,2	0,25	$\leqslant 500$	1,1	1,3	$\leqslant 500$	1,0	1,5
$\leqslant 4$	0,3	0,35	>500	2,1	2,6	>500	—	3,0

Примечания. 1. Для обслуживания буро-взрывных работ в штат маркшейдерского отдела вводят одного участкового маркшейдера при объеме взорванной горной массы до 800 тыс. $м^3$ в месяц, двух участковых маркшейдеров при объеме взорванной горной массы более 800 тыс. $м^3$ в месяц.

2. Для обслуживания капитальных работ на крупных карьерах количество участковых маркшейдеров увеличивают на одного.

Количество остальных сотрудников маркшейдерского отдела карьера определяют по табл. 35 в зависимости от общего количества участковых маркшейдеров, полученного по табл. 32 и 33 (с учетом примечаний).

ТАБЛИЦА 35

Кол-во участковых маркшейдеров на карьере	Кол-во остальных сотрудников маркшейдерских отделов карьеров				
	Главный маркшейдер	Зам. главного маркшейдера	Техник-картограф	Старший рабочий	Рабочий
1	1	—	—	1	1
2	1	—	—	1	2
3	1	—	1	1	3
4	1	—	1	1	4
5	1	—	1	2	4
6	1	1	1	2	5
7	1	1	1	2	6
8	1	1	1	2	7
9	1	1	1	3	7
10	1	1	1	3	8
11	1	1	2	3	9
12	1	1	2	3	10
13	1	1	2	4	10
14	1	1	2	4	11

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (к параграфу 1.11)

ПЕРЕЧЕНЬ ПОВЕРОК И ИССЛЕДОВАНИЙ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ И ПРИБОРОВ

ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛОМЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕОДОЛИТОВ И ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

1. Поверка перпендикулярности оси цилиндрического уровня к вертикальной оси вращения инструмента или параллельности оси сферического уровня и оси вращения инструмента.

2. Поверка перпендикулярности вертикальной визирной нити сетки (биссектора) к горизонтальной оси вращения трубы.

3. Поверка перпендикулярности визирной оси к оси вращения зрительной трубы.

4. Поверка перпендикулярности оси вращения трубы к вертикальной оси вращения инструмента.

5. Поверка равенства 0° или 90° отсчета по вертикальному кругу при взаимной перпендикулярности визирной оси трубы и вертикальной оси вращения инструмента (поверка равенства нулю или близости к нулю места горизонта или места зенита).

6. Поверка параллельности оси уровня при трубе и визирной оси трубы.

7. Поверка параллельности оси накладного уровня и горизонтальной оси вращения трубы.

8. Поверка совпадения верхнего центра на трубе с вертикальной осью вращения теодолита (при условии взаимной перпендикулярности визирной оси трубы и вертикальной оси вращения теодолита).

9. Поверка совпадения визирной оси оптического отвеса с вертикальной осью теодолита.

10. Поверка параллельности оси оптического визира и визирной оси трубы теодолита.

Теодолиты, применяемые для построения маркшейдерских опорных сетей, кроме перечисленных поверок с целью установления неустранимых отклонений и введения поправок, уменьшающих влияние отклонений на результаты измерений, подвергают следующим исследованиям.

1. Исследование перпендикулярности плоскости горизонтального лимба к вертикальной оси теодолита и плоскости вертикального лимба к горизонтальной оси вращения трубы.

2. Исследование параллельности осей вращения лимба и алидады горизонтального круга.

3. Исследование эксцентриситета алидады (несовпадения оси вращения алидады с центром лимба) горизонтального и вертикального кругов.

4. Исследование делений лимба и верньеров.

5. Исследование соответствия длины шкалы барабанчика микрометра цене деления лимба (рена).

6. Исследование правильности работы компенсатора вертикального круга.

7. Исследование правильности хода фокусирующей линзы трубы.

8. Определение систематических и случайных ошибок измерения углов.

ПОВЕРКИ УГЛОМЕРА УТ-3 И ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

1. Поверка перпендикулярности оси уровня к вертикальной оси вращения инструмента.

2. Поверка перпендикулярности горизонтальной оси вращения трубы к вертикальной оси вращения инструмента.

3. Поверка перпендикулярности вертикальной нити сетки к горизонтальной оси вращения трубы.

4. Поверка перпендикулярности визирной оси к горизонтальной оси вращения трубы.

5. Поверка места нуля и приведение его к нулю.

6. Поверка совпадения керна на трубе с вертикальной осью вращения угломера (при условии взаимной перпендикулярности визирной оси трубы и вертикальной оси вращения угломера).

Применяя оптическое ориентирование, производят 3 следующие дополнительные поверки.

7. Поверку параллельности горизонтального штриха окулярной сетки и горизонтальной оси вращения трубы.

8. Поверку параллельности ориентирной линии шкалы рейки и горизонтальной оси вращения трубы.

9. Определение коэффициента нитяного дальномера.

ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ НИВЕЛИРОВ, НИВЕЛИРНЫХ РЕЕК И ГЛУБИНОМЕРОВ

Поверки и исследования нивелиров и их последовательность

Нивелир НВ

1. Поверка круглого уровня.
2. Поверка плавности вращения верхней части инструмента.
3. Поверка правильности установки сетки нитей.
4. Поверка установки цилиндрического контактного уровня.

Нивелир НГ

1. Поверка установки призм уровня.
2. Поверка перпендикулярности оси цилиндрического уровня к оси вращения инструмента.
3. Поверка правильности установки сетки нитей.
4. Поверка установки цилиндрического уровня.
5. Поверка круглого уровня.

Исследования нивелира

1. Определение цены деления уровня по рейке.
2. Определение коэффициента дальномера.

ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ НИВЕЛИРНЫХ РЕЕК И ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

1. Поверка правильности установки круглого уровня на рейке.
2. Определение средней длины одного метра рейки.
3. Определение ошибок дециметровых делений рейки.
4. Определение разности высот нулей реек.

Для подвесных реек, кроме того, проверяют совпадение точки подвеса с началом делений рейки.

ПОВЕРКА ГЛУБИНОМЕРОВ

1. Компарирование мерного диска.

ПОВЕРКИ ПРИБОРОВ И ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

ПОВЕРКА ЛЕНТ И РУЛЕТОК

1. Компарирование мерных приборов.

ПОВЕРКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ ТОЧНЫХ ДАЛЬНОМЕРОВ И ИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ

1. Исследование рейки.
2. Исследование микрометра.
3. Поверка сферического уровня при рейке или штанге.
4. Поверка диоптра на рейке.
5. Поверка коллиматора.
6. Определение постоянных дальномера.

Поверки дальномеров с постоянным базисом

1. Поверка сферического уровня при рейке или штанге.
2. Поверка диоптра на рейке.
3. Поверка коллиматора.
4. Определение и исправление рена микроскопа.
5. Поверка правильности делений шкал компенсатора.
6. Определение места нуля шкалы компенсатора.
7. Определение постоянных дальномера.

Поверки длиномера АД1

1. Компарирование мерного диска.
2. Юстировка динамометра постоянного натяжения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 (к параграфу 2.17)

ТИПЫ ЦЕНТРОВ ПУНКТОВ И РЕПЕРОВ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ОПОРНЫХ И СЪЕМОЧНЫХ СЕТЕЙ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

ГРУНТОВЫЕ ЦЕНТРЫ

1. Центр, показанный на рис. 6, закладывают, как правило, на незастроенной и на застроенной территориях, где невозможна установка стенного центра и допустимо проведение земляных работ, а также в скальных породах при залегании их на глубине 80—180 *см*. При закладке центра в котлован бетонному якорю придают прямоугольное сечение с размерами 50 × 50 *см*.

В сельских населенных пунктах, в лесопарковой защитной зоне и других местах, где не предполагается строительство, разрешается закладывать центры, выступающие на земную поверхность (рельс).

2. Центр, изображенный на рис. 7, закладывают, как правило, на незастроенной территории, а также на застроенной территории, где невозможна установка стенного центра и допустимо проведение земляных работ. При закладке центра в котлован бетонному якорю придают прямоугольное сечение с размерами 50 × 50 *см*. Для районов многолетней мерзлоты внешнее оформление мест расположения пунктов на участках без твердого покрытия земной поверхности производят так же, как показано на рис. 8.

3. Центр, представленный на рис. 8, закладывают с бурением и оттаиванием грунта; как правило, этот центр предназначен для незастроенной территории, а также для застроенной, где невозможна установка стенного центра и допустимо проведение буровых работ. После бурения скважины нижнюю часть ее, протяженностью 50—60 *см*, заполняют грунтом текучей консистенции, в который и погружают многодисковый якорь до подошвы скважины.

При закладке центра на участках с твердым покрытием земной поверхности верхний конец трубы с маркой помещают ниже поверхности покрытия на 15 *см*.

При закладке центра на незастроенной территории на участках без твердого покрытия над центром делают курган, который одерновывают или, если дерн отсутствует, покрывают слоем земли толщиной 15—20 *см*. Грунт, мох, торф, землю берут на расстоянии не менее 10 *м* от пункта.

4. Центр, показанный на рис. 9, закладывают, как правило, на незастроенной территории, а также на застроенной территории, где невозможна установка стенного центра.

При залегании неразрушенной скальной породы на глубине 0,8—1,8 *м* на пунктах закладывают центр, представленный на рис. 6 или 7.

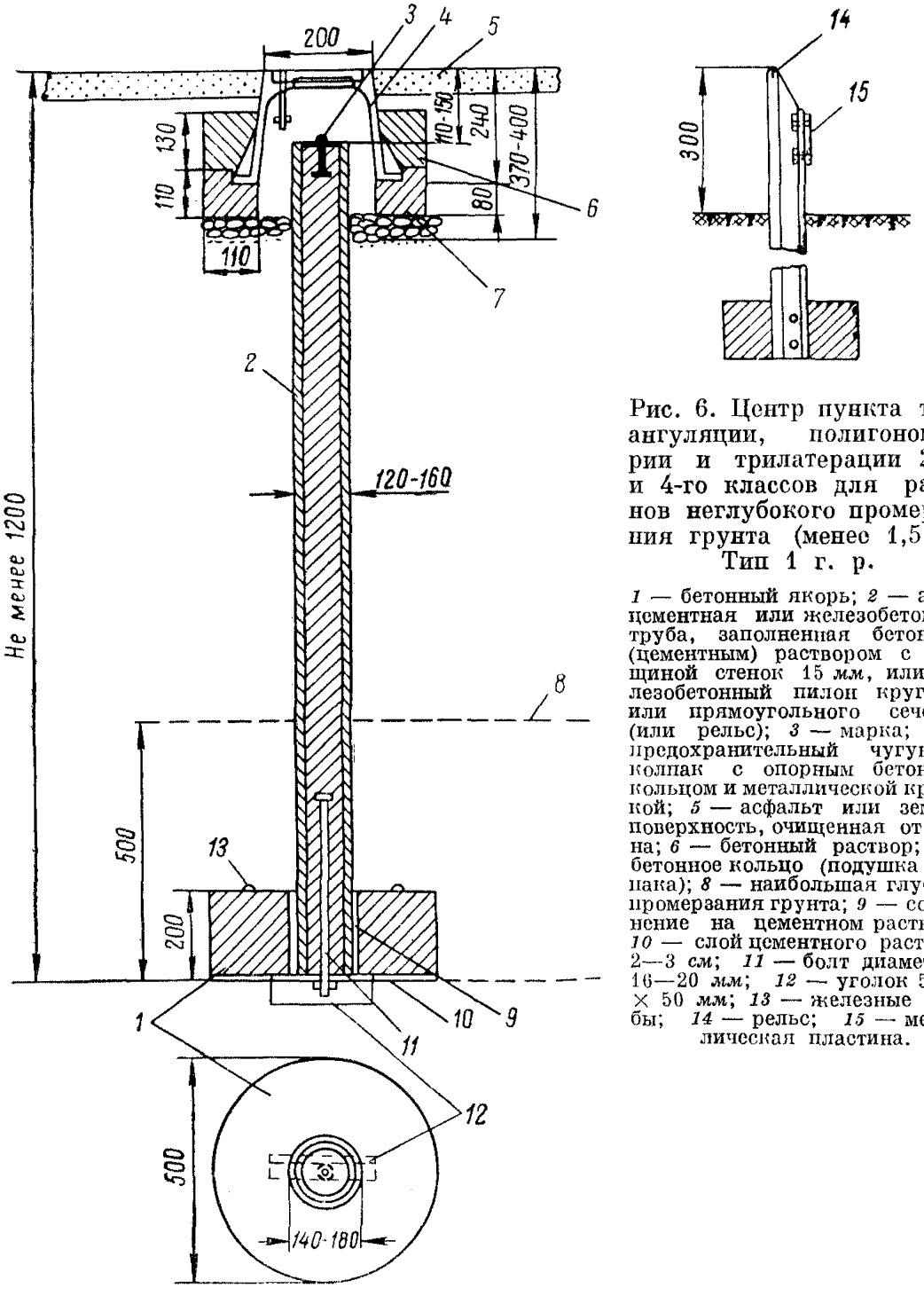


Рис. 6. Центр пункта триангуляции, полигонометрии и трилатерации 2, 3 и 4-го классов для районов неглубокого промерзания грунта (менее 1,5 *м*). Тип 1 г. р.

1 — бетонный якорь; *2* — асбоцементная или железобетонная труба, заполненная бетонным (цементным) раствором с толщиной стенок 15 *мм*, или железобетонный пилон круглого или прямоугольного сечения (или рельс); *3* — марка; *4* — предохранительный чугунный колпак с опорным бетонным кольцом и металлической крышкой; *5* — асфальт или земная поверхность, очищенная от дерна; *6* — бетонный раствор; *7* — бетонное кольцо (подушка колпака); *8* — наибольшая глубина промерзания грунта; *9* — соединение на цементном растворе; *10* — слой цементного раствора 2—3 *см*; *11* — болт диаметром 16—20 *мм*; *12* — уголок 50 × × 50 *мм*; *13* — железные скобы; *14* — рельс; *15* — металлическая пластина.

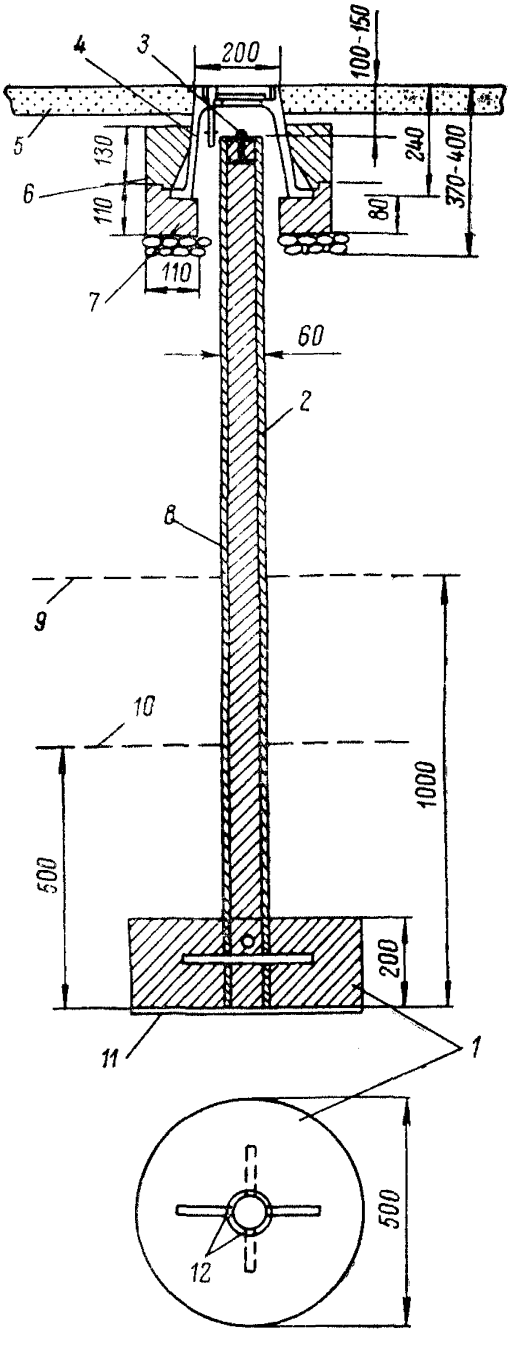


Рис. 7. Центр пункта триангуляции, полигонометрии и трилатерации 2, 3 и 4-го классов для районов глубокого промерзания грунта (более 1,5 *м*) и для районов многолетней мерзлоты. Тип 2 г. р.

1 — бетонный якорь; *2* — металлическая труба с толщиной стенок не менее 3 *мм*, заполненная цементным раствором; *3* — марка; *4* — предохранительный чугунный колпак с опорным бетонным кольцом и металлической крышкой; *5* — асфальт или земная поверхность, очищенная от дерна; *6* — заливка бетонным раствором; *7* — бетонное кольцо (подушка колпака); *8* — противокоррозийный слой; *9* — наибольшая глубина оттаивания грунта; *10* — наибольшая глубина промерзания грунта; *11* — заливка цементным раствором толщиной 2—3 *см*; *12* — два металлических стержня, вставленные в отверстия, просверленные в нижней части трубы.

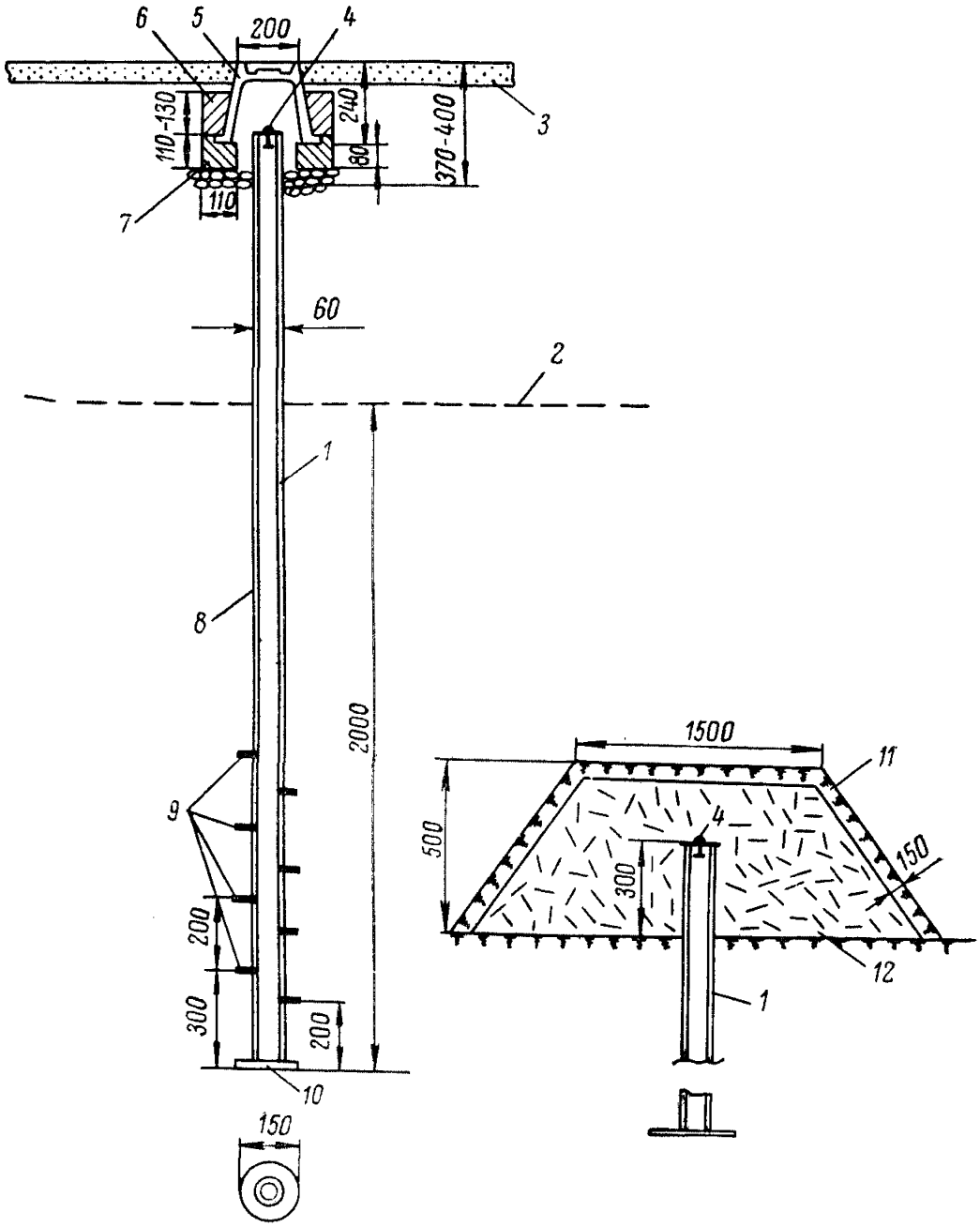


Рис. 8. Центр пункта триангуляции, полигонометрии и трилатерации 2, 3 и 4-го классов для районов многолетней мерзлоты. Тип 3 г. р.

1 — металлическая труба с толщиной стенок не менее 3 *мм*; *2* — наибольшая глубина оттаивания грунта; *3* — асфальт или земная поверхность, очищенная от дерна; *4* — марка; *5* — предохранительный колпак с крышкой; *6* — заливка бетонным раствором; *7* — кирпичная кладка или бетонное кольцо; *8* — противокоррозионный слой; *9* — восемь полудисков якоря толщиной 6—8 *мм*; *10* — металлический диск якоря; *11* — дерн или слой земли; *12* — грунт, мох или торф.

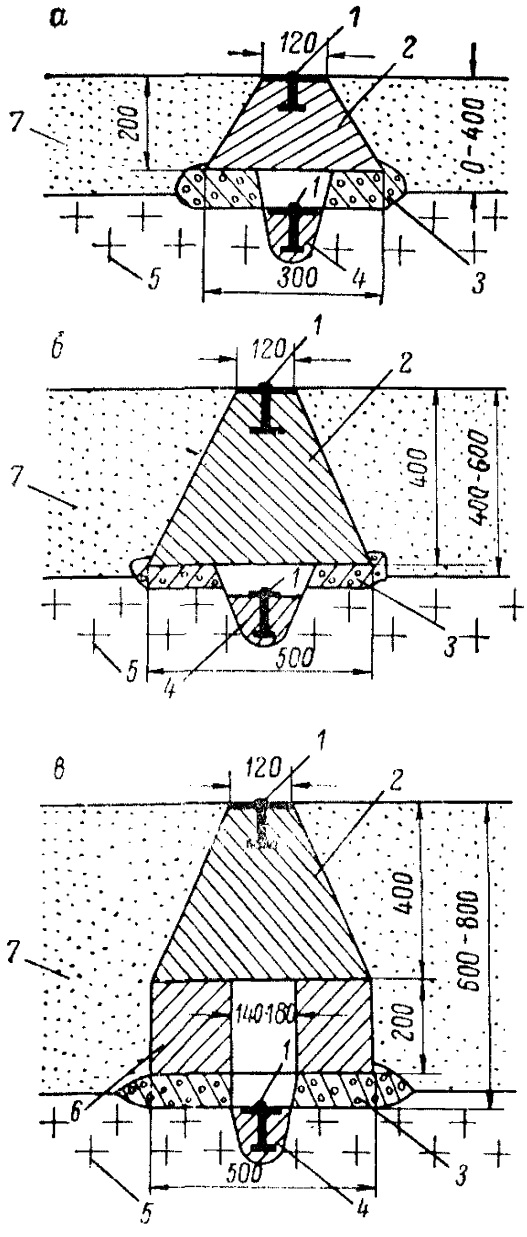


Рис. 9. Центр пункта триангуляции, полигонометрии и трилатерации 2, 3 и 4-го классов в скальных породах. Тип 4 г. р.

а — скальная порода выходит на земную поверхность или залегает на глубине менее 0,4 *м*; *б* — скальная порода залегает на глубине от 0,4 до 0,6 *м*; *в* — скальная порода залегает на глубине от 0,6 до 0,8 *м*; *1* — марки; *2* — бетонный монолит в виде усеченной четырехгранной пирамиды; *3* — бетонная подушка или заливка цементным раствором высотой от 5 до 20 *см*; *4* — заливка цементным раствором; *5* — скальная порода; *6* — бетонная плита прямоугольного сечения; *7* — рыхлые отложения.

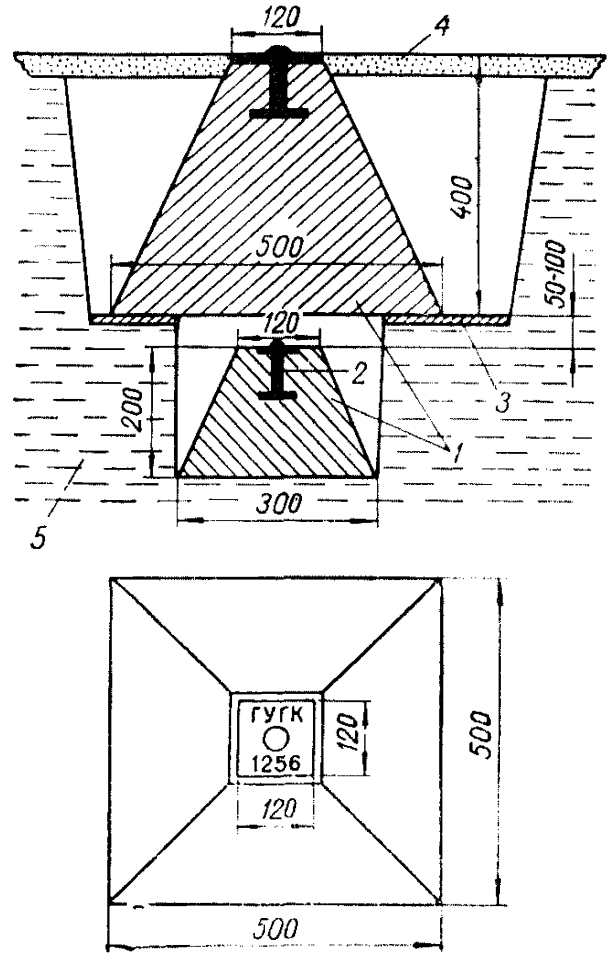


Рис. 10. Центр пункта аналитической или полигонометрической сетей 1 и 2-го разрядов и полигонометрии 4-го класса. Тип 5 г. р.

1 — бетонные монолиты в виде усеченных четырехгранных пирамид; *2* — марки; *3* — заливка цементным раствором; *4* — асфальт или земная поверхность, очищенная от дерна; *5* — горная порода.

5. Центр, изображенный на рис. 10, закладывают на незастроенной территории, а также на застроенной территории, где невозможна установка стенного центра. Этот центр используют также для закрепления пунктов полигонометрии 4-го класса в районах с сезонным промерзанием грунта на участках с глубоким залеганием грунтовых вод и слабоувлажненными грунтами.

Монолиты устанавливают так, чтобы вертикальные оси марок находились на одной отвесной линии; тип марки принимают в соответствии с рис. 11, *а* (верхняя) и 11, *б* (нижняя).

6. Центр пункта, показанного на рис. 12, закладывают на незастроенной территории, а также на застроенной, где невозможна установка стенного центра. Этот центр может быть заложен для закрепления пунктов полигонометрии 4-го класса в районах с сезонным промерзанием грунта на участках с глубоким залеганием грунтовых вод и слабоувлажненными грунтами.

7. На верхней части марки (рис. 11, *а*, *б*) указывают сокращенное название организации, производившей работы, и номер пункта. Марки покрывают антикоррозионной изоляцией.

8. Верхнюю часть колпака и крышку (рис. 13) отливают и обрабатывают с особой тщательностью; поверхность их должна быть гладкой.

На крышку колпака с помощью лотаппарата или отвеса сносят центр, который обозначают отверстием диаметром 2—4 *мм* и глубиной не менее 5 *мм*. Отверстие рекомендуется расчеканить медью или другим нержавеющим металлом. Колпак не должен соприкасаться с верхней частью центра.

Для обеспечения устойчивости и сохранности центров пунктов боковые грани колпаков заливают бетонным раствором и устанавливают на опорные бетонные кольца или кирпичную кладку.

9. На рис. 14 и 15 показаны металлические, бетонные или асбоцементные трубы с внутренним диаметром 20—25 *см* (в зависимости от размера верхней части центра) с металлическими или железобетонными крышками, которые применяют вместо колпаков на незастроенной территории, где нет транспорта (парки, скверы, сады, лесные полосы и т. д.). Такие трубы с крышками применяют на пунктах с металлическими пирамидами и опознавательными бетонными плитами.

10. Пластинку с надписью (рис. 16) изготовляют путем отливки или путем применения штампов.

11. Центры, показанные на рис. 6—9, могут быть использованы для закрепления нивелирных линий всех классов.

12. Внешнее оформление мест расположения пунктов на незастроенной территории в зависимости от класса пунктов, местных условий и наличия материалов производят следующими способами:

1) над центром пункта устанавливают четырехметровую металлическую пирамиду из уголкового железа или укладывают железобетонную плиту размером 80 × 80 × 10 *см* с отверстием в середине, закрываемым железобетонной крышкой (см. рис. 15); металлические

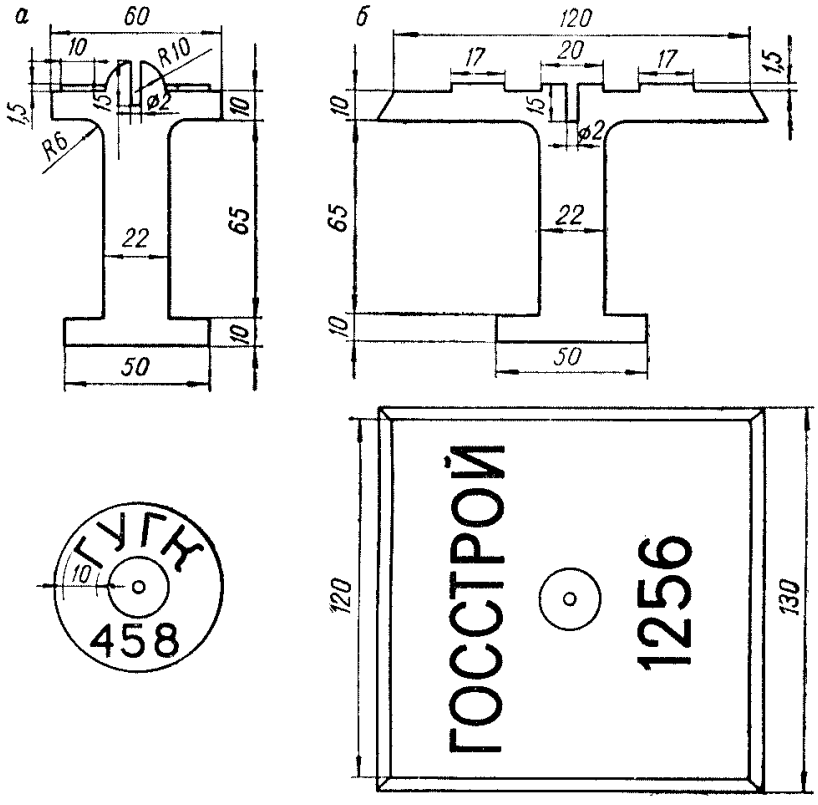


Рис. 11. Марки чугунные (типы *а* и *б*).

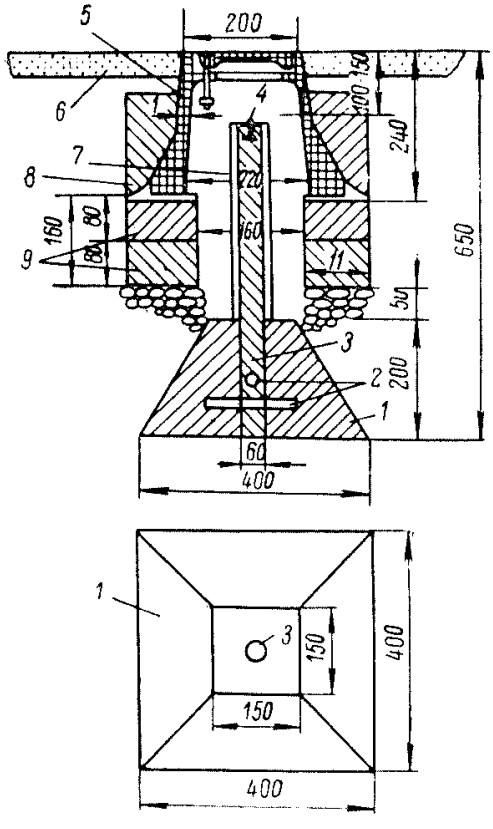


Рис. 12. Центр пункта аналитической и полигонометрической сетей 1 и 2-го разрядов и полигонометрических сетей 4-го класса. Тип 6 г. р.

1 — бетонный монолит в виде усеченной четырехгранной пирамиды или в виде усеченного конуса; *2* — два металлических стержня, вставляемые в отверстия в трубе; *3* — металлическая труба диаметром 35—60 *мм* с толщиной стенок не менее 3 *мм*; *4* — марка; *5* — предохранительный чугунный колпак с опорными бетонными кольцами и металлической крышкой; *6* — асфальт или земная поверхность, очищенная от дерна; *7* — противокоррозийный слой; *8* — заливка цементным раствором; *9* — бетонные кольца или кирпичная кладка.

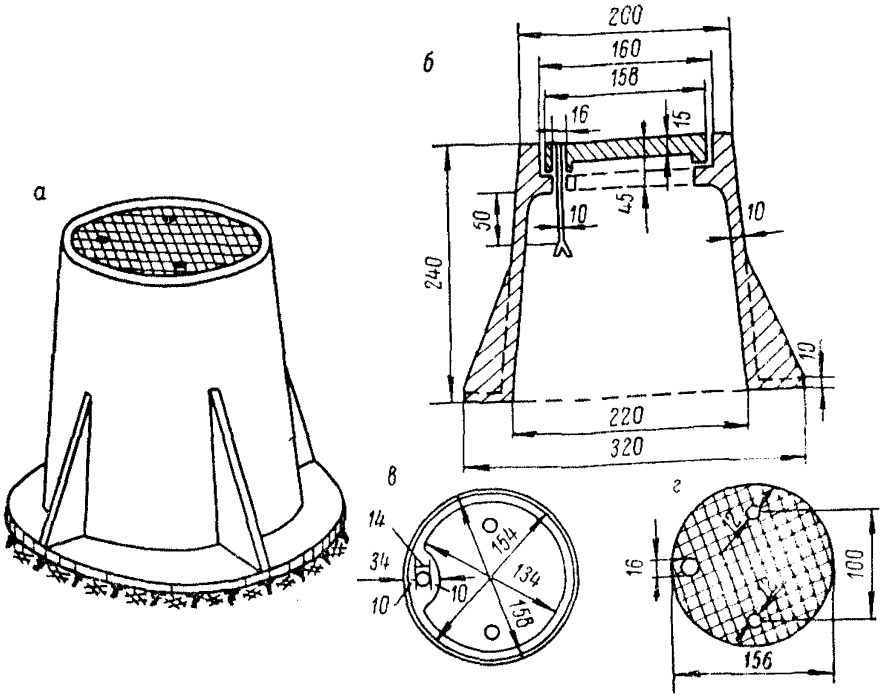


Рис. 13. Чугунный колпак с крышкой.

а — общий вид; *б* — разрез; *в* — низ крышки; *г* — верх крышки.

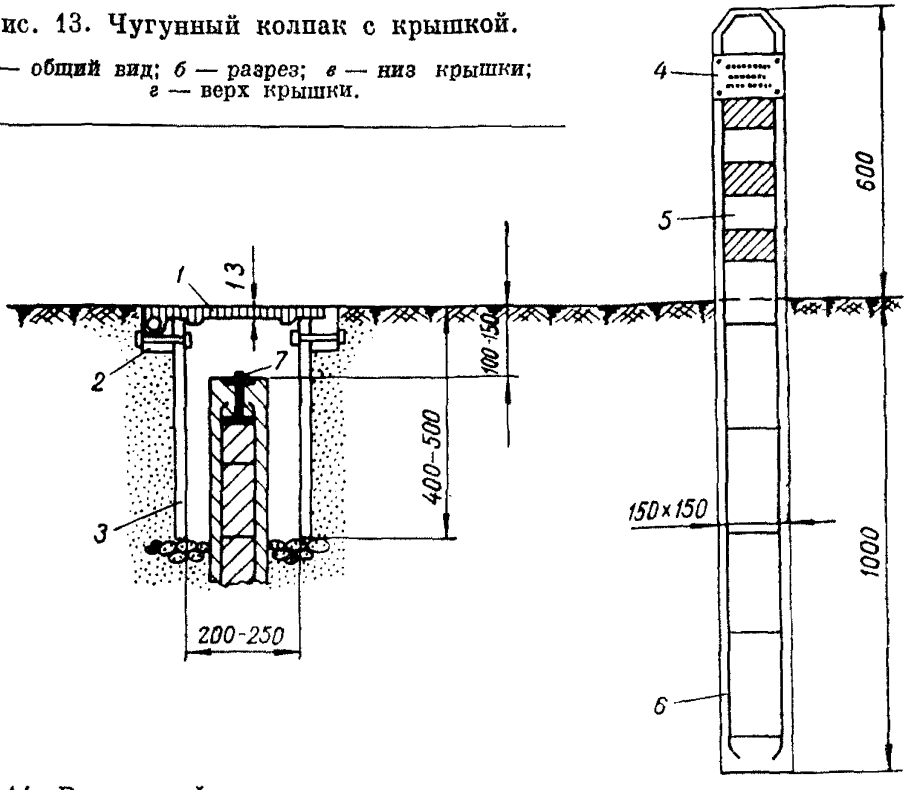


Рис. 14. Внешнее оформление мест расположения пунктов триангуляции, полигонометрии и трилатерации 2, 3 и 4 го-классов, аналитических и полигонометрических сетей 1 и 2-го разрядов на застроенной территории.

1 — металлическая крышка; *2* — металлическое или бетонное кольцо; *3* — металлическая, бетонная или асбоцементная труба; *4* — металлическая пластинка с надписью об охране; *5* — опознавательный железобетонный столб; *6* — арматурная проволока диаметром 7—9 *мм*; *7* — марка.

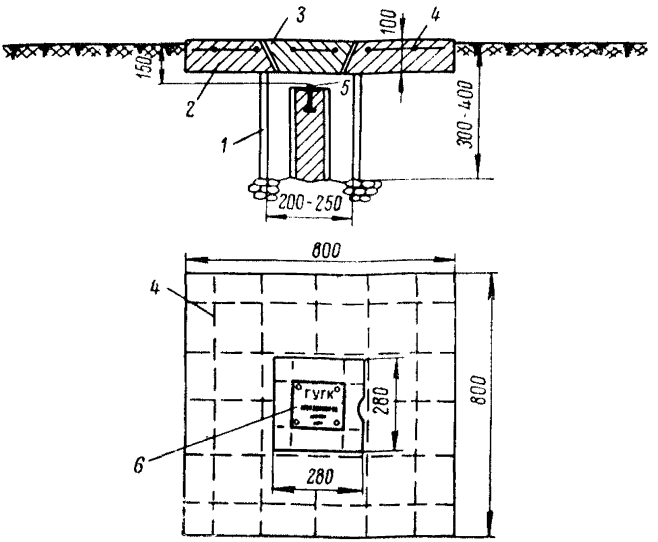


Рис. 15. Внешнее оформление мест расположения пунктов триангуляции, полигонометрии и трилатерации 2, 3 и 4-го классов на незастроенной территории.

1 — металлическая бетонная или асбоцементная труба; *2* — железобетонная плита; *3* — железобетонная крышка; *4* — арматура из проволоки диаметром 7—9 *мм*; *5* — марка; *6* — металлическая пластинка.



Рис. 16. Металлическая пластинка с надписью об охране пунктов.

пластинки с надписью (см. рис. 16) укрепляют на пирамиде или на плите;

2) на расстоянии от 1 до 3 *м* от центра устанавливают железобетонный столб с размерами 15 × 15 × 160 *см* (см. рис. 14); на верхней части столба, обращенной к центру пункта, укрепляют металлическую пластинку с надписью (см. рис. 16); для облегчения опознавания и исключения повреждений центра транспортом выступающую

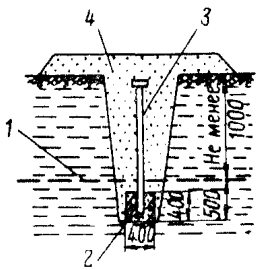


Рис. 17. Центр подходного пункта с металлической трубой.

1 — горизонт наибольшего промерзания грунта; *2* — бетонный монолит; *3* — металлическая труба диаметром 60 *мм* с маркой в верхней ее части; *4* — засыпка.

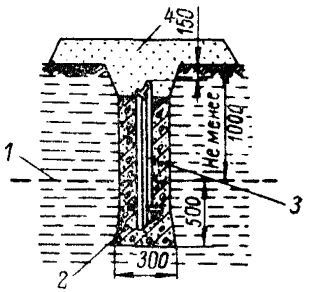


Рис. 18. Центр подходного пункта с рельсом.

1 — горизонт наибольшего промерзания; *2* — бетонный монолит; *3* — рельс с отверстием диаметром 2—1,5 *мм* в верхней полусферической части; *4* — засыпка.

над земной поверхностью часть столба окрашивают желтым цветом с горизонтальными черными полосами (краски должны быть устойчивыми против атмосферных воздействий).

Для пунктов, вблизи которых установка опознавательных столбов, пирамид, плит невозможна, на ближайшем здании или сооружении укрепляют металлическую пластинку, показанную на рис. 25.

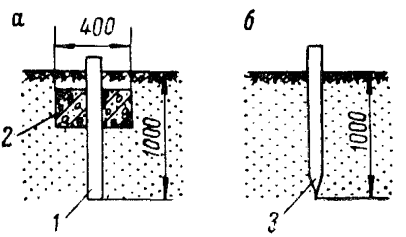


Рис. 19. Центры пунктов съемочной сети (*а* — основных пунктов, *б* — съемочных точек).

1 — металлическая труба; *2* — бетонный монолит; *3* — металлический штырь или деревянный кол.

13. Подходные пункты вблизи устьев шахтных стволов закрепляют центрами глубокого заложения, показанными на рис. 17 и 18.

При определении подходных пунктов методом полигонометрии такими центрами закрепляют не менее трех расположенных рядом подходных пунктов.

14. Основные съемочные пункты закрепляют постоянными центрами, тип которых показан на рис. 19, *а*. Этими же центрами закрепляют основные пункты с длительным сроком службы, используемые при разбивочных и других работах.

Съемочные точки закрепляют центрами, тип которых показан на рис. 19, *б*.

В соответствии с местными условиями типы центров основных съемочных пунктов и съемочных точек могут быть несколько видоизменены.

ПУНКТЫ, ЗАКРЕПЛЯЕМЫЕ СТЕННЫМИ ЦЕНТРАМИ

15. Центры пунктов полигонометрии 2, 3 и 4-го классов, а также 1 и 2-го разрядов на территории с капитальной застройкой закрепляют стенными центрами двух типов (рис. 20 и 21).

Металлический стакан центра, изображенного на рис. 20, укрепляют в стене (цоколе) здания или сооружения дюбель-гвоздем с помощью выстрела из строительно-монтажного пистолета СМП-3м (4м). Центром пункта является отверстие в стакане диаметром 2 *мм*.

Центр, представленный на рис. 21, аналогичен стенному литому чугунному реперу; центром пункта является отверстие диаметром 2 *мм* в верхней части сферической головки.

Для центров, устанавливаемых в железобетонных панелях, толщина которых не превышает 15 *см*, хвостовую часть укорачивают до 8—9 *см*. Стенные центры (см. рис. 20 и 21) могут быть использованы для закрепления снесенного центра пункта триангуляции и трилатерации 2, 3 и 4-го классов, а также аналитических сетей 1 и 2-го разрядов.

16. Наземный центр, показанный на рис. 22, представляет собой стенную нивелирную марку, а на рис. 23 — диск, который с помощью выстрела из строительно-монтажного пистолета СМП-3м (4м) укрепляют дюбель-гвоздем в бетонных плитах усовершенствованного дорожного покрытия, тротуарах и т. п. Центром знака служит отверстие в верхней части дюбель-гвоздя.

17. С помощью центрировочного приспособления (рис. 24) канал ствола строительно-монтажного пистолета фиксируют по центру стакана и марки наземного центра пункта.

18. На пунктах, расположенных в местах, где установка опознавательных столбов, пирамид, плит невозможна, на ближайшем к пункту здании или сооружении укрепляют металлическую пластинку с номером геодезического пункта (рис. 25). Надпись делают черную на желтом фоне и покрывают бесцветным лаком.

РЕПЕРЫ

19. Типы реперов, устанавливаемых на пунктах нивелирования III и IV классов, показаны на рис. 26—32.

Грунтовые рядовые реперы (рис. 25) закладывают в южной и средней частях зоны с сезонным промерзанием грунта. Грунтовые рядовые реперы (рис. 27) закладывают в северной части зоны с сезонным промерзанием грунта и в труднодоступных районах. Грунтовые рядовые реперы (рис. 28) закладывают в скальных грунтах в районах с сезонным их промерзанием. Грунтовые рядовые реперы (рис. 29) закладывают в районах многолетней мерзлоты.

Стенные реперы (рис. 30) закладывают в кирпичных и каменных стенах зданий и сооружений, закрепляя их цементным раствором.

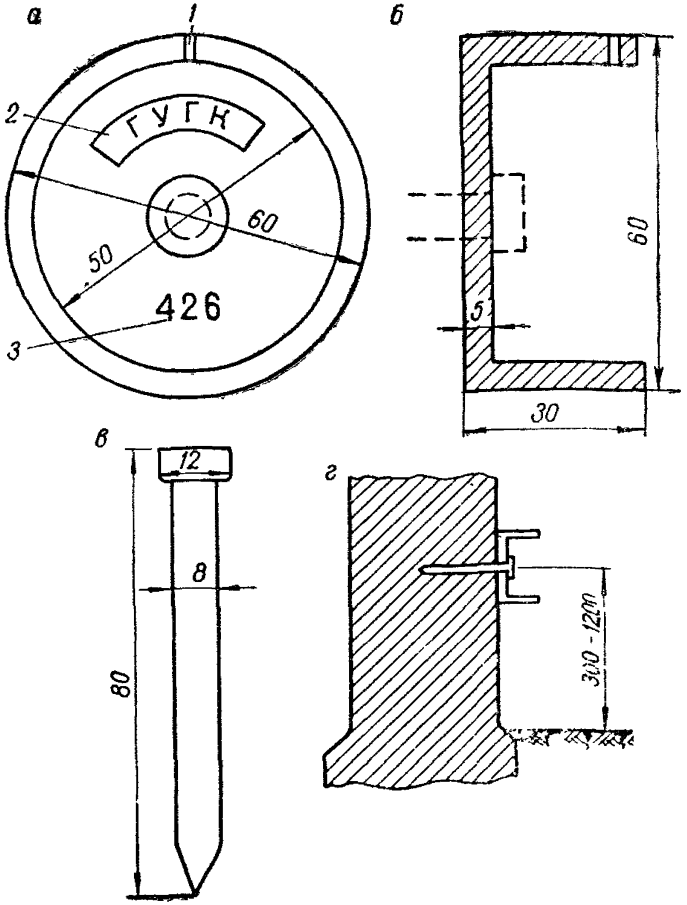


Рис. 20. Стенной центр пункта полигонометрии 2, 3 и 4-го классов и 1 и 2-го разрядов с дюбель-гвоздем. Тип 7 г. р.

а — стакан, вид спереди; *б* — стакан в разрезе; *в* — дюбель-гвоздь; *г* — общий вид закрепленного центра; *1* — отверстие диаметром 2 *мм*; *2* — сокращенное название организации, выполнявшей работу; *3* — номер пункта.

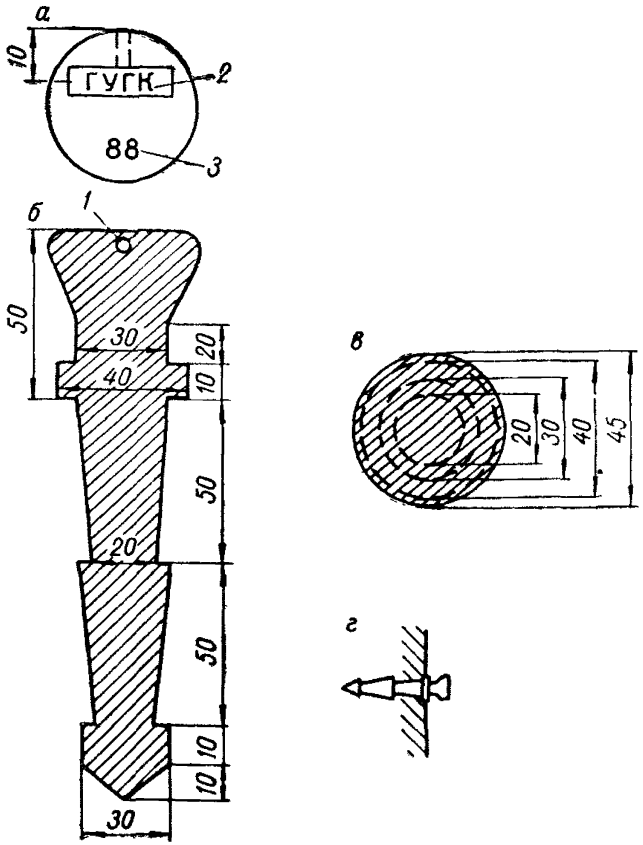


Рис. 21. Стенной центр пункта полигонометрии 2, 3 и 4-го класса, а также 1 и 2-го разрядов, литой. Тип 8 г. р.

а, *в* — вид спереди с диском и без диска; *б* — разрез; *г* — общий вид закрепленного центра; *1* — отверстие диаметром 2 *мм* для установки визирного приспособления; *2* — сокращенное название организации, выполнявшей работу; *3* — номер пункта.

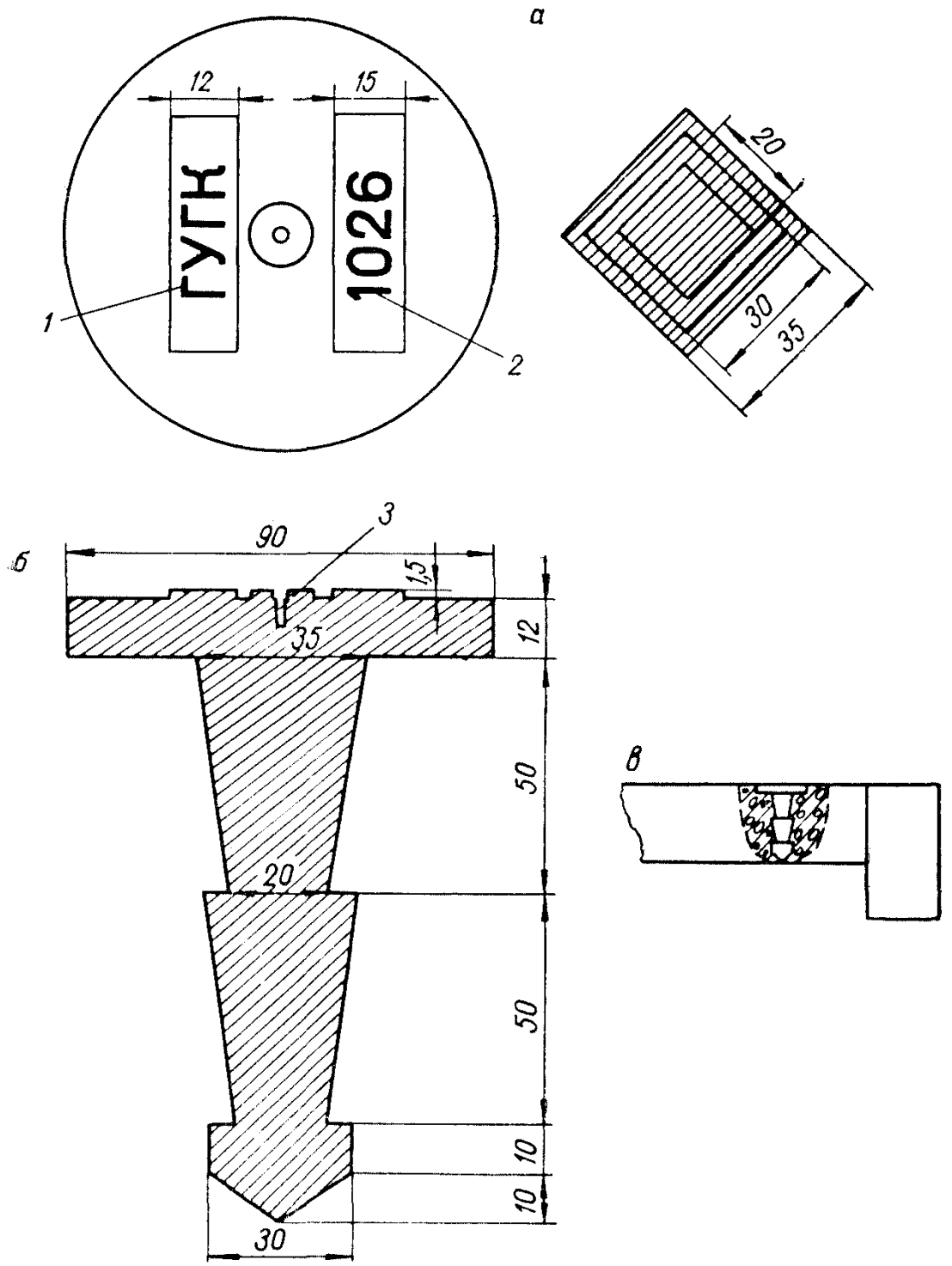


Рис. 22. Наземный центр пункта полигонометрии 2, 3 и 4-го классов, 1 и 2-го разрядов и съемочной сети на участке с твердым покрытием земной поверхности, литой.

а — вид сверху с диском и без диска; *б* — разрез; *в* — общий вид закрепленного центра; *1* — сокращенное название организации; *2* — номер пункта; *3* — отверстие диаметром 2 *мм* и глубиной 15 *мм*.

Нивелирные марки (рис. 31) закладывают в кирпичных и каменных стенах зданий и сооружений, закрепляя их цементным раствором. Марка, показанная на рис. 32, служит для бетонных и скальных реперов, а на рис. 33 — для трубчатых реперов.

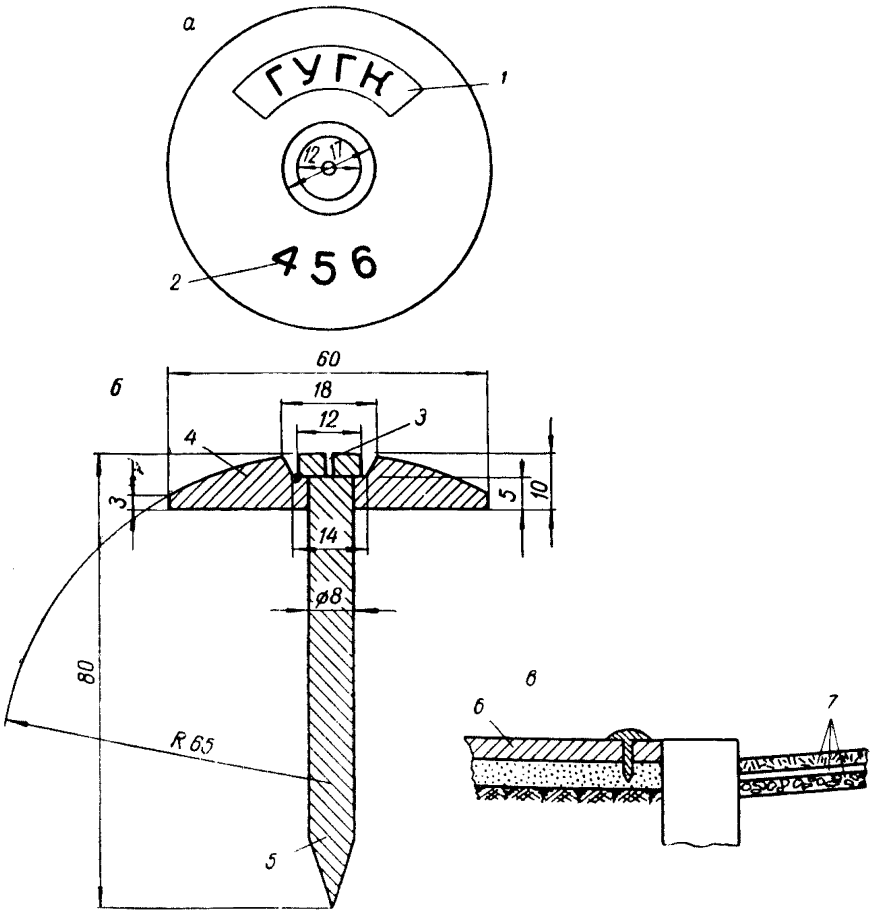


Рис. 23. Наземный центр пункта полигонометрии 2, 3 и 4-го классов, 1 и 2-го разрядов и съемочной сети на участке с твердым покрытием земной поверхности, с дюбель-гвоздем.

а — вид сверху; *б* — разрез; *в* — общий вид закрепленного центра; *1* — сокращенное название организации, выполнявшей работу; *2* — номер пункта; *3* — отверстие диаметром 2 *мм* и глубиной 5 *мм*; *4* — диск из нержавеющей стали в виде усеченного шарового сегмента; *5* — дюбель-гвоздь; *6* — тротуар; *7* — дорожное покрытие.

На рис. 34 показано внешнее оформление места расположения грунтового рядового репера для районов с сезонным промерзанием грунта.

20. При закладке грунтовых реперов, показанных на рис. 26, в скважины диаметром 50—60 *см* бетонному якорю придают круглую форму такого же диаметра. Во всех случаях при закладке грунтовых реперов в районах с сезонным промерзанием грунтов верхнюю часть

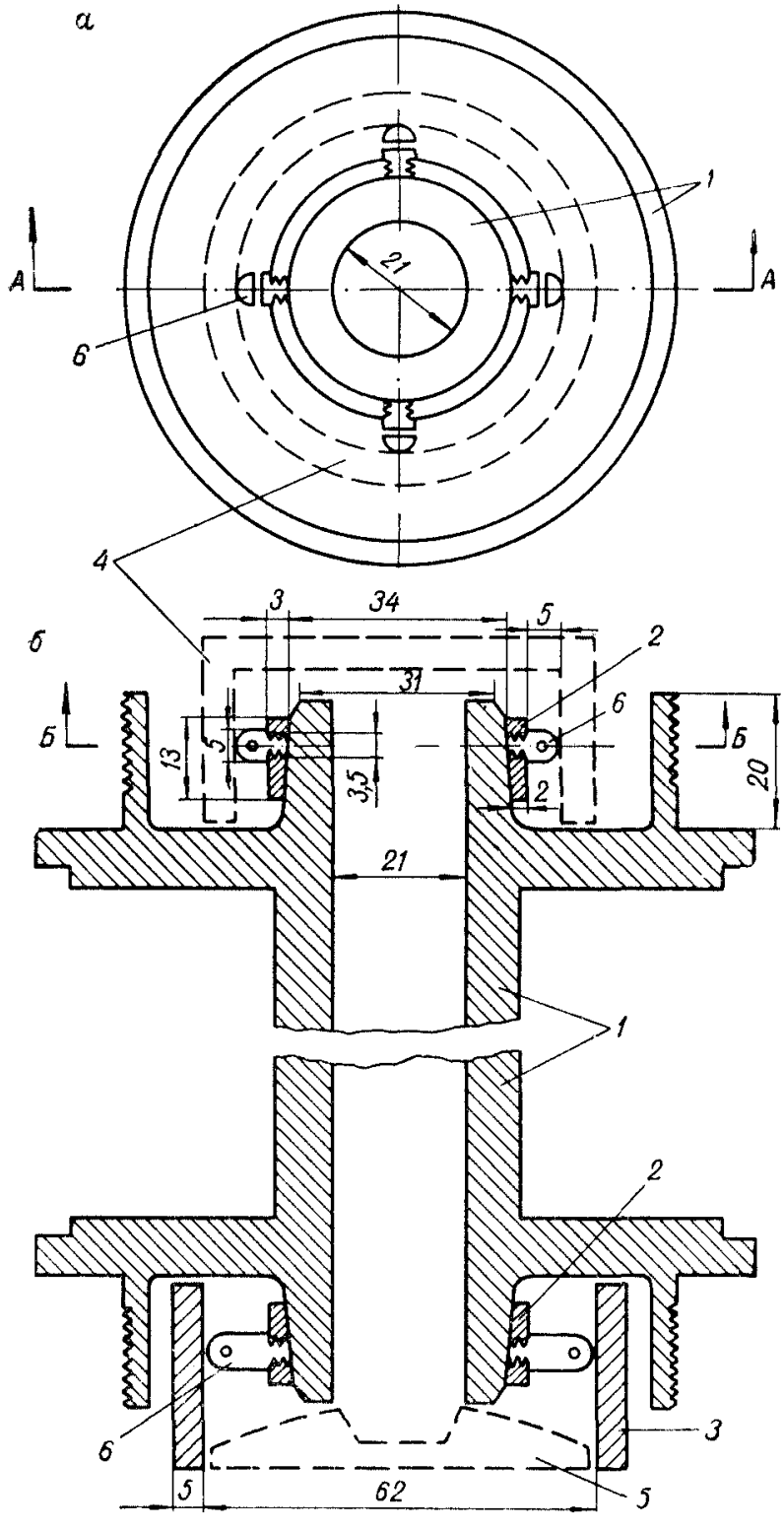


Рис. 24. Центрировочное приспособление для строительно-монтажного пистолета.

а — разрез по линии *ББ*; *б* — разрез по линии *АА*; *1* — наконечник строительно-монтажного пистолета (СМП-3м); *2* — центрировочная муфта; *3* — опорное кольцо; *4* — стакан стенного центра; *5* — марка наземного центра; *6* — опорный штифт.



Рис. 25. Металлическая пластинка с номером геодезического пункта.

1 — сокращенное название организации, выполнявшей работу; *2* — номер пункта; *3* — год установки пункта.

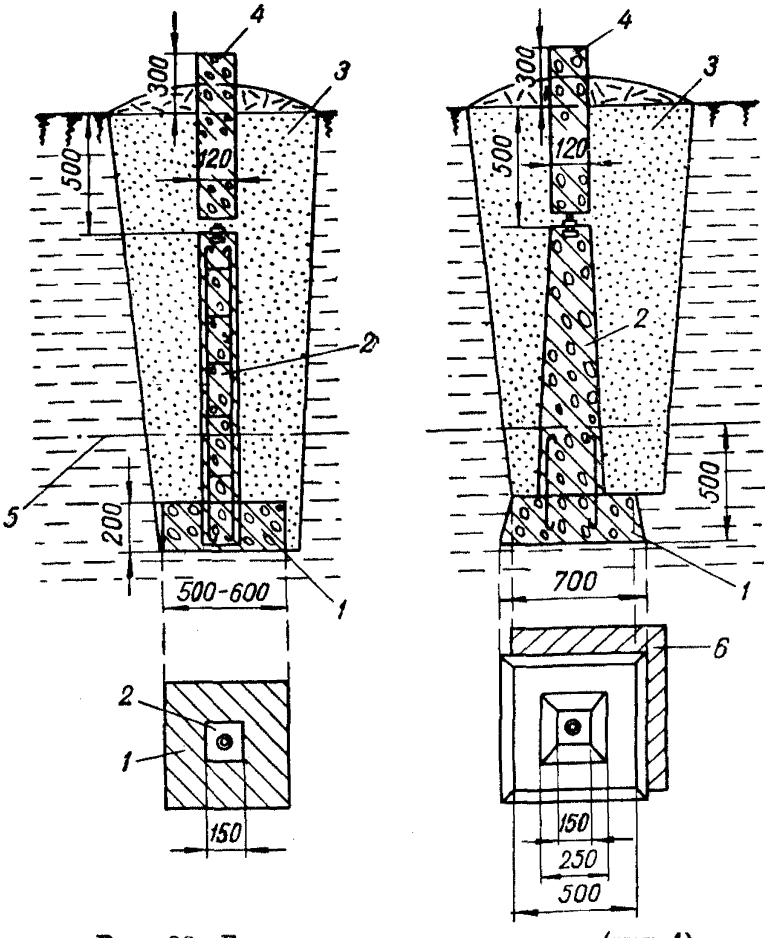


Рис. 26. Грунтовые рядовые реперы (тип 1).

1 — бетонные плиты; *2* — бетонные или железобетонные пилоны с нивелирными марками в торцах; *3* — засыпка; *4* — бетонные или железобетонные опознавательные столбы; *5* — нижняя граница промерзания грунта; *6* — дно котлована.

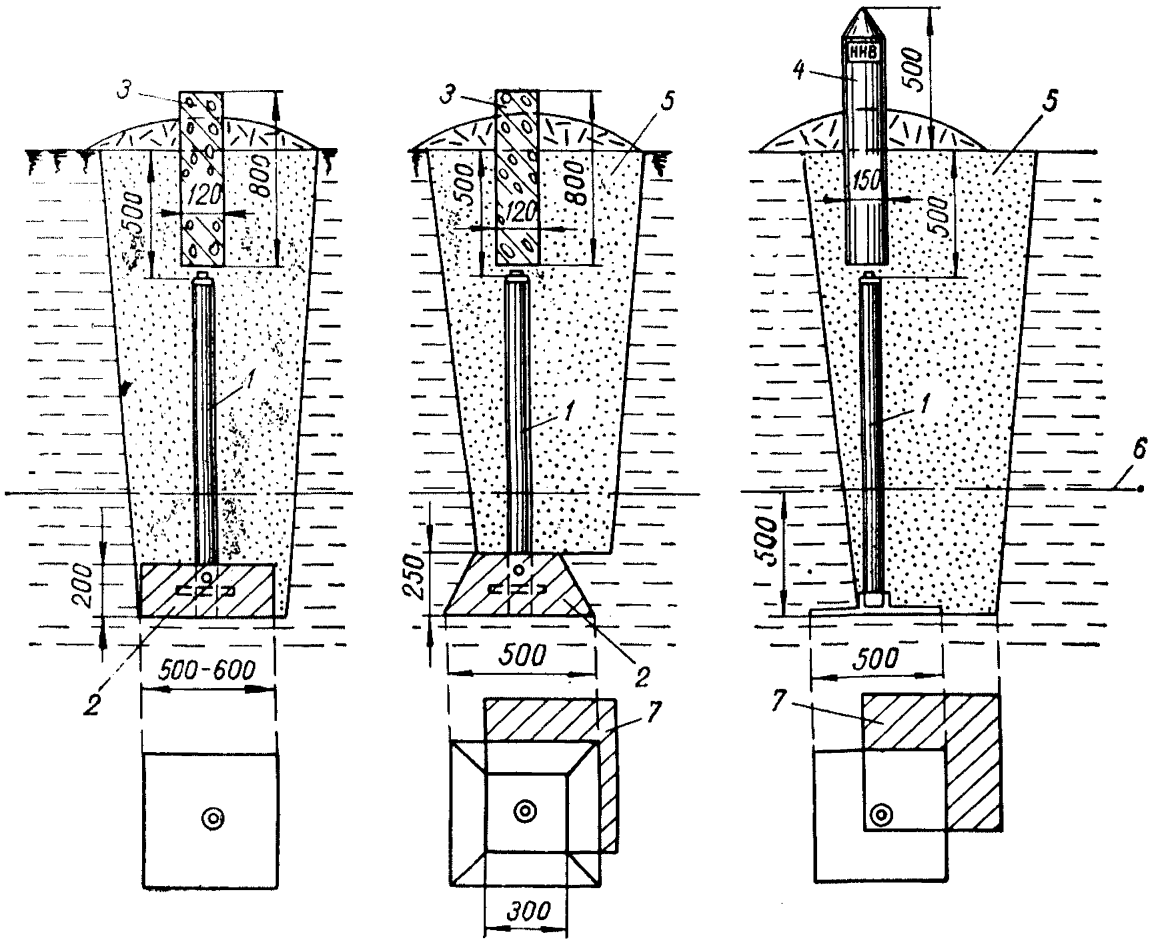


Рис. 27. Грунтовые рядовые реперы (тип 2).

1 — стеклопластиковая или металлическая труба диаметром 60 *мм* с нивелирной маркой на верхнем торце; *2* — бетонная или металлическая плита (якорь); *3* — бетонные опознавательные столбы; *4* — деревянный опознавательный столб; *5* — засыпка; *6* — нижняя граница промерзания грунта; *7* — дно котлована.

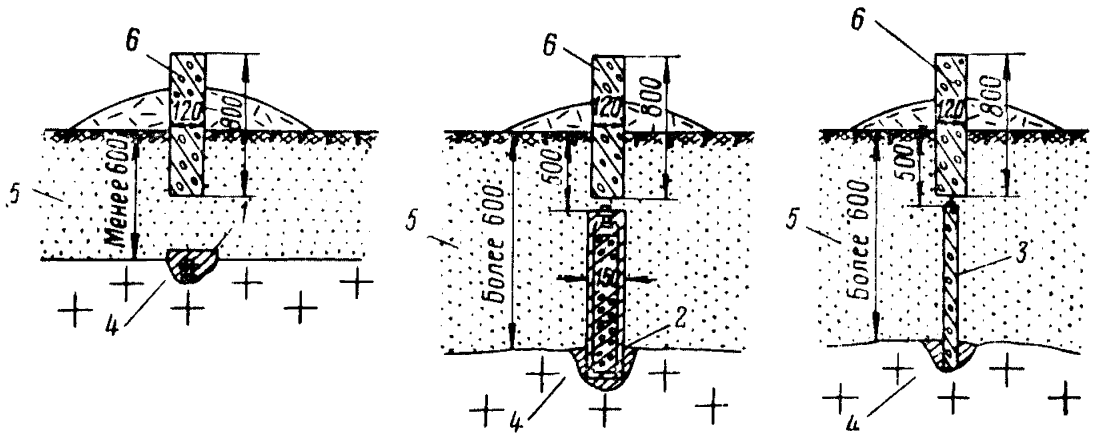


Рис. 28. Грунтовые рядовые реперы.

1 — нивелирная марка, зацементированная в скальную породу; *2* — железобетонный пилон, забетонированный в скальную породу; *3* — труба, забетонированная в скальную породу; *4* — скальная порода; *5* — рыхлые отложения; *6* — опознавательный столб.

реперов с марками устанавливают на 50 *см* ниже земной поверхности

При закладке грунтовых реперов в районах многолетней мерзлоты верхнюю часть трубы с маркой устанавливают на 20 *см* выше земной поверхности.

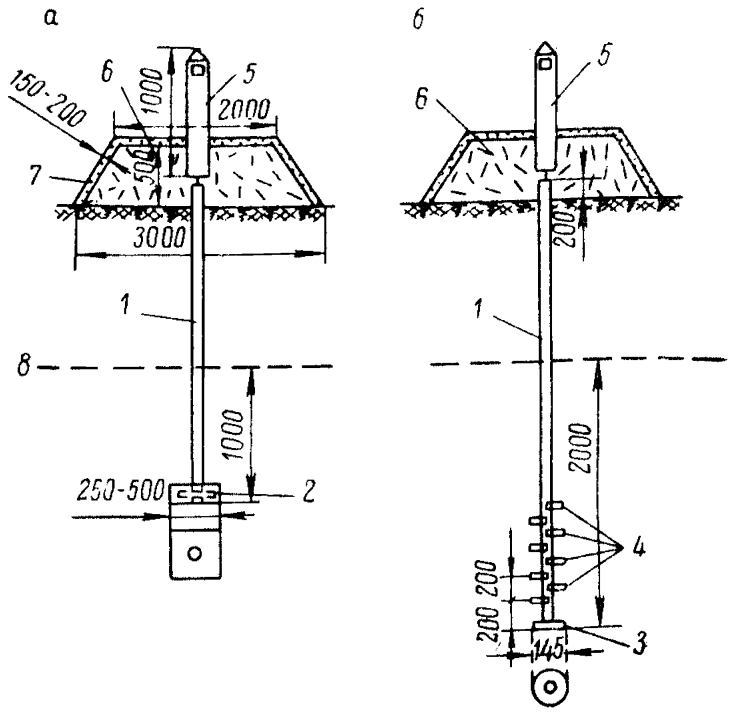


Рис. 29. Грунтовые рядовые реперы для районов многолетней мерзлоты.

а — тип 3, *б* — тип 4; *1* — металлическая труба диаметром 60 *мм* с приваренной к верхнему концу маркой; *2* — бетонный монолит; *3* — металлический диск; *4* — восемь полудисков; *5* — бетонный или деревянный опознавательный столб диаметром 15 *см*; *6* — мох или торф; *7* — слой грунта; *8* — нижняя граница оттаивания.

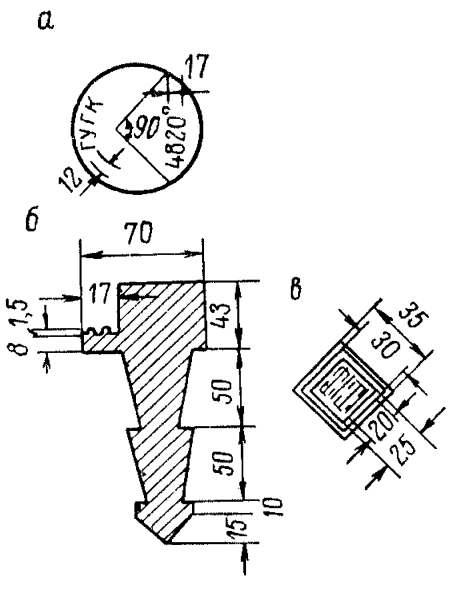


Рис. 30. Стенной репер литой, чугунный.

а — вид сверху с диском; *б* — разрез; *в* — вид сверху без диска.

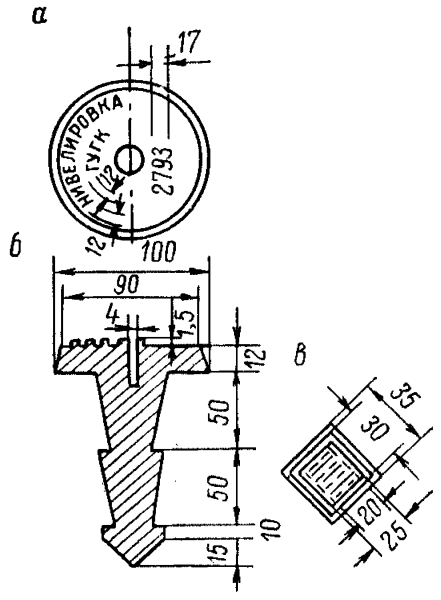


Рис. 31. Нивелирная марка.

а — вид сверху с диском; *б* — разрез; *в* — вид сверху без диска.

Над репером помещают бетонный или деревянный опознавательный столб с указанием номера репера на металлической пластинке (см. рис. 25) и дополнением «нивелирный» или сокращенно «нив.».

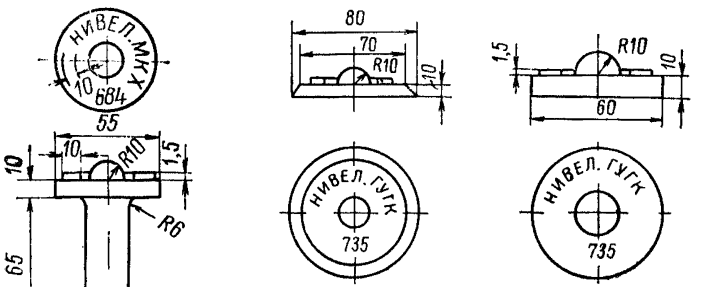
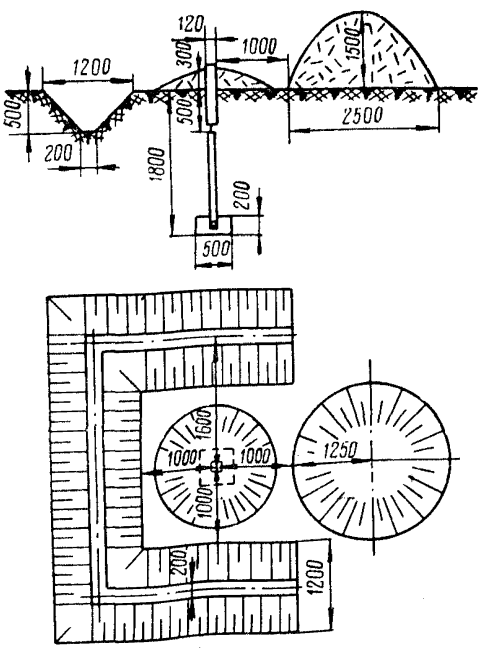


Рис. 33. Марка для трубчатых реперов.

Рис. 32. Марка для бетонных и скальных реперов

Канав вокруг реперов не делают; в районах тундр в 3 *м* к северу от репера выкладывают курган из мха или торфа, покрывая его слоем грунта, высотой в 1,5 *м*.



Стенные реперы наряду с типами их, показанными на рис. 30, 31 и 32, устанавливают также, пользуясь типами полигонометрических стенных центров, показанных на рис. 20 и 21.

21. При изготовлении и закладке центров пунктов и реперов должно быть обеспечено высокое качество бетона, надежная изоляция от коррозии, тщательное заполнение труб цементным (бетонным) раствором, плотная утрамбовка при засыпке котлованов.

Рис. 34. Внешнее оформление места расположения грунтового рядового репера для районов с сезонным промерзанием грунта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 (к параграфу 2.28)

Триангуляция 4-го класса

ЖУРНАЛ
ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ КРУГОВЫМИ ПРИЕМАМИ

Инструмент *ОТБ № 10000*

Цена одного деления шкалы оптического микрометра $1''$ ($\mu = 1$)

Цена одного деления уровня на алидаде $7'',0$

Пункт *Моховое*
Дата *29/VI*. $t = +21°$ *C*
Время *16 ч 35 мин*

Прием III
Погода *ясно; ветер слабый, юго-зап.*
Видимость *хорошая: изображения спокойные и отчетливые*

Названия направления	Отсчеты по штрихам лимба	Отсчеты по микрометру		$\frac{a_1+a_2}{2}\mu$	$\frac{Л+П}{2}$, δ	Значения направлений
		a_1	a_2			
Ратники	Л 60° 01′	10″,2	10″,6	10″,4		
					12″,2	0° 0′ 0″
	П 240 01	13 ,8	14 ,2	14 ,0	0 ,0	
Упеча	Л 131 49	32 ,0	32 ,4	32 ,2		
					35 ,2	71 48 22,3
	П 311 49	38 ,4	38 ,0	38 ,2	−0 ,7	
Припять	Л. 167 18	59 ,6	60 ,0	59 ,8		
					61 ,0	107 17 47,3
	П 347 19	1 ,8	2 ,4	2 ,1	−1 ,5	
Чесноковка	Л 243 35	19 ,0	19 ,0	19 ,0		
					21 ,4	183 34 07,0
	П 63 35	23 ,6	24 ,0	23 ,8	−2 ,2	
Еловая	Л 314 26	35 ,2	35 ,4	35 ,3		
					37 ,6	254 25 22,4
	П 184 26	39 ,8	40 ,2	40 ,0	−3 ,0	
Ратники	Л 60 01	14 ,6	14 ,8	14 ,7		
					15 ,9	
	П 240 01	17 ,2	17 ,0	17 ,1	−3 ,7	

Незамыкание составляет $\Delta_л = +4'',3$; $\Delta_п = +3'',1$; $\Delta_{ср} = +3'',7$.

Примечание. Поправку $\delta_к$ в направление определяют по формуле $\delta_к = \frac{-\Delta_{ср}}{n}(k-1)$, где k — номер по порядку наблюдаемого направления в приеме, n — число наблюдаемых направлений в приеме.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 (к параграфу 2.36)

ЦЕНТРИРОВОЧНЫЙ ЛИСТ № 148*

Триангуляция 4-го класса

Пункт *Подгорный, сигнал 3-го класса* *22 июня 1966 г.*
Контрольный угол — *п. Сосновка — п. Подгорный — п. Быково:*
на чертеже — *117° 30′; 116° 00′*
из наблюдений — *116° 33′*

Элементы центрировки:
$l_c = 0{,}068$ *м;*
$\theta_c = 154° 30'$ *на п. Быково;*
$\theta_c = 272° 00'$ *на п. Сосновка.*

Элементы редукции:
$l_r = 0{,}094$ *м;*
$\theta_r = 96° 30'$ *на п. Быково;*
$\theta_r = 212° 30'$ *на п. Сосновка.*

Начальное направление *на п. Быково*

Начальное направление *на п. Быково*

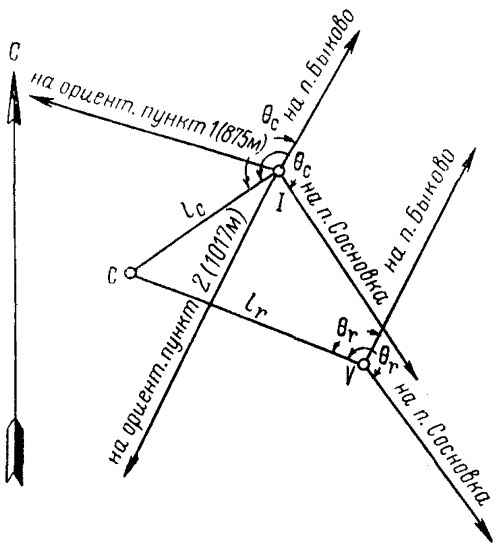


Рис. 35. К определению элементов приведения.

C — центр пункта; *I* — ось инструмента; *V* — ось визирной цели.

Определял_____

* На рис. 35 показаны только те линии, которые вычерчивают тушью или чернилами.

Примечание. Углы θ_c и θ_r строят при точках *I* и *V* и отсчитывают по ходу часовой стрелки от направления *IC* и *VC* до направления на пункты (*I* — Быково и *V* — Быково, *I* — Сосновка и *V* — Сосновка в данном случае, соответственно).

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 (к параграфу 2.39)

Триангуляция 4-го класса

СВОДКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ПУНКТЕ

Вывод средних направлений на пункте Высокое

Начальное направление на п. Заречный

Дата измерения	Номер приема	Установка лимба	Городище		Рыбное		Камень		Алексеево		Перевал		Наибольшая величина незамыкания	Примечания
			63° 12′	v	107° 48′	v	156° 20′	v	238° 37′	v	291° 54′	v		
29/VI	I	0° 0′	52″,6	−1″,2	29″,9	+1″,9			05″,6	−0″,6	15″,2	−1″,0	2″,0	
	II	30 1	54 ,8	+1 ,0	28 ,2	+0 ,2	49″,1	+2″,1	06 ,1	−0 ,1	16 ,6	+0 ,4	1 ,8	
	III	240 2	53 ,6	−0 ,2	28 ,3	+0 ,3	48 ,6	+1 ,6	05 ,7	−0 ,5	15 ,6	−0 ,6	2 ,8	
	IV	90 3	54 ,0	+0 ,2	27 ,4	−0 ,6	46 ,1	−0 ,9	06 ,7	+0 ,5	16 ,2	0	1 ,7	
	V	120 2	53 ,8	0	26 ,9	−1 ,1	45 ,8	−1 ,2	05 ,9	−0 ,3	17 ,1	+0 ,9	3 ,2	
	VI	330 0	54 ,3	+0 ,5	27 ,3	−0 ,7	47 ,3	+0 ,3	07 ,0	+0 ,8	16 ,7	+0 ,5	3 ,6	
30/VI	I bis	0 0					45 ,3	−1 ,7						
		Среднее	53 ,8		28 ,0		47 ,0		06 ,2		16 ,2			
		$\sum(+v)$		1 ,7		2 ,4		4 ,0		1 ,3		1 ,8	$\sum(v)=21{,}9$	
		$\sum(-v)$		1 ,4		2 ,4		3 ,8		1 ,5		1 ,6		

Средняя ошибка направления из одного приема

$$\mu = k\frac{\sum(v)}{n} = 0{,}23 \cdot \frac{21{,}9}{6} = \pm 0'',8.$$

Средняя ошибка направления из m приемов

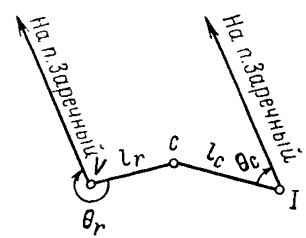
$$M = \frac{\mu}{\sqrt{m}} = \frac{0{,}8}{\sqrt{6}} = \pm 0'',3,$$

n — число направлений, m — число приемов.

Для 4 приемов $k = 0{,}36$;
» 6 » $k = 0{,}23$;
» 9 » $k = 0{,}15$;
» 12 » $k = 0{,}11$.

Элементы центрировки и редукции

Схема



Вид приведения	Элементы приведения			Дата определения	Номер листа
	l	θ	На пункт		
Центрировка	0,120	47° 45′	Заречный	24/VI	31
	0,126	47 30		26/VI	32
	0,123	47 38			
Редукция	0,073	131 00	Заречный	24/VI	31
	0,069	131 30		26/VI	32
	0,071	131 15			

Примечание. C — центр пункта; I — ось инструмента; V — ось визирной цели.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 (к параграфу 2.77)

ЖУРНАЛ
ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ В ПОЛИГОНОМЕТРИИ

Инструмент *ОТБ № 10 000* Погода *ясно*

Дата *23/VI.66* Видимость *хорошая*

Время измерений *9 ч 30 мин — 10 ч 00 мин* Изображения *отчетливые*

Номера точек стояния инструмента	Номера наблюдаемых точек		Отсчеты по штрихам лимба	Отсчеты по микрометру a_1	Отсчеты по микрометру a_2	$\frac{a_1+a_2}{2}\cdot\mu$	$\frac{Л+П}{2}$	Угол
27	26	Л	0° 05′	17″,8	18″,0	17″,9	15″,2	179° 43′ 00″,6
		П	180 05	12 ,4	12 ,6	12 ,5		
	28	Л	179 48	18 ,6	18 ,4	18 ,5	15 ,8	
		П	359 48	12 ,8	13 ,2	13 ,0		
27	26	Л	60 03	45 ,6	46 ,0	45 ,8	44 ,4	179 43 03 ,2
		П	240 03	43 ,2	42 ,8	43 ,0		
	28	Л	239 46	49 ,0	48 ,8	48 ,9	47 ,6	
		П	59 46	46 ,2	46 ,6	46 ,4		
27	26	Л	120 01	23 ,6	24 ,0	23 ,8	21 ,2	179 43 01 ,1
		П	300 01	18 ,8	18 ,6	18 ,7		
	28	Л	299 44	23 ,6	23 ,6	23 ,6	22 ,3	
		П	119 44	21 ,2	20 ,8	21 ,0		

Среднее 179 43 01 ,6

ПРИЛОЖЕНИЕ 10 (к параграфу 2.82)

ЖУРНАЛ
ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПОЛИГОНОМЕТРИИ

Дата *22/VI 1966 г.*
Начало *12 ч 30 мин*
Наблюдатели *Петров И. И., Павлов А. А.*

Сторона *6253—6254*
Мерный прибор *инварная проволока № 645*

Измерение длины стороны полигонометрического хода 1-го разряда

Интервал	Проволока № 645			Отсчет по термометру t, °С	Проволока № 645			Отсчет по термометру t, °С
	Отсчет по шкале				Отсчет по шкале			
	П	З	П ± З		П	З	П ± З	
	Прямо				Обратно			
6253—1	47,0	71,2	−24,2		53,1	77,7	−24,6	
	53,1	76,8	−23,7	+11,5	(47,4)	(69,8)	(−22,4)	+11,0
	(51,0)	(77,4)	(−26,4)		63,6	87,5	−23,9	
	49,2	73,2	−24,0		48,6	73,3	−24,7	
			−24,0				−24,4	
1—2	64,5	19,9	+44,6		73,2	28,5	+44,7	
	81,9	36,0	+45,9	+11,5	87,3	41,8	+45,5	+11,0
	81,4	36,2	+45,2		96,1	51,2	+44,9	
			+45,2				+45,0	
2—3	74,5	12,0	+62,5		83,0	20,0	+63,0	
	86,7	24,9	+61,8	+11,0	90,7	27,0	+63,7	+10,5
	90,3	28,0	+62,3		72,3	9,5	+62,8	
			+62,2				+63,2	
3—4	66,3	35,1	+31,2		52,9	21,5	+31,4	
	81,0	50,6	+30,4	+11,0	67,9	36,9	+31,0	+10,5
	73,0	41,6	+31,4		74,8	44,0	+30,8	
			+31,0				+31,1	
4—5	32,5	38,7	−6,2		41,2	47,0	−5,8	
	36,7	42,5	−5,8	+11,0	48,3	53,6	−5,3	+11,0
	48,2	54,7	−6,5		66,3	71,5	−5,2	
			−6,2				−5,4	

Примечание. В скобках помещены зачеркнутые результаты измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11 (к параграфу 2.84)

ЖУРНАЛ
ВЫЧИСЛЕНИЯ ДЛИНЫ СТОРОН ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ

Дата	Стороны	Интервалы							Остаток				
		n	nl, *м*	$\sum(\Pi \pm З)$, *мм*	$n\Delta l$, *мм*	$t_{ср} - t_0$, °С	Δd_t, *мм*	Δd_h, *мм*	r, *м*	$\Delta r_э$, *мм*	$t - t_0$, °С	Δr_t, *мм*	Δr_h, *мм*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
17/III 1966 г.	41—42	9	216	+64,1	—4,7	—4,5	—1,4	—12,2	20,3240	+2,6	—4,5	—6,2	—2,1
		9	216	+65,5	—4,7	—4,5	—1,4	—12,0	20,3233	+2,6	—4,5	—6,2	—2,3
17/III 1966 г.	42—43	12	288	—66,0	—6,2	—4,5	—1,9	—61,3	10,2368	+1,3	—4,5	—3,1	—1,3
		12	288	—63,3	—6,2	—4,5	—1,9	—61,5	10,2370	+1,3	—4,5	—3,1	—1,1

Продолжение

Дата	Стороны	Исправленная длина сторон d, *м*	$d_{ср}$, *м*	Относительная разность двух измерений	$\Delta d_Н$, *мм*	Δd_y, *мм*	d_0, *мм*	Номера журналов измерений и нивелирования
1	2	15	16	17	18	19	20	21
17/III 1966 г.	41—42	236,3641 236,3648	236,3644	1 : 340 000	—27,2	+32,1	236,369	Журнал линейных измерений 7, стр. 10—11 Журнал нивелирования 8, стр. 14—15
17/III 1966 г.	42—43	298,0983 298,1012	298,0998	1 : 100 000	—29,3	+40,3	298,111	Журнал линейных измерений 7, стр. 12—13 Журнал нивелирования 8, стр. 16—17

Измеренную длину стороны полигонометрического хода вычисляют по формуле

$$d = nl + \sum (\text{П} \pm \text{З}) + n\,\Delta l + \Delta\, d_t + \Delta\, d_h + r + \Delta r_э + \Delta r_t + \Delta r_h,$$

где l — длина проволоки; n — число интервалов, равных полной длине проволоки; Σ (П $\pm$ З) — сумма средних значений сумм или разностей (в зависимости от оцифровки) отсчетов по передней и задней шкалам проволоки; Δl — поправка за компарирование проволоки; Δd_t — поправка в измеренную линию за температуру проволоки; Δd_h — поправка в измеренную линию за превышения целиков штативов в отдельных интервалах; r — остаток; $\Delta r_э$ — поправка за компарирование мерного прибора, которым измерен остаток; Δr_t — поправка в остаток за температуру мерного прибора; Δr_h — поправка в остаток за превышение одного его конца над другим.

Поправки за компарирование мерных приборов на полную длину берут из паспортов.

Поправку в остаток за компарирование мерного прибора определяют пропорционально длине по формуле $\Delta r_э = r\Delta r_{(1)}$, где $\Delta r_{(1)}$ — поправка за компарирование на один метр длины мерного прибора.

Поправку за температуру проволоки определяют по формуле

$$\Delta\, d_t = \alpha l n\,(t_{ср} - t_0),$$

где α — линейный коэффициент расширения металла, из которого изготовлена проволока; $t_{ср}$ — средняя температура проволоки при измерении; t_0 — температура проволоки при компарировании.

Поправку в остаток за температуру мерного прибора определяют по формуле

$$\Delta r_t = \alpha r\,(t - t_0).$$

Поправку за приведение к горизонту длины линии, измеренной проволокой, определяют по формуле

$$\Delta d_h = -\sum \left(\frac{h^2}{2l} + \frac{h^4}{8l^3}\right),$$

где h — превышение целиков штативов в интервалах.

Вторым членом формулы можно пренебречь, если превышение целиков штативов в интервале не более 2 *м*.

Поправку можно брать из специальных таблиц *.

Для вычисления поправки в измеренный остаток за приведение его длины к горизонту служит формула

$$\Delta r_h = -\left(\frac{h^2}{2r} + \frac{h^4}{8r^3}\right).$$

Второй член можно опустить, если $\frac{h}{r} \leqslant 0{,}1$.

Приведенную к поверхности референц-эллипсоида и редуцированную на плоскость проекции Гаусса длину стороны полигонометрического хода вычисляют по формуле

$$d_0 = d + \Delta d_H + \Delta d_y,$$

где Δd_H — поправка за приведение длины стороны к поверхности референц-эллипсоида; Δd_y — поправка за редуцирование на плоскость проекции Гаусса.

Поправку за приведение к поверхности референц-эллипсоида определяют из формулы

$$\Delta d_H^{**} = -d\frac{H}{R},$$

где H — средняя высота измеренной линии (от поверхности референц-эллипсоида); R — средний радиус кривизны поверхности референц-эллипсоида; при вычислении поправки Δd_H средний радиус кривизны поверхности референц-эллипсоида разрешается принимать равным 6371 *км*.

Поправку за редуцирование на плоскость проекции Гаусса определяют по формуле

$$\Delta d_y = d\left(\frac{y^2}{2R^2}\right),$$

где y — ордината середины линии.

Поправки за приведение линий к поверхности референц-эллипсоида и за редуцирование на плоскость проекции Гаусса выбирают из специальных таблиц.

---

* Вспомогательные таблицы для производства основных геодезических работ в городах. М.—Л., Изд-во М-ва коммун. хоз., 1950.

** Поправка Δd_H положительна только в Прикаспийской низменности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 12 (к параграфу 2.95)

ЖУРНАЛ
НИВЕЛИРОВАНИЯ III КЛАССА

Ход — *от стенного репера 756 до грунтового репера 2002*
28 июня 1966 г. Начало — *6 ч 00 мин*, конец — *10 ч 50 мин*
Погода *ясно, слабый ветер*; изображение *отчетливое, спокойное*

Номер штатива / реек	Наблюдение по дальномерным нитям			Наблюдение по средней нити				Среднее превышение, *мм*
	Задняя рейка	Передняя рейка	Контрольное превышение	Сторона рейки	Задняя рейка	Передняя рейка	Превышение	
Rp 756	(2) 1747	(5) 1821	(11) —74	Ч	(1) 1934	(4) 2008	(14) —74	(19) —74,5
1	(3) 2121	(6) 2196	(12) —75	К	(8) 6621	(7) 6796	(15) —175	
I—II	(9) 374	(10) 375	(13) —1/—1		(16) 4687	(17) 4788	(18) +101	
	1197	363	+834	Ч	1384	551	+833	
2	1571	739	+832	К	6171	5239	+932	+832,5
II—I	374	376	—2/—3		4787	4688	—99	

Продолжение приложения 12

Номер штатива / реек	Наблюдение по дальномерным нитям			Наблюдение по средней нити				Среднее превышение, *мм*
	Задняя рейка	Передняя рейка	Контрольное превышение	Сторона рейки	Задняя рейка	Передняя рейка	Превышение	
5 / I—II	1700 1965	1874 2141	—174 —176	Ч К	1832 6519	2007 6793	—175 —274	—174,5
	265	267	—2/—5		4687	4786	+99	
6 / II—I	1539 1914	1678 2055	—139 —141	Ч К	1726 6513	1866 6554	—140 —41	—140,5
	375	377	—2/—7		4787	4688	—99	
Σ Постраничный контроль	(20) 1388	(21) 1395	(22) +887 (27) +443,5		(23) 32 700 (28) —31 814 (29) +886	(24) 31 814	(25) +886 (30) +443,0	(26) +443,0
26 / II—I Rp 2002	1874 2141	1700 1965	+174 +176	Ч К	2007 6793	1832 6519	+175 +274	+174,5
	267	265	+2/—5		4786	4687	—99	

Номер штатива / реек	Наблюдение по дальномерным нитям			Наблюдение по средней нити				Среднее превышение, *мм*
	Задняя рейка	Передняя рейка	Контрольное превышение	Сторона рейки	Задняя рейка	Передняя рейка	Превышение	
Σ Постраничный контроль	(20) 267	(21) 265	(22) +350 (27) +175		(23) 8800 (28) −8351 +449 (29) −100 +349 (30) +174,5	(24) 8351	+449 (25) −100 +349 (30) +174,5	(26) +174,5
Подсчет секции от стенного репера 756 до грунтового репера 2002								
Σ	(20) 10 240	(21) 10 243	(22) +3840		(23) 212 500	(24) 208 654	(25) +3846	(26) +1923,0
	(31) $L = 4{,}1$ *км*		(32) +1920	Σ	(28) −208 654 (33) +3846 (34) +1923		(25) +1923	
Среднее превышение: из прямого хода					(36) +1923,0			
из обратного хода					(37) −1931,9			
Расхождение: полученное					(38) −8,9			
допустимое					(39) ±20,2			
Среднее превышение из прямого и обратного ходов					(40) +1927,4			

Примечание. Числами в скобках указан порядок действий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 13 (к параграфу 2.101)

ЖУРНАЛ
НИВЕЛИРОВАНИЯ IV класса

Ход *от грунтового репера 606* Дата *28 июня 1966 г.*

до грунтового репера 217 Начало *7 ч 10 мин*

Погода *ясно, слабый ветер* Конец *19 ч 30 мин*

Номер станции / пикетов	Дальномерное расстояние до задней и передней реек	Отсчет по рейке		Превышение, *мм*	Среднее превышение, *мм*
		задней	передней		
1 Rp 606—1	375 (7) 372 (8)	(1) 1185 (2) 1560 (6) 6247 (9) 4687	(3) 1058 (4) 1430 (5) 6217 (10) 4787	(11) +130 (12) +30 (14) +100	(13) +130
2 1—2	260 263	1005 1265 6052 4787	1209 1472 6159 4687	—207 —107 —100	—207
3 2—3	311 313	617 928 5615 4687	798 1111 5898 4787	—183 —283 +100	—183
4 3—4	267 266	704 971 5758 4787	1003 1269 5958 4689	—298 —200 —98	—298
Σ Постраничный контроль	2427 (19)	28 396 (15) —29 514 —1118	29 514 (16)	1116 (17)	558 (18)

Номер $\frac{\text{станции}}{\text{пикетов}}$	Дальномерное расстояние до задней и передней реек	Отсчет по рейке		Превышение, *мм*	Среднее превышение, *мм*
		задней	передней		
$\frac{5}{4-5}$	190 191	657 847 5534 4687	894 1085 5872 4787	—238 —338 +100	—238
$\frac{5}{5-6}$	350 348	874 1224 6011 4787	810 1158 5843 4685	+66 +168 —102	+67
$\frac{32}{31-\text{Rp } 217}$	380 380	1544 1924 6711 4787	615 995 5681 4686	+929 +1030 —101	+930
	$L=5{,}8$ *км*	414 508 —402 784 +11 724	402 784	+11 724	+5682

Среднее превышение:
- из прямого хода (20) +5862
- из обратного хода (21) —5835

Расхождение:
- полученное (22) +27
- допустимое (23) ±48

Среднее превышение из прямого и обратного ходов (24) +5848

Примечание. Числами в скобках указан порядок действий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 14 (к параграфу 4.1)

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО ИХ РАЗМЕРАМ И СЛОЖНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ

ТАБЛИЦА 36

Группы месторождений и их характеристика	Типы месторождений полезных ископаемых
Месторождения крупных размеров простого или средней сложности геологического строения с выдержанной мощностью (формой) рудных тел	**Металлические полезные ископаемые** Пластовые, пласто- и линзообразные залежи осадочных месторождений железа, марганца, бокситов; метаморфические месторождения железистых кварцитов Пластообразные месторождения вкрапленных медных и полиметаллических руд в толщах осадочных пород **Неметаллические полезные ископаемые** Пластовые осадочные месторождения фосфоритов; пластовые и пластообразные месторождения натриевых, калиевых и магниевых солей в осадочных толщах Линзы крупных размеров апатит-нефелиновых пород в нефелиновых сиенитах; пластовые и линзовидные осадочные образования песчаников и кварцитов, диатомитов, трепелов, гипса и ангидрита **Горючие полезные ископаемые** Месторождения угля и сланца типов Донецкого, Карагандинского, Кузнецкого (кроме районов, вошедших во вторую группу) угольных бассейнов и прибалтийских сланцев
Месторождения средних размеров простого или средней сложности геологического строения с выдержанной формой (мощностью) рудных тел и месторождения крупных размеров, но сложного геологического строения с неправильной формой рудных тел	**Металлические полезные ископаемые** Жилы медных, полиметаллических, золотых, кобальто-никелевых, урановых, оловянных, сурьмяных, мышьяковых и других гидротермальных месторождений, а также их штокверки, штоки и линзы Залежи черных, цветных и редких металлов в скарнах Жилы и штоки хромитовых, ильменитовых, магнетитовых и медно-никелевых руд Россыпные месторождения

Продолжение табл. 36

Группы месторождений и их характеристика	Типы месторождений полезных ископаемых
	Линзообразные, жилообразные и штоковидные залежи сплошных колчеданных и вкрапленных полиметаллических и медных гидротермальных месторождений
	Пластообразные залежи железных и марганцевых руд, бокситы коры выветривания, залежи силикатных никелевых руд
	Тонкоштокверковые гидротермальные месторождения прожилково-вкрапленных медных руд во вторичных кварцитах
	Жило- и трубообразные тела концентрированных железных руд, залегающие среди железистых кварцитов
	Неметаллические полезные ископаемые
	Пластовые и пластообразные месторождения с нарушенным залеганием цементного и стекольного сырья, гипса, огнеупорных и тугоплавких глин, естественных каменных строительных материалов
	Крупные слюдоносные жильные тела и зоны значительных размеров по простиранию, но небольшой протяженности на глубину, а также слюдоносные жильные тела относительно небольших размеров по простиранию, протяженные на глубину
	Крупные линзо- и пластообразные тела графита, круто- или вертикальнопадающие, а также месторождения графита на контакте с известняками, линзы и гнездообразные тела
	Месторождения фосфоритов геосинклинального типа
	Пласто- и линзообразные крупные метасоматические залежи кристаллического магнезита, приуроченные к доломитовым или известняковым горизонтам

Продолжение табл. 36

Группы месторождений и их характеристика	Типы месторождений полезных ископаемых
	Сложные зоны, штокверки и жилы хризотил-асбеста, приуроченные к серпентинитам
	Месторождения талькового камня и талька в зонах разлома среди серпентинизированных ультраосновных пород в их контактах
	Трещинные жилы барита в осадочных породах
	Месторождения флюсовых известняков, формовочных песков, стекольного сырья и самородной серы
	Горючие полезные ископаемые
	Сильно дислоцированные месторождения с резкими изменениями мощности угольных пластов типа Сучанского месторождения, а также Прокопьевско-Киселевского и Анжеро-Судженского районов Кузбасса
	Металлические полезные ископаемые
Малые по размерам месторождения и месторождения средних размеров, но сложного геологического строения или с неправильной формой рудных тел	Шлиры магматических месторождений платины и алмазов
	Гнезда редкометальных минералов в пегматитах
	Штоки шеелитовых руд в скарнах
	Гидротермальные жилы, трубки и гнезда редких, радиоактивных, благородных металлов и полиметаллов
	Линзообразные залежи колчеданных руд
	Неметаллические полезные ископаемые
	Трубчатые алмазоносные тела
	Месторождения пьезооптического сырья
	Жило- и линзообразные слюдоносные тела в пироксеновых гнейсах
	Месторождения антофиллит- и амфибол-асбеста
	Жильные, гнездо- и линзообразные месторождения мышьяковых руд
	Месторождения борных руд
	Месторождения красящего минерального сырья

ПРИЛОЖЕНИЕ 15 (к параграфу 4.54)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО НА СКЛАДАХ

Отвалы в зависимости от степени трудности замеров для определения их объемов подразделяют на следующие три категории.

К I категории относят отвалы, имеющие сравнительно правильные геометрические формы — конусообразные, пирамидальные, призматические с трапецеидальным сечением (типа железнодорожных насыпей) и другие формы, характерные для эстакадных складов.

Ко II категории относят отвалы, образующие налегающие друг на друга тела, конусообразные, призматические, имеющие форму обелиска, и другие, характерные для эстакадных и безэстакадных складов.

К III категории относят отвалы со сложными поверхностями (например, отвалы развезенного и растасканного полезного ископаемого), характерные для полубункерно-скреперных и скреперных складов.

При определении объемов отвалов выполняют рулеточный замер каждого отвала или проводят инструментальную съемку отвалов склада (тахеометрическую, мензульную или профильную).

РУЛЕТОЧНЫЙ ЗАМЕР ОТВАЛОВ

Рулеточный замер применяют при определении объемов отвалов I категории трудности и частично II (при высоте отвалов менее 5 *м*).

При этом предварительно отдельные отвалы визуально представляют имеющими правильную геометрическую форму и затем измеряют основные их размеры тесьмяной или стальной рулеткой и рейкой. При измерении высоты отсчеты округляют до полудециметров, остальные отсчеты — до дециметров.

При наличии на складе эстакад или других сооружений (с известной высотой), находящихся выше отвалов, высоту отвалов определяют измерением расстояний от этих сооружений до поверхности отвалов.

Эскизы отвалов с указанием высоты, длины, ширины и других размеров заносят в журнал замеров. Объемы подсчитывают по формулам объемов геометрически правильных тел (рис. 36—49).

Объем заполненной части бункера определяют по замеру высоты незаполненной его части. Для этого по внутренним размерам бункера подсчитывают его объем и составляют таблицу зависимости объема заполненной части от высоты незаполненной части.

Рулеточный замер отвалов рекомендуется производить независимо дважды. За результат в этом случае принимают среднее арифметическое (при допустимых расхождениях).

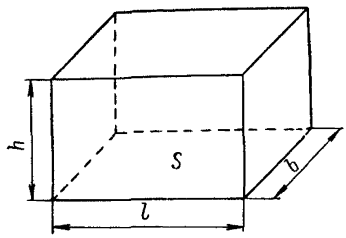


Рис. 36. Прямоугольный параллелепипед, $V = lbh = Sh$.

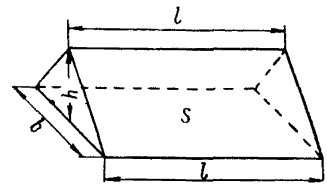


Рис. 37. Трехгранная призма, $V = \frac{lbh}{2} = \frac{Sh}{2}$; $S = lb$.

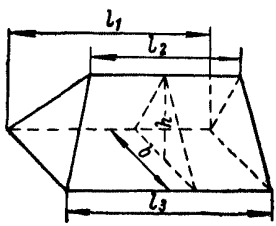


Рис. 38. Усеченная трехгранная призма, $V = \frac{1}{3}(l_1 + l_2 + l_3)\,S$; $S = \frac{bh}{2}$.

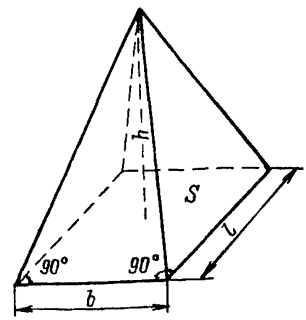


Рис. 39. Прямоугольная пирамида, $V = \frac{lbh}{3} = \frac{Sh}{3}$; $S = lb$.

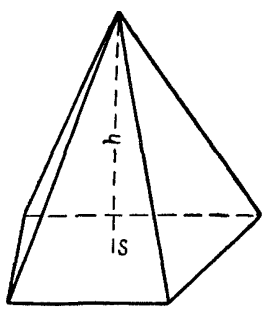


Рис. 40. Непрямоугольная пирамида, $V = \frac{Sh}{3}$. (S — в зависимости от формы основания).

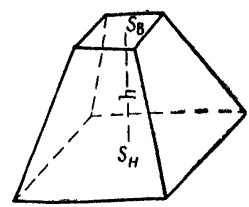


Рис. 41. Усеченная пирамида, $V = \frac{h}{3}(S_н + S_в + \sqrt{S_н S_в})$ ($S_в$, $S_н$ — площади верхнего и нижнего оснований).

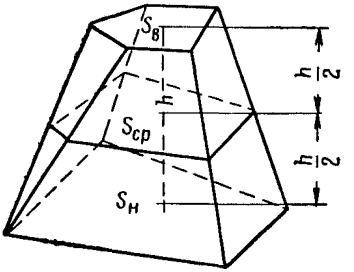


Рис. 42. Призматоид, $V=\frac{h}{6}(S_н+4S_{ср}+S_в)$ при условии $S_н \parallel S_{ср} \parallel S_в$ ($S_в$, $S_н$ — площади верхнего и нижнего оснований, $S_{ср}$ — площадь среднего сечения).

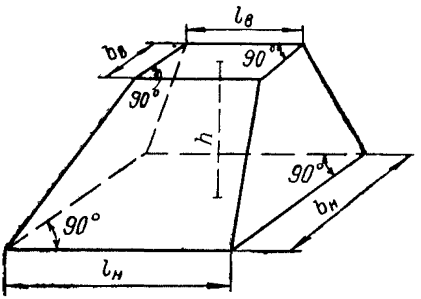


Рис. 43. Обелиск, $V=\frac{h}{6}\times$ $\times[(2l_н+l_в)\ b_н+(2l_в+l_н)\ b_в]$.

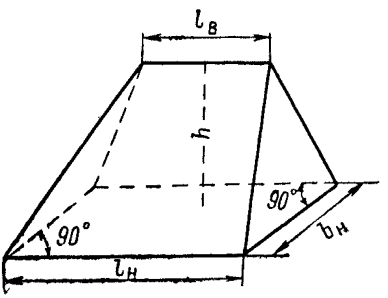


Рис. 44. Клин, $V=\frac{hb_н}{6}\times$ $\times(2l_н+l_в)$.

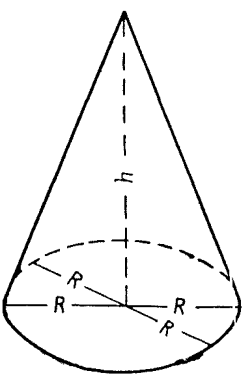


Рис. 45. Круговой конус, $V=\frac{\pi R^2 h}{3}$.

Тахеометрический и мензульный способы съемки применяют при определении объемов отвалов III категории трудности и частично II (при высоте отвалов более 5 *м*). Съемку выполняют в соответствии с требованиями параграфов 4.10—4.38 с учетом следующих изменений и дополнений.

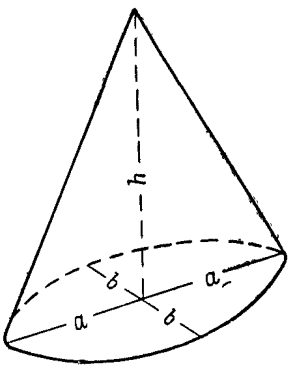


Рис. 46. Эллиптический конус, $V=\frac{\pi abh}{3}$.

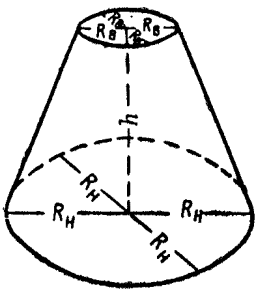


Рис. 47. Усеченный круговой конус, $V=\frac{\pi h}{3}(R_н^2+R_нR_в+R_в^2)$.

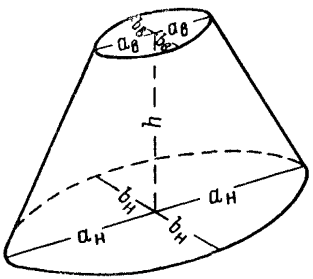


Рис. 48. Усеченный эллиптический конус,
$V=\frac{\pi h}{6}[(2a_н+a_в)b_н+(2a_в+a_н)b_в]$.

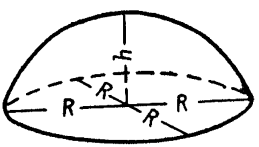


Рис. 49. Шаровой сегмент,
$V=\frac{\pi h}{6}(3R^2+h^2)$.

1. В качестве исходных пунктов для съемки используют пункты съемочной сети (основные пункты и съемочные точки). Координаты y и x пунктов определяют проложением теодолитного хода, проложением цепочек треугольников и других фигур или из засечек; координату z определяют из технического или тригонометрического нивелирования.

2. Предельные расстояния от инструмента до реечной (пикетной) точки принимают не более 60 *м*.

3. Реечные точки устанавливают на всех характерных местах поверхности отвала, но не реже чем через 6 *м*.

Обработку материалов съемки производят с учетом следующих рекомендаций.

1. При составлении плана поверхности отвала в горизонталях высоту сечения принимают в зависимости от высоты отвала, а именно: 0,25—0,50 *м*, если средняя высота отвала менее 5 *м*; 1,0 *м*, если средняя высота отвала более 5 *м*.

2. Площади горизонтальных сечений в общем случае оконтуриваются горизонталями поверхности отвала и горизонталями площадки склада. Площади измеряют планиметром. Измерение производят дважды и за результат принимают среднее арифметическое (при допустимых расхождениях).

3. Объемы отвалов подсчитывают по способу горизонтальных сечений. Исходные данные, необходимые для подсчета, и результаты подсчета записывают в журнал подсчета объемов отвалов по горизонтальным или вертикальным сечениям (см. стр. 210).

Примечание. В отдельных случаях, при весьма сложной поверхности площадки склада, объемы отвалов, съемка которых велась тахеометрическим или мензульным способом, могут быть подсчитаны по вертикальным параллельным сечениям, построенным по плану.

4. Объемы больших отвалов неправильной формы разрешается подсчитывать при помощи точечной палетки по изолиниям мощности отвалов.

5. Результаты подсчета объемов полезного ископаемого на складах округляют до трех значащих цифр.

СПОСОБ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Способ параллельных профильных линий применяют при съемке вытянутых отвалов II и III категорий трудности. Профильные линии задают перпендикулярно к направлению их протяженности; направление их определяют провешиванием, при этом в характерных местах кольями закрепляют пикетные точки. Расстояния между профильными линиями принимают равными 5—10 *м* в зависимости от сложности формы поверхности отвала. Исходными точками для съемки являются точки на концах профильных линий (не менее двух), которые закрепляют как основные пункты съемочной сети. Их координаты x, y и z определяют проложением теодолитных ходов и техническим или тригонометрическим нивелированием.

Съемка по профильным линиям состоит в измерении расстояний между пикетными точками (начиная от пунктов на концах линий)

и в определении превышений между ними. Расстояния измеряют лентой или рулеткой дважды, округляя отсчеты до дециметров; превышения определяют техническим нивелированием. Съемку разрешается выполнять также по каждой профильной линии тахеометрическим способом. Результаты измерений записывают в журнал нивелирования или в журнал тахеометрической съемки.

Профили отвала строят на чертежах с соответствующими профилями площадки склада. Пикетные точки наносят по горизонтальным расстояниям от начальной точки профильной линии и высотам точек. При построении профилей применяют равновеликие масштабы. Объем отвалов подсчитывают по способу вертикальных параллельных сечений. Площади сечений измеряют планиметром независимо дважды. За результат принимают среднее арифметическое.

Все исходные данные, необходимые для подсчета объемов, и результаты подсчета записывают в журнал подсчета объемов отвалов по горизонтальным или вертикальным сечениям.

ЖУРНАЛ
ПОДСЧЕТА ОБЪЕМОВ ОТВАЛОВ ПО ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ ИЛИ ВЕРТИКАЛЬНЫМ СЕЧЕНИЯМ

Склад_____

Шахта (карьер)_____

Комбинат_____

Номера отвалов	Номера вертикальных сечений или высоты горизонталей	Отсчеты по планиметру		Разность отсчетов	Площадь сечения S, $м^2$	Полусумма площадей соседних сечений $\frac{S_i+S_{i+1}}{2}$, $м^2$	Расстояния между горизонтальными или вертикальными сечениями, $м$	Объем V, $м^3$	Примечания и эскизы
		начальный	конечный						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									Цена одного деления планиметра при данном масштабе составляет _____

Примечание. Для крайних сечений в графе 7 выписывают половину площади сечения, а в графе 8 — среднее расстояние от крайнего сечения до начальной или конечной точки контура отвала.

ПРИЛОЖЕНИЕ 16 (к параграфу 5.4)

ТИПЫ ЦЕНТРОВ ПУНКТОВ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ НА КАРЬЕРАХ

Постоянные пункты закрепляют металлическими трубками, стержнями или железнодорожными костылями.

В мягкие породы забивают трубки или стержни длиной 1 *м*, бетонируя только верхнюю их часть (рис. 50, *а*). В скальные породы (в трещины) забивают железнодорожные костыли или закрепляют трубки и стержни цементным раствором в скважинах глубиной 10—15 *см* (рис. 50, *б*).

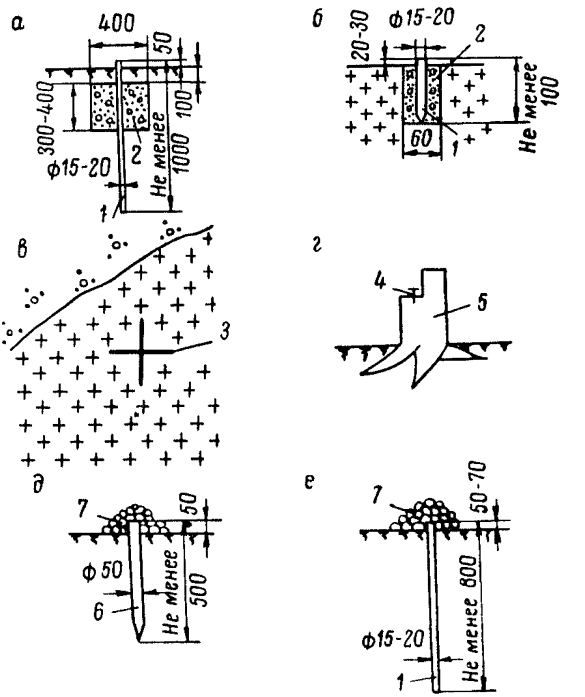


Рис. 50. Типы центров пунктов съемочной сети на открытых разработках.

а — постоянный пункт в рыхлых породах; *б* — постоянный пункт в скальных породах; *в* — временный пункт в скальных породах; *г* — временные пункты в пнях и столбах; *д*, *е* — временные пункты в рыхлых породах; *1* — металлическая труба или стержень; *2* — бетон; *3* — крестообразная насечка; *4* — железнодорожный костыль; *5* — пень или столб; *6* — деревянный кол; *7* — насыпь из камней.

Временные пункты закрепляют железнодорожными костылями в столбах или пнях (рис. 50, *г*), деревянными кольями (рис. 50, *д*), металлическими стержнями, забитыми в грунт без бетонирования (рис. 50, *е*). Центры наносят кернением или просверливанием в торце стержня отверстия диаметром приблизительно 2 *мм*; на трубках делают насечки, соответствующие двум взаимно перпендикулярным диаметрам.

В скальных породах в качестве временных пунктов применяют крестообразные насечки, помещая их на выступах породы (рис. 50, *в*).

ПРИЛОЖЕНИЕ 17 (к параграфу 5.12)

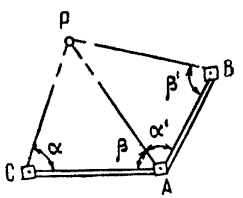
ФОРМУЛЯРЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПУНКТОВ СЪЕМОЧНОЙ СЕТИ

I. Решение прямой засечки по формулам тангенсов дирекционных углов

1. Исходные данные

Пункты	Классы	Координаты		Дирекционные углы	Измеренные углы	
		x	y			
C	4	1015,14	9,24		α	78° 35′ 30″
				79° 19′ 30″	β	54 55 30
A	4	1112,52	525,84		α'	15 59 18
				330 14 18	β'	71 50 12
B	4	1761,26	154,88			

Схема



Примечание. P — определяемый пункт.

2. Формулы

$$x_p = \frac{x_A \operatorname{tg}(AP) - x_B \operatorname{tg}(BP) + y_B - y_A}{\operatorname{tg}(AP) - \operatorname{tg}(BP)};$$

$$x_p = \frac{x_C \operatorname{tg}(CP) - x_A \operatorname{tg}(AP) + y_A - y_C}{\operatorname{tg}(CP) - \operatorname{tg}(AP)};$$

$$y_P = y_A + (x_P - x_A) \operatorname{tg}(AP);$$

$$y_P = y_B + (x_P - x_B) \operatorname{tg}(BP).$$

3. Вычисление координат пункта P

Треугольники	Пункты		Дирекционные углы				x		Тангенсы дирекционных углов		y	
1	1	A	8	(AB)	11	(BA)	4	x_A	14	$\operatorname{tg}(AP)$	5	y_A
	2	B	9	α'	12	β'	6	x_B	15	$\operatorname{tg}(BP)$	7	y_B
	3	P	10	(AP)	13	(BP)	17	x_P	16	$\operatorname{tg}(AP)-\operatorname{tg}(BP)$	18	y_P
	1	A	8	330° 14′ 18″	11	150° 14′ 18″	4	1112,52	14	—1,026529	5	525,84
	2	B	9	15 59 18	12	71 50 12	6	1761,26	15	+0,902777	7	154,88
	3	P	10	314 15 00	13	222 04 30	17	1608,36	16	—1,929306	18	16,84
2	1	C	8	(CA)	11	(AC)	4	x_C	14	$\operatorname{tg}(CP)$	5	y_C
	2	A	9	α	12	β	6	x_A	15	$\operatorname{tg}(AP)$	7	y_A
	3	P	10	(CP)	13	(AP)	17	x_P	16	$\operatorname{tg}(CP)-\operatorname{tg}(AP)$	18	y_P
	1	C	8	79° 19′ 30″	11	259° 19′ 30″	4	1015,14	14	+0,012800	5	9,24
	2	A	9	78 35 30	12	54 55 30	6	1112,52	15	—1,026529	7	525,84
	3	P	10	0 44 00	13	314 15 00	17	1608,36	16	+1,039329	18	16,84
						Среднее . . .	x_P	1608,36		Среднее . . .	y_P	16,84

«——»—————— 19— г. Вычислял ——————

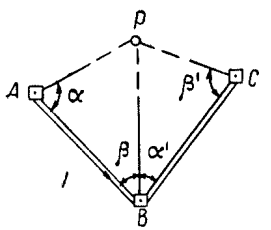
Примечание. Цифрами (1—18) указан порядок действий.

II. Решение прямой засечки по формулам котангенсов измеренных углов

1. Исходные данные

Пункты	Классы	Координаты		Измеренные углы	
		x	y		
A	4	1591,74	439,36	α	60° 14′ 13″
B	4	1061,93	1009,86	β	41 46 42
C	4	1825,17	1328,78	α'	28 00 20
				β'	55 54 58

Схема



Примечание. P — определяемый пункт.

2. Формулы

$$x_P = \frac{x_A \operatorname{ctg}\beta + x_B \operatorname{ctg}\alpha + y_B - y_A}{\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta};$$

$$x_P = \frac{x_B \operatorname{ctg}\beta' + x_C \operatorname{ctg}\alpha' + y_C - y_B}{\operatorname{ctg}\alpha' + \operatorname{ctg}\beta'};$$

$$y_P = \frac{y_A \operatorname{ctg}\beta + y_B \operatorname{ctg}\alpha - x_B + x_A}{\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta};$$

$$y_P = \frac{y_B \operatorname{ctg}\beta' + y_C \operatorname{ctg}\alpha' - x_C + x_B}{\operatorname{ctg}\alpha' + \operatorname{ctg}\beta'}$$

3. Вычисление координат пункта P

Треугольники	Пункты		Измеренные углы		x		Котангенсы углов		y	
1	1	A	7	α	2	x_A	9	ctg α	3	y_A
	4	B	8	β	5	x_B	10	ctg β	6	y_B
					12	x_P	11	ctg α + ctg β	13	y_P
	1	A	7	60° 04′ 13″	2	1591,74	9	+0,575716	3	439,36
	4	B	8	41 46 42	5	1061,93	10	+1,119291	6	1009,86
					12	1748,36	11	+1,695007	13	945,70
2	1	B	7	α'	2	x_B	9	ctg α'	3	y_B
	4	C	8	β'	5	x_C	10	ctg β'	6	y_C
					12	x_P	11	ctg α' + ctg β'	13	y_P
	1	B	7	28° 00′ 20″	2	1061,93	9	+0,676641	3	1003,86
	4	C	8	55 54 58	5	1825,17	10	+1,880287	6	1328,78
					12	1748,36	11	+2,556928	13	945,66
				Среднее . . .	x_P	1748,36		Среднее . . .	y_P	945,68

« » ———— 19— г. Вычислил ————

Примечание. Цифрами (1—13) указан порядок действий.

III. Решение обратной засечки

1. Исходные данные

Пункты	Классы	Координаты		Измеренные углы	
		x	y		
A	4	686,98	901,54	α	74° 41′ 30″
B	4	662,36	1936,94	β	79 58 51
C	4	1674,48	1941,76	γ	89 26 15
D	4	1767,42	1138,86		

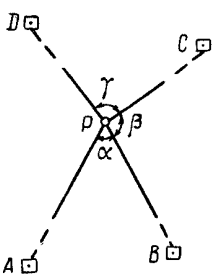
2. Формулы

$$\operatorname{tg}\theta_{\mathrm{I}}=\frac{(y_B-y_A)\operatorname{ctg}\alpha-(y_C-y_B)\operatorname{ctg}\beta+x_A-x_C}{(x_B-x_A)\operatorname{ctg}\alpha-(x_C-x_B)\operatorname{ctg}\beta-y_A+y_C}=\frac{L_{\mathrm{I}}}{M_{\mathrm{I}}};$$

$$N_1=(y_B-y_A)(\operatorname{ctg}\alpha-\operatorname{tg}\theta_{\mathrm{I}})-(x_B-x_A)(1+\operatorname{ctg}\alpha\operatorname{tg}\theta_{\mathrm{I}});\quad N_1=N_2=N;$$

$$N_2=(y_C-y_B)(\operatorname{ctg}\beta+\operatorname{tg}\theta_1)+(x_C-x_B)(1-\operatorname{ctg}\alpha\operatorname{tg}\theta_1);\quad \Delta x_B=\frac{N}{1+\operatorname{tg}^2\theta_{\mathrm{I}}};$$

Схема



$$x_P=x_B+\Delta x_B;$$

$$\Delta y_B=\Delta x_B\operatorname{tg}\theta_{\mathrm{I}}$$

$$y_P=y_B+\Delta y_B;$$

$$(x_B-x_A)+(x_C-x_B)+(x_A-x_C)=0;$$

$$(y_B-y_A)+(y_C-y_B)+(y_A-y_C)=0.$$

Примечание. Формулы представлены только для четырехугольника I (A, B, C, P); P — определяемый пункт.

3. Вычисление координат пункта P

	1	A	7	y_A	4	α	6	x_A			9	x_B	11	y_B
	2	B	10	y_B	5	β	8	x_B			33	Δx_B	35	Δy_B
	3	C	13	y_C			12	x_C			34	x_P	36	y_P
			14	$y_B - y_A$	20	$\operatorname{ctg}\alpha$	17	$x_B - x_A$	27	$1 + \operatorname{ctg}\alpha \operatorname{tg}\theta_I$	29	$\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{tg}\theta_I$	31	N_I
			15	$y_C - y_B$	21	$\operatorname{ctg}\beta$	18	$x_C - x_B$	28	$1 - \operatorname{ctg}\beta \operatorname{tg}\theta_I$	30	$\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{tg}\theta_I$	32	N_{II}
			16	$x_A - x_C$	25		19	$y_A - y_C$						
						θ_I								
Четырехугольник I			23	L_I	24	$\operatorname{tg}\theta_I$	22	M_I					26	$1 + \operatorname{tg}^2\theta_I$
	1	A	7	901,54	4	74° 41′ 30″	6	686,98			9	662,36	11	1936,94
	2	B	10	1936,94	5	79 58 57	8	662,36			33	+688,25	35	−567,66
	3	C	13	1941,76			12	1674,48			34	1350,61	36	1369,28
			14	+1035,40	20 21	+0,273725 +0,176642	17	−24,62	27	+0,774238	29	+1,098503	31	+1156,45
			15	+4,82			18	+1012,12	28	+1,145690	30	−0,648136	32	+1156,45
			16	−987,50	25	140° 29′ 06″	19	−1040,22						
			23	−704,94	24	−0,824778	22	+854,70					26	+1,680259

Продолжение

	1	*B*	7	y_B	4	β	6	x_B			9	x_C	11	y_C
	2	*C*	10	y_C	5	γ	8	x_C			33	Δx_C	35	Δy_C
	3	*D*	13	y_D			12	x_D			34	x_P	36	y_P
			14	$y_C - y_B$	20	ctg β	17	$x_C - x_B$	27	$1 + \operatorname{ctg}\beta \operatorname{tg}\theta_{II}$	29	$\operatorname{ctg}\beta - \operatorname{tg}\theta_{II}$	31	N_I
			15	$y_D - y_C$	21	ctg γ	18	$x_D - x_C$	28	$1 - \operatorname{ctg}\gamma \operatorname{tg}\theta_{II}$	30	$\operatorname{ctg}\gamma + \operatorname{tg}\theta_{II}$	32	N_{II}
			16	$x_B - x_D$			19	$y_B - y_D$						
					25	θ_{II}								
Четырехугольник II			23	L_{II}	24	$\operatorname{tg}\theta_{II}$	22	M_{II}					26	$1 + \operatorname{tg}^2\theta_{II}$
	1	*B*	7	1936,94	4	79° 58′ 57″	6	662,36			9	1674,48	11	1941,76
	2	*C*	10	1941,76	5	89 26 15	8	1674,48			33	−323,86	35	−572,48
	3	*D*	13	1133,86			12	1767,42			34	1350,62	36	1369,28
			14	+4,87	20	+0,176642	17	+1012,12	27	+1,312243	29	−1,591018	31	−1335,80
			15	−802,90	21	+0,009818	18	+92,94	28	+0,982645	30	+1,777478	32	−1335,80
			16	−1105,06			19	+798,08						
					25	60° 30′ 09″								
			23	−1096,32	24	+1,767660	22	−620,22					26	+4,124622
										Среднее	x_P	1350,61	y_P	1369,28

« » ——— 19— г. Вычислил———

Примечание. Цифрами (1—36) указан порядок действий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 18 (к параграфу 5.28)

ПОПРАВКИ ЗА КРИВИЗНУ ЗЕМЛИ И РЕФРАКЦИЮ (*d* и *f*), *м*

ТАБЛИЦА 37

d	*f*	*d*	*f*	*d*	*f*	*d*	*f*	*d*	*f*
276		1067		1483		1806		2042	
	0,01		0,08		0,15		0,22		0,28
477		1134		1533		1847		2079	
	0,02		0,09		0,16		0,23		0,29
615		1199		1582		1888		2115	
	0,03		0,10		0,17		0,24		0,30
728		1261		1629		1928		2151	
	0,04		0,11		0,18		0,25		0,31
826		1320		1675		1967		2186	
	0,05		0,12		0,19		0,26		0,32
913		1377		1720		2005		2220	
	0,06		0,13		0,20		0,27		0,33
993		1451		1763		2042		2254	
	0,07		0,14		0,21				
1067		1483		1806					

Таблица суммарных поправок в превышения за кривизну Земли и рефракцию составлена по формуле

$$f = 0{,}42\,\frac{d^2}{R},$$

где d — горизонтальное проложение расстояния до определяемого пункта при одностороннем нивелировании; R — радиус Земли, равный 6370 *км*. Поправку вводят в превышение со знаком плюс.

При значительных углах наклона поправки в превышения за кривизну Земли и рефракцию вычисляют по формуле

$$f' = \frac{f}{\cos^2 \alpha},$$

где α — угол наклона линии визирования.

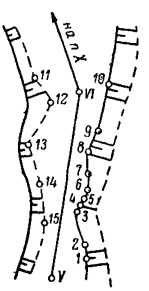
ПРИЛОЖЕНИЕ 19 (к параграфу 6.10)

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Место съемки *площадка уступа горизонта 198 м* Дата *5/V 1966 г.*

Инструмент *теодолит-тахеометр № 6007* Наблюдатель *Иванов*

Точки визирования	Отсчет по дальномеру	Отсчет по горизонтальному кругу α	Отсчет по вертикальному кругу δ'	Угол наклона δ	Горизонтальное проложение d	Превышение $h = d\,tg\,\delta + i - V$	Высоты определяемых точек H, м	Примечания и эскизы
				Станция п. VI			198,24	**КЛ** МГ = 90° 00′ $k = 100$ $c = 0.0$
				V (высота визирования) = 1,52				
				i (высота инструмента) = 1,52				
X		0° 00′						
1	46,8	201 35	90° 31′	−0° 31′	46,8	−0,41	197,83	
2	44,0	202 26	90 16	−0 16	44,0	−0,20	198,04	
3	34,5	206 22	90 43	−0 43	34,5	−0,42	197,82	
4	32,5	204 29	91 02	−1 02	32,5	−0,58	197,66	
5	31,3	204 25	91 04	−1 04	31,3	−0,59	197,65	
6	28,2	201 39	91 12	−1 12	28,2	−0,59	197,65	
7	23,7	200 25	91 05	−1 05	23,7	−0,45	197,79	
8	17,3	200 33	90 17	−0 17	17,3	−0,08	198,16	
9	11,8	186 12	90 32	−0 32	11,8	−0,11	198,13	
10	5,8	87 47	89 19	+0 41	5,8	+0,07	198,31	
11	15,5	307 32	65 45	+24 15	13,0	+5,81	204,05	
12	9,2	272 22	75 30	+14 30	8,6	+2,23	200,47	
13	22,7	244 29	72 30	+17 30	20,7	+6,51	204,75	
14	28,6	224 51	86 05	+3 55	22,7	+2,55	200,79	
15	39,2	216 08	87 19	+2 41	39,1	+1,83	200,07	
X		0 01						



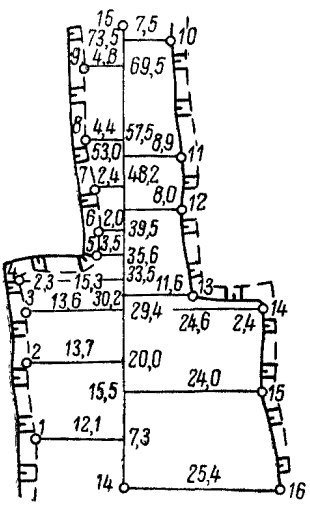
Примечание. 1—15 — реечные точки; V, VI, X — пункты съемочной сети.

ПРИЛОЖЕНИЕ 20 (к параграфу 6.20)

ЖУРНАЛ
СЪЕМКИ СПОСОБОМ ПЕРПЕНДИКУЛЯРОВ

Место съемки *площадка уступа горизонта 120 м* Дата

Съемку произвел

Эскизы с результатами линейных измерений	Нивелирование						
	Станции	Пикеты	Отсчеты по рейке, *см*			ГИ	Высоты точек *H*, *м*
			задний	передний	промежуточный		
		140	152			121,74	120,22
		1			200		119,74
		2			221		119,53
		3			243		119,31
		4			224		119,50
		5			226		119,48
		6			238		119,36
		7			240		119,34
		8			231		119,43
	I	9			235		119,39
		10			238		119,36
		11			229		119,45
		12			237		119,37
		13			240		119,34
		14			241		119,33
		15			217		119,57
		16			206		119,68
		150		242			119,32

Примечание. *1—16* — точки съемки; *140*, *150* — пункты съемочной сети.

ПРИЛОЖЕНИЕ 21 (к параграфу 8.15)

ОПТИМАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ НАИМЕНЬШИХ СТОРОН ПРЯМОУГОЛЬНОЙ СЕТКИ ДЛЯ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПЛОЩАДИ

ТАБЛИЦА 38

Россыпи со слабой изменчивостью мощности		Россыпи с сильной изменчивостью мощности	
Показатель $h\sqrt{S}$, $м^2$	Размеры сторон сетки, $м$	Показатель $h\sqrt{S}$, $м^2$	Размеры сторон сетки, $м$
40	10×10	40	5×5
100	20×10	80	10×5
160	20×20	120	10×10
400	40×20	250	20×10
600	40×40	400	20×20

Россыпи со слабой изменчивостью мощности вынимаемого слоя характеризуются плавными формами рельефа земной поверхности и поверхности плотика, выдержанной мощностью торфов и песков, однородным литологическим составом пород и равномерным оттаиванием их во время разработки россыпи, что обусловливает выемку торфов и песков слоями приблизительно одинаковой мощности.

К россыпям с сильной изменчивостью мощности вынимаемого слоя относят россыпи, характеризующиеся наличием микроформ рельефа земной поверхности и плотика, неравномерной мощностью торфов и песков и неодинаковым составом пород, наличием таликовых участков, препятствующих равномерной выемке торфов или песков. К этой же группе относят россыпи зимнего вскрытия с рыхлением торфов взрывами.

Для выбора оптимальных размеров сетки по табл. 38 поступают следующим образом:

— на основе горно-геологической характеристики по степени изменчивости мощности вынимаемого слоя россыпь относят к одной из групп;

— по проектным данным вычисляют величину показателя $h\sqrt{S}$

$$h\sqrt{S} = \frac{V}{\sqrt{S}},\ м^2,$$

где S — площадь разработки, $м^2$; V — объем вскрыши (промывки) за месяц, $м^3$; h — средняя мощность вынимаемого слоя за месяц, $м$; по величине $h\sqrt{S}$ в табл. 38 находят ближайшее меньшее табличное значение показателя и берут соответствующий ему размер сторон сетки.

Пример. Россыпь со слабой изменчивостью мощности, площадь полигона $S = 40$ тыс. $м^2$, среднемесячный объем вскрыши и промывки $V = 35$ тыс. $м^3$,

отсюда

$$h\sqrt{S} = \frac{V}{\sqrt{S}} = \frac{35\,000}{\sqrt{40\,000}} = 175\ м^2.$$

Ближайшее меньшее значение показателя $h\sqrt{S}$ по табл. 38 составляет 160 $м^2$, следовательно, оптимальный размер наименьших сторон сетки будет 20 $м$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 22 (к параграфу 8.18)

ЖУРНАЛЫ НИВЕЛИРОВАНИЯ ПЛОЩАДИ

Журнал нивелирования площади (рейка РНО)

Место работы *полигон 83*, прииск *Широкий*

Год *1964* Исполнитель *Чижов М. А.*

Пункты и пикетные точки	Высоты, *м*					
	28/V	26/VI	29/VII	16/VIII	27/VIII	30/IX
п.12	615,125	615,125	615,125	615,125	615,125	615,125
x_1						611,310
54/45	614,2	613,1	611,7	611,5	610,9	0,2
47	4,3	2,7	1,3	1,0	0,6	0,1
49	4,1	2,6	1,1	0,9	0,3	609,7
51	4,6	2,1	1,2	0,8	0,2	9,6
53	4,4	2,0	1,3	0 7	0,1	9,4
55	4,1	2,5	1,5	0,7	0,0	9,2
57	4,3	2,3	1,2	0,5	609,8	9,2
59	4,2	2,6	1,4	0,7	9,8	9,0
61	4,0	2,4	1,3	0,4	9,6	9,1
п.12	615,124	615,127	615,125	615,128	615,124	
x_1						611,312

Примечание. Через x_1 обозначают первую переходную точку хода на каждую дату нивелирования.

Журнал нивелирования площади (обычная рейка)

Место работы *полигон 76, прииск Мальдяк* Год *1965* Исполнитель *Толятников В. Г.*

Номера пунктов и пикетных точек	Отсчеты по рейке				Номера пунктов и пикетных точек	Высоты, *м*			
	28/V	26/VI	29/VII	27/VIII		28/V	26/VI	29/VII	27/VIII
П. 12 П					П. 12	678,25			
П. 12 З	1,243	0,473			П. 12, ГИ	79,493	78,723		
П. 14 П					П. 14			675,43	
П. 14 З			0,235	0,475	П. 14, ГИ			75,665	75,905
x_1 П	2,835	2,642	2,744	2,843	x_1	76,658	76,081	72,921	73,062
x_1 З	0,718	0,630	0,530	0,280	x_1, ГИ	77,376	76,711	73,451	73,342
x_2 П	2,422	2,575			x_2	74,954	74,136		
x_2 З	1,215	1,048			x_2, ГИ	76,169	75,184		
28/31	1,25	1,35	0,74	1,52	28/31	674,9	3,8	2,7	1,8
33	1,07	0,84	0,52	1,65	33	5,1	4,3	2,9	1,7
35	1 34	1,20	0,68	1,42	35	4,8	4,0	2,8	1,9
37	0,95	1,05	0,70	1,45	37	5,2	4,1	2,8	1,9
39	1,02	0,82	0,53	1,62	39	5,2	4,3	2,9	1,7
41	0,85	0,74	0,81	1,83	41	5,3	4,3	2,6	1,5
43	0,90	0,93	0,75	1,64	43	5,3	4,2	2,7	1,7
45	0,73	0,70	0,64	1,35	45	675,4	74,5	672,8	72,0
47	0,65	0,62	0,44	1,56	47	5,5	4,6	3,0	1,8
49	0,84	0,72	0,78	1,65	49	5,3	4,5	2,7	1,7
51	0,54	0,62	0,41	1,83	51	5 6	4,6	3,0	1,5
53	0,62	0,45	0,50	1,45	53	5,6	4,7	2,9	1,9

ПРИЛОЖЕНИЕ 23 (к параграфу 8.19)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРЕДНИХ РАССТОЯНИЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГОРНОЙ МАССЫ ПРИ БУЛЬДОЗЕРНО-СКРЕПЕРНОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ

Среднее расстояние транспортировки определяют по результатам съемки горных выработок и отвалов как расстояние от центра тяжести объема, соответствующего выработанному за отчетный период пространству, до места разгрузки. Если угол наклона бульдозерного пути более 3°, то определяют величину подъема или спуска (*м*).

При выемке торфов с разносом бортов по характерным профильным линиям определяют отдельно среднее расстояние перемещения торфов в пределах полигона и в пределах отвала. При выемке торфов с выездными траншеями определяют среднее расстояние транспортировки в пределах полигона d_1 и d_2 и расстояния от начала выездных траншей до центров разгрузки на отвале (точки P_1, P_2, рис. 51). При добыче песков определяют среднее расстояние до бункера промывного прибора.

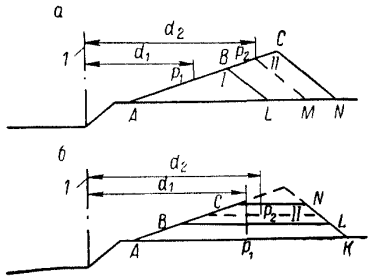


Рис. 51. Отвалы торфов.

а — укладка наклонными слоями; *б* — укладка горизонтальными слоями. *I* — слой, насыпанный в начальный период; *II* — слой, насыпанный в последующий период; *1* — граница полигона.

Среднее взвешенное расстояние транспортировки в пределах полигона определяют, пользуясь копией плана горных выработок, изготовленной для подсчета объемов. С помощью прозрачной палетки или линий, прочерченных на плане, полигон разбивают на полосы равных расстояний транспортировки шириной до 20 *м*. При выемке торфов с разносом бортов для определения расстояния транспортировки пользуются квадратной палеткой (рис. 52), совмещая одну из сторон ее с границей полигона, примыкающей к отвалу. При выемке торфов с выездными траншеями и при добыче песков для этих целей применяют круговую палетку (рис. 53), центр которой совмещают с началом выездной траншеи или бункером промывного прибора.

Среднее расстояние транспортировки вычисляют по формуле

$$d_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(d_i \sum h_i \right)}{\sum_{i=1}^{n} \left(\sum h_i \right)},$$

где Σh_i — сумма мощностей вынутого слоя для полосы или кольца палетки с номером i; d_i — расстояние от середины полосы или кольца до границы полигона или до бункера промывного прибора; n — число полос или колец.

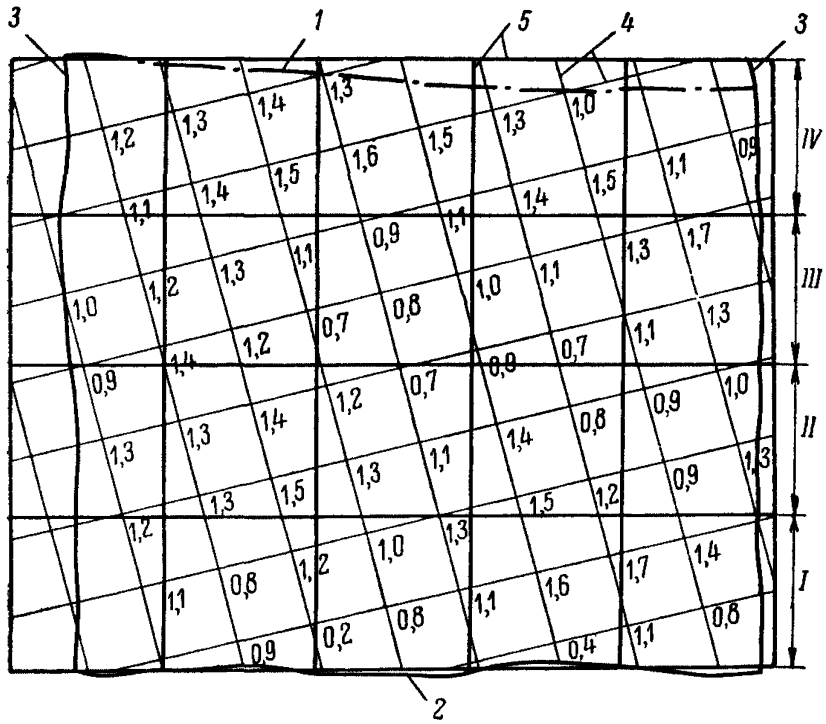


Рис. 52. Положение прямоугольной палетки при определении расстояния транспортировки.

1 — граница полигона; *2* — граница полигона, примыкающая к отвалу; *3* — граница разработки за отчетный период; *4* — прямоугольная сетка для нивелирования площади (цифрами указана мощность вынимаемого слоя в метрах); *5* — прямоугольная палетка (I, II, III, IV — полосы палетки).

Подсчет средних расстояний транспортировки

Полоса или кольцо палетки i	Сумма мощностей в полосе или кольце $\sum h_i$, *м*	Среднее расстояние полосы или кольца d_i, *м*	$d_i \sum h_i$
I	8,2	10	82
II	16,7	30	501
III	25,9	50	1295
IV	33,5	70	2345
V	17,3	90	1557
$\sum h_i = 101{,}6$ (по данным подсчета объемов)	$\sum \left(\sum h_i\right) = 101{,}6$	$d_{ср} = 57$ *м*	$\sum \left(d_i \sum h_i\right) = 5780$

Для определения расстояний транспортировки в пределах отвала и определения высоты подъема бульдозерного пути находят центры P разгрузки горной массы за отчетный период.

При укладке торфов наклонными слоями в начальный период (рис. 51, *а*) центр разгрузки P_1 находят из условия $AP_1 = \frac{2}{3}AB$. Впоследствии точку P_2 находят из условия равенства площадей пл. BP_2ML = пл. P_2CNM.

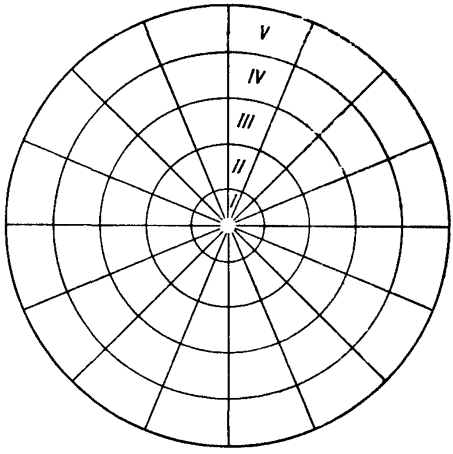


Рис. 53. Круговая палетка.
I, II, III, IV, V — кольца палетки.

При укладке торфов горизонтальными слоями (рис. 51, *б*) центры разгрузки P_1, P_2 находят как центры тяжести профильных сечений участков отвала $ABLK$, $BCNL$, насыпанных за отчетный период.

Среднее расстояние транспортировки в пределах отвала и выездных траншей по всему полигону определяют как средневзвешенное из расстояний, определенных по отдельным профильным сечениям, где в качестве весов принимают объемы горной массы, относящиеся к каждому из профильных сечений.

Общее расстояние транспортировки определяют как сумму горизонтальных расстояний в пределах полигона и в пределах отвала. Общий подъем определяют как среднюю высоту разгрузки над средней высотной отметкой поверхности полигона за отчетный период.

ПРИЛОЖЕНИЕ 24 (к параграфу 8.24)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДВЕШИВАНИЯ РЕЙКИ НАД НИЖНИМ ЧЕРПАЧНЫМ БАРАБАНОМ ДРАГИ

Устройство для подвешивания рейки над нижним черпачным барабаном драги (рис. 54) состоит из горизонтально прикрепленного к передней мачте драги над осью черпаковой рамы 10—12-метрового

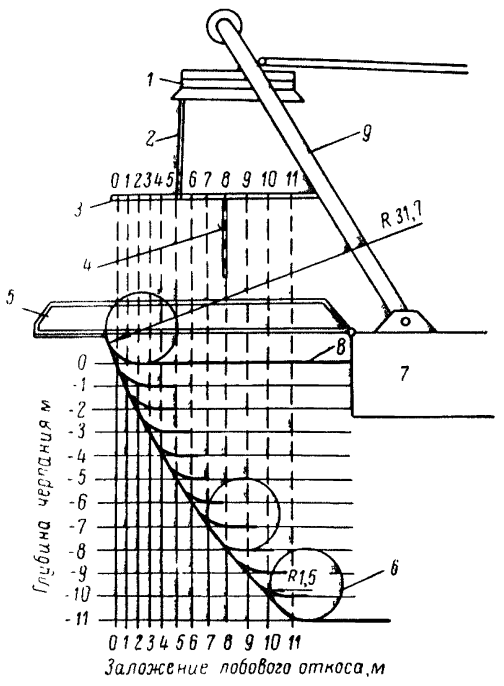


Рис. 54. Устройство для подвешивания рейки над нижним черпачным барабаном.

1 — площадка передней мачты; *2* — подвеска рейкодержателя; *3* — рейкодержатель; *4* — подвесная рейка; *5* — трап; *6* — нижний черпачный барабан; *7*— понтон; 8 — уровень воды; *9* — передняя мачта.

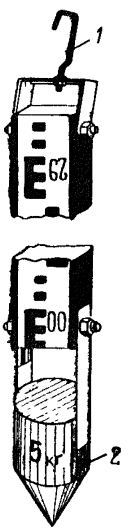


Рис. 55. Подвесная рейка.

1 — крюк; *2* — отвес.

бруска-рейкодержателя, на котором нанесена шкала заложения откоса лобового забоя при различной глубине черпания (например, через 1 *м* от уровня воды).

При съемке на рейкодержатель против деления, соответствующего глубине черпания драги, подвешивают рейку (рис. 55).

ПРИЛОЖЕНИЕ 25 (к параграфу 8.28)

КРАТКИЕ УКАЗАНИЯ К ОБРАБОТКЕ СНИМКОВ И СОСТАВЛЕНИЮ ПЛАНОВ ПРИ НАЗЕМНОЙ СТЕРЕОФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКЕ РОССЫПЕЙ

При выполнении наземной стереофотограмметрической съемки для составления планов горных выработок и подсчета объемов торфов и песков соблюдают следующие условия (помимо предусмотренных в практическом руководстве «Фототеодолитная съемка в крупных масштабах», 1970).

1. Для каждой стереопары определяют координаты трех корректурных точек, левой точки базиса съемки и длину базиса. Корректурные точки устанавливают в местах, где они могут сохраниться до конца промывочного сезона или, по крайней мере, до следующей съемки. Координаты точек определяют геодезическим путем согласно требованиям параграфа 7.6.

Между стандартно расположенными корректурными точками, обозначенными прямоугольными марками, на местности приблизительно на равных расстояниях устанавливают вспомогательные марки, обозначаемые так же, как и корректурные точки. Количество вспомогательных марок принимают при отстояниях до 400 *м* — 3—4, от 400 до 800 *м* — 6—8.

2. Особенностью обработки снимков для подсчета объемов извлеченной горной массы при малой мощности вынимаемого слоя является требование высокой точности определения мощности слоя. С этой целью принимают следующий порядок работ.

После корректуры модели, построенной по материалам съемки, выполненной в начале отчетного периода, фотограмметрически определяют высоты H (координаты z) всех марок на корректурных и вспомогательных точках. С этой целью, вращая ножной диск стереоавтографа, три-четыре раза совмещают измерительную марку прибора с верхним срезом каждой вспомогательной и корректурной точки.

Для каждой марки вычисляют среднее значение высоты H_i, выписывают это значение на план или в журнал и вычисляют значение условного горизонта H_0 по формуле

$$H_0 = \frac{\sum H_i}{n},$$

где n — число корректурных точек и вспомогательных марок.

Затем определяют высоты пикетных точек по вершинам прямоугольной сетки или по профильным линиям, предварительно построенным на плане. Высоты марок округляют до сантиметров, пикетных точек — до дециметров.

По стереопаре, снятой с того же базиса в конце отчетного периода, вновь определяют значение условного горизонта H_0^1 по формуле

$$H_0^1 = \frac{\sum H_i^1}{n}.$$

Далее вычисляют поправку в условный горизонт:

$$\delta H = H_0 - H_0^1.$$

Измерительную марку левого микроскопа совмещают с крестом или горизонтальным штрихом на опорном стекле снимкодержателя, со счетчика высот снимают отсчет H и затем, вращая ножной диск, устанавливают отсчет $H^1 = H + \delta H$. Сход измерительной марки по высоте относительно наблюдаемой точки устраняют с помощью компенсаторов смещения объектива, после чего определяют высоты пикетных точек в тех же местах, где они определялись по снимкам в начале отчетного периода.

Дальнейшую работу по составлению плана горных выработок и подсчет объемов производят по обычной методике.

ПРИЛОЖЕНИЕ 26 (к параграфам 9.14; 9.15; 9.19)

КОНСТРУКЦИЯ ЦЕНТРОВ ПУНКТОВ И РЕПЕРОВ ПОДЗЕМНЫХ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ОПОРНОЙ И СЪЕМОЧНОЙ СЕТЕЙ

ПОСТОЯННЫЕ ПУНКТЫ

1. Центр пункта, закладываемый в подошве выработки, представляет собой металлический штырь диаметром 25—30 *мм* и длиной от 200 до 700 *мм*, зазубренный или загнутый в нижней части в виде крючка, бетонируемый в подошве выработки. В головке штыря высверливают отверстие, наносят керн или крестообразную насечку, фиксирующие центр пункта. Для большей сохранности центра рекомендуется в головку запрессовывать медную пробку диаметром 5—10 *мм* и на ней насекать центр. Центры трех видов, закладываемые в подошве выработки, показаны на рис. 56.

2. Центр, закладываемый в кровле выработки, представляет собой прорезь или отверстие, просверленное непосредственно в нижней части металлического стержня или в запрессованной в него медной (свинцовой) пробке; стержень бетонируют или забивают в пробку (рис. 57). Вместо стержня применяют специальные металлические детали, показанные на рис. 58.

3. Центры, закладываемые в боках выработки, представлены на рис. 59. На рис. 59, *а* показаны литая деталь *1* с запрессованной в нее втулкой *2* из нержавеющей стали и пробка *3*, закрывающая отверстие втулки, когда центром не пользуются. Эту деталь бетонируют в боку выработки.

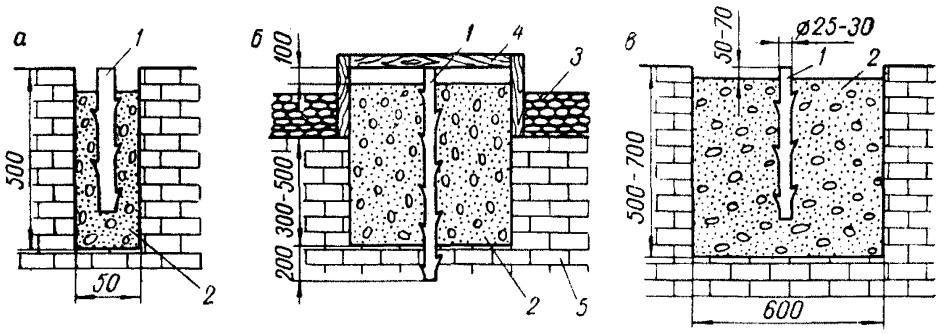


Рис. 56. Центры пунктов в подошве выработки в крепких породах (*а*), в обводненной выработке (*б*) и в слабых породах (*в*).

1 — металлический стержень; *2* — бетон; *3* — куски породы; *4* — деревянная крышка; *5* — породы (известняки).

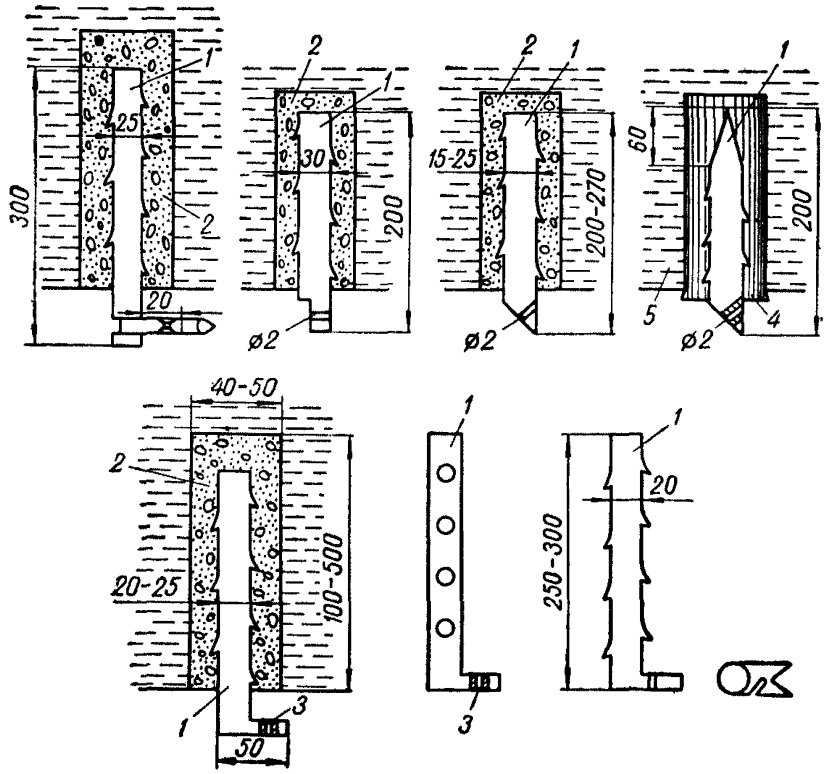


Рис. 57. Центры пунктов в кровле выработки, бетонируемые в шпурах.

1 — металлический стержень; *2* — бетон; *3* — медная или свинцовая пробка; *4* — деревянная пробка; *5* — породы (сланцы).

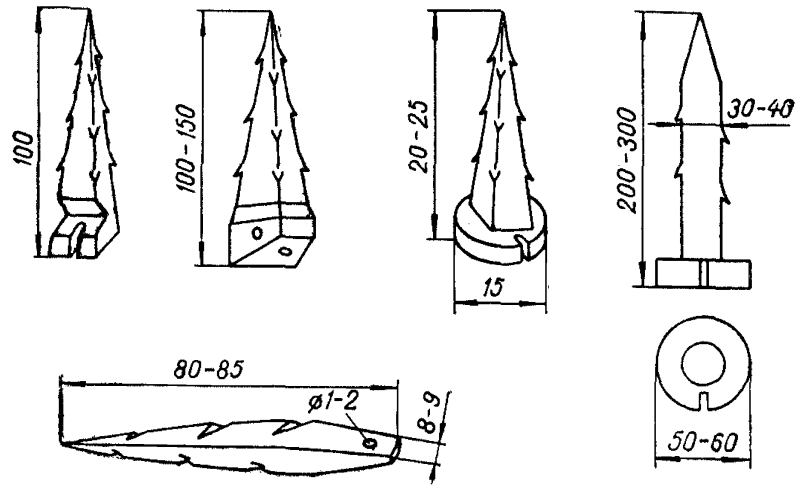


Рис. 58. Центры пунктов в кровле выработок, закрепляемые различными способами.

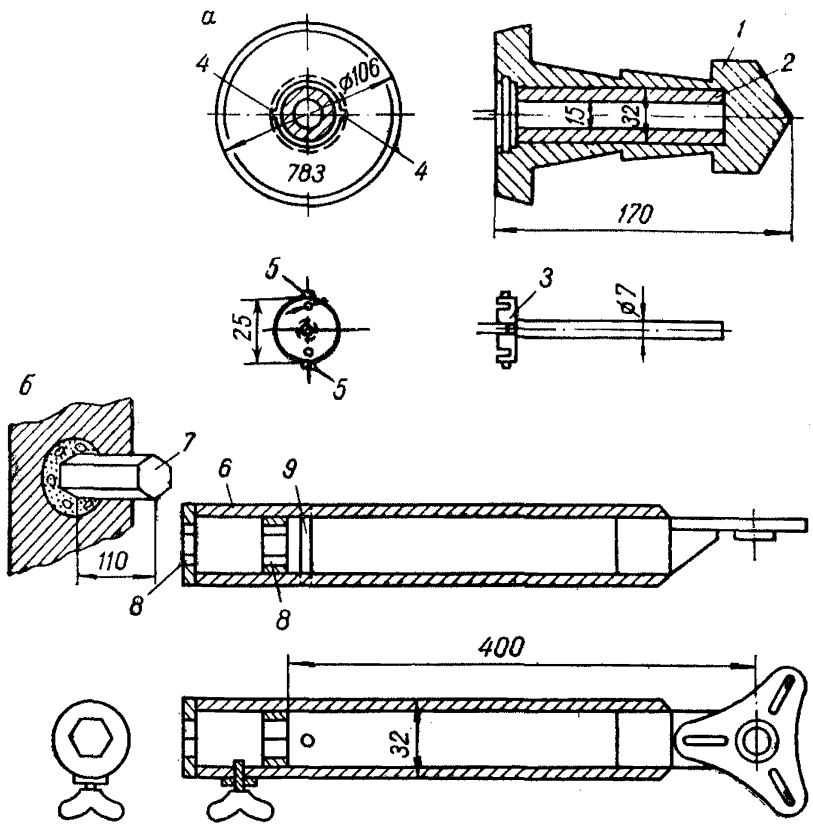


Рис. 59. Центры пунктов, закладываемые в боках выработки.

а — со штангой, стержень которой входит во втулку литой детали; *б* — со штангой, надеваемой на шестигранный металлический стержень.

В полный комплект центра, кроме того, входит переносная штанга, изготовленная из стальной или дюралюминиевой трубки диаметром 35—40 *мм*. Один конец штанги заканчивается стержнем, который при

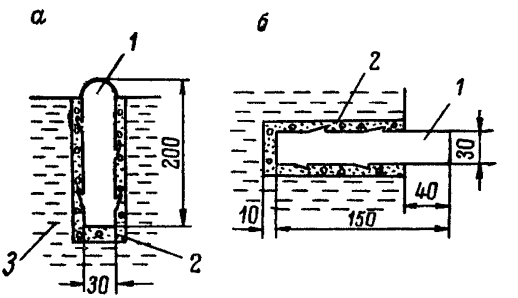


Рис. 60. Реперы в горных выработках.

а — в подошве выработки; *б* — в боку выработки; *1* — металлический стержень; *2* — бетон; *3* — породы (сланцы).

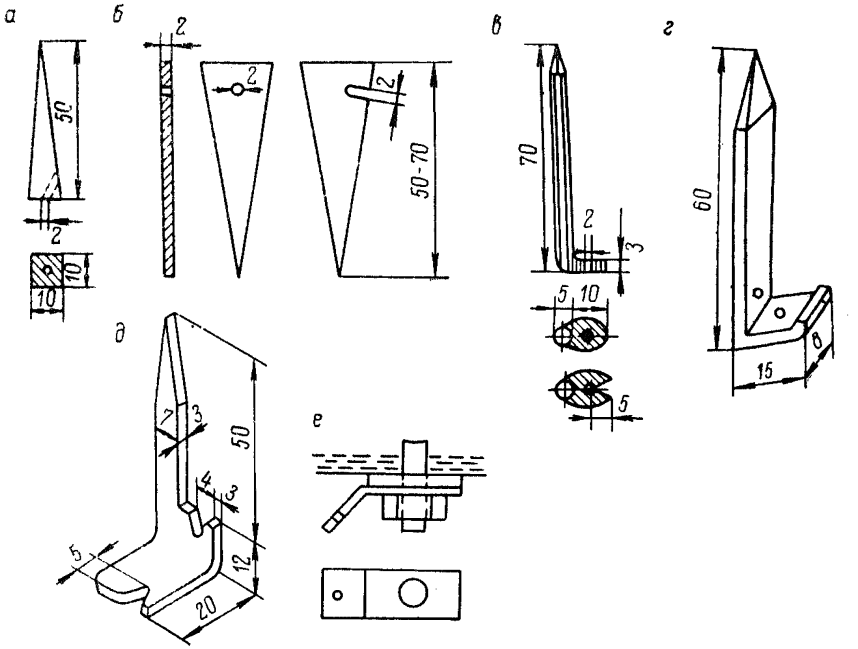


Рис. 61. Центры временных пунктов.

установке ее в рабочее положение входит во втулку *2*. На другом конце штанги к трубке жестко прикреплена площадка, на которой с помощью закрепительного винта все время в одном и том же положении устанавливают подъемный аппарат (трегер) инструмента (теодолита или визирной марки). Для установки штанги в определенное положение на лицевой стенной части центра имеются вырезы *4*,

а на штанге (и на пробке) — выступы *5*. Общая длина штанги 500—600 *мм*.

На рис. 59, *б* показан центр, штангу *6* которого надевают на шестигранный металлический стержень 7, забетонированный в боку выработки. Для фиксации штанги в определенном положении на конце ее имеются две вставки *8* с шестигранными отверстиями и ограничительная шпилька *9*.

4. Специальные реперы, закладываемые в выработках, представляют собой металлические стержни, бетонируемые в шпуры (рис. 60).

ВРЕМЕННЫЕ ПУНКТЫ

Центры для временных пунктов, изображенные на рис. 61, предназначены для выработок с различной крепью и без крепи, а именно:

— без крепи с достаточно крепкими и вязкими породами кровли центр закрепляют непосредственно в породах кровли (рис. 61, *а*) и в деревянных пробках, забитых в шпуры (рис. 61, *в*);

— с деревянной крепью (рис. 61, *б*);

— с металлической или штанговой крепью (рис. 61, *е*);

— в выработках с деревянной крепью и без крепи (рис. 61, *г*, *д*).

СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЦЕНТРОВ

Для закрепления центров применяют следующие способы:

— закрепление в котлованах или шпурах с помощью цементного раствора, бетона или деревянных пробок;

— закрепление с помощью цементного раствора (без шпуров);

— закрепление с помощью пистолетов, аналогичных пистолетам, применяемым при монтажных работах.

Закрепление в котлованах или шпурах достаточно ясно из рис. 56 и 57.

Для закрепления центров в подошве используют бетон в пропорции 1 : 2 : 4 (на одну часть цемента берут две части песка и четыре части гравия или щебенки).

Для закрепления центров в обводненных породах употребляют бетон состава: 1 часть быстросхватывающегося цемента, 1 часть песка и 1 часть щебенки.

Центры в кровле закрепляют с помощью цементного раствора в пропорции 1 : 2 (на одну часть цемента берут две части сухого песка); воды добавляют не более 0,7 части.

Время затвердевания, при котором обеспечивается 50% прочности, для цементного раствора составляет двое суток, а для бетона — двое-трое суток. При применении быстросхватывающегося цемента бетон или цементный раствор приобретает 50% прочности через 3 *ч*.

Пробки для забивки в шпуры делают из березы или дуба.

При бесшпуровом способе закрепления центр укрепляют в кровле выработки путем бетонирования быстросхватывающимся цементом.

Центр представляет собой забетонированный металлический стержень *1* (рис. 62) с приваренной к его концу пластинкой *2*. Для лучшего схватывания с бетоном в пластинке имеются сквозные отверстия *3* диаметром 15—20 *мм*.

Перед цементированием место закрепления центра зачищают и обмазывают жидким цементно-песчаным раствором.

В невысоких выработках центры закрепляют без опалубки (рис.62, *а*, *б*), а в высоких выработках применяют специальную опалубку в виде воронки (рис. 62, *в*). Дно воронки представляет собой круглую деревянную пластинку *4*, а ее боковые стенки *5* — полосы из резиновой ленты толщиной около 5 *мм*. В воронку вставляют стержень

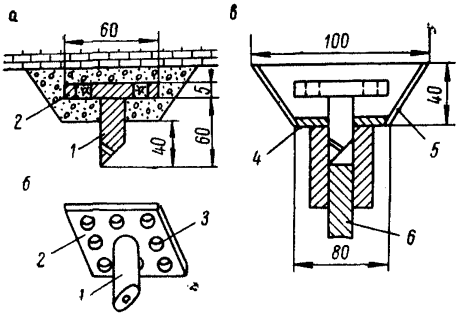


Рис. 62. Центр пункта, закрепляемого без шпура.

а, *б* — без опалубки; *в* — с опалубкой.

и заливают цементный раствор, после чего прижимают воронку к кровле выработки и придерживают ее распорной штангой *6* до схватывания цемента. С целью облегчить отделение опалубки от затвердевшего цементного раствора в нее вставляют бумажную прокладку.

С помощью пистолета центры можно закреплять во всех видах деревянной крепи, в бетоне и в осадочных породах. Пистолет имеет длину 35 *см* и весит 3 *кг*. Он снабжен двумя сменными стволами, позволяющими закреплять штыри диаметрами 6 и 10 *мм*. Для предупреждения возможного разбрасывания осколков на конец ствола надевают специальный защитный колпак. На закрепленный таким образом штырь можно навинчивать различные сменные детали — головку со штифтом, на которую с помощью карданного шарнира навешивают жесткий отвес, центрировочную цапфу для подвесного теодолита, головку для створного отвеса, головку для закрепления ленты, головку для базисной рейки или для стойки, на которой укрепляют теодолит.

ПРИЛОЖЕНИЕ 27 (к параграфу 9.38)

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ГИРОСКОПИЧЕСКОМ ОРИЕНТИРОВАНИИ СТОРОН МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ОПОРНОЙ И СЪЕМОЧНОЙ СЕТЕЙ

Пуск *76*

Точка установки *V*

Точка визирования *VI*

Включен *13 ч 29 мин*

Выключен *13 ч 43 мин*

Наблюдатель *Сергеев И. И.*

Дата *11 марта 1970 г.*

Угол приведения

Начальный отчет *46°*

15°

Конечный отчет *31°*

1. Положение равновесия колебаний ЧЭ

Точки реверсии	Время			Положение равновесия ЧЭ						Нуль подвеса	
				отсчеты N_1, N_2, N_3, N_4			промежуточные средние N_0', N_0''			отсчеты n_1, n_2, n_3, n_4	промежуточные средние n_0', n_0''
	ч	*мин*	*сек*	°	′	″	°	′	″	деления	деления
1	13	32	30	8	16	36				21,2	
2		35	30	10	22	12	9	19	27	69,7	45,7
3		38	30	8	16	48		19	21	22,2	45,9
4		41	30	10	21	36				69,5	
		N_0					9	19	24	n_0	45,8

2. Примычное направление

	°	′	″		°	′	″	Примычное направление $N = 4° 14' 10''$	$V = 11{,}4$ *в*
	4	14	12		4	13	54		
		14	24			14	12		
N'	4	14	18	N''	4	14	03		

3. Поправка за закручивание

			°	′	″		°	′	″
n_0	45,8	$N'_к$	9	49	36	$\psi_т$	−0	03	38
$n_к$	50,0	$N''_к$	9	49	30	$\psi_к$	+0	30	09
$n_0 - n_к$	−4,2	$N_к$	9	49	33	$\psi_т + \psi_к$	+0	26	31
t	52″	N_0	9	19	24	D		20,2	
$\psi_т$	−3′ 38″	$\psi_к$	+0	30	09	ε	+0	01	19

4. Гироскопический азимут

	°	′	″
N	4	14	10
N_0	9	19	24
$N - N_0$	354	54	46
ε	+	1	19
Γ	354	56	05

Страница журнала наблюдений при гироскопическом ориентировании содержит четыре формуляра:

1) определения положения равновесия прецессионных и свободных колебаний ЧЭ;
2) измерения примычного направления;
3) вычисления поправки за закручивание;
4) вычисления гироскопического азимута.

Перед началом пуска в заглавной части страницы журнала записывают номер пуска, точки установки гирокомпаса и визирования, фамилию наблюдателя и дату проведения пуска.

Формуляры заполняют в следующем порядке (в скобках указаны номера формуляров):

— записывают начальный отсчет для вычисления угла приведения;

— записывают отсчет $n_к$ по шкале автоколлимационной трубы, соответствующий положению неподвижного биссектора при определении нуля подвеса (3);

— записывают отсчеты n_1, n_2 и n_3, соответствующие первым трем точкам реверсии свободных колебаний (1);

— вычисляют промежуточное среднее n_0' по первым трем точкам реверсии свободных колебаний (1);

— берут отсчет n_4, соответствующий четвертой точке реверсии свободных колебаний;

— вычисляют второе промежуточное среднее n_0'' по последним трем точкам реверсии свободных колебаний (1);

— вычисляют нуль подвеса n_0 (1);

— переписывают значение n_0 в формуляр (3);

— вычисляют разность $n_0 - n_к$ (3);

— записывают цену деления t шкалы автоколлимационной трубы (3);

— вычисляют угол $\psi_т$ (3);

— переписывают угол $\psi_т$ в третий столбец (3);

— записывают время включения гирокомпаса;

— записывают время и отсчет N_1, соответствующий первой точке реверсии прецессионных колебаний (1);

— записывают время, соответствующее 2, 3, 4-й точкам реверсии (1);

— записывают при двух положениях круга примычное направление N' (2);

— записывают отсчет N_2, соответствующий второй точке реверсии (1);

— записывают ориентирное направление $N_к'$ (3);

— записывают отсчет N_3, соответствующий третьей точке реверсии (1);

— вычисляют промежуточное среднее N_0' по первым трем точкам реверсии (1);

— записывают при двух положениях круга примычное направление N'' (2);

— вычисляют среднее (из двух) значение N примычного направления (2);

— переписывают значение N в формуляр (4);

— записывают отсчет N_4, соответствующий четвертой точке реверсии (1);

— записывают ориентирное направление $N_к''$ (3);

— записывают напряжение батареи V (2);

— вычисляют второе промежуточное среднее N_0'' по трем последним точкам реверсии (1);

— записывают время выключения гирокомпаса;

— вычисляют среднее значение ориентирного направления $N_к$ (3);

— вычисляют отсчет N_0, соответствующий положению равновесия ЧЭ (1);

— переписывают отсчет N_0 в формуляры (3) и (4);
— вычисляют разность $N - N_0$ (4);
— вычисляют угол $\psi_к$ (3);
— переписывают угол $\psi_к$ в третий столбец (3);
— вычисляют угол закручивания $\psi_т + \psi_к$ (3);
— записывают добротность D (3);
— вычисляют поправку ε за закручивание (3);
— переписывают поправку ε в формуляр (4);
— вычисляют гироскопический азимут Γ (4);
— записывают конечный отсчет для вычисления угла приведения;
— вычисляют угол приведения;
— вычисляют продолжительность пуска.

Вычисления производят по следующим формулам:

$$n'_0 = \frac{n_1 + 2n_2 + n_3}{4}; \quad n''_0 = \frac{n_2 + 2n_3 + n_4}{4}; \quad n_0 = \frac{n'_0 + n''_0}{2};$$

$$N'_0 = \frac{N_1 + 2N_2 + N_3}{4}; \quad N''_0 = \frac{N_2 + 2N_3 + N_4}{4}; \quad N_0 = \frac{N'_0 + N''_0}{2};$$

$$\psi_т = (n_0 - n_к)\, t; \quad \psi_к = N_к - N_0; \quad \varepsilon = \frac{\psi_к + \psi_т}{D}; \quad \Gamma = N - N_0 + \varepsilon.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 28 (к параграфу 9.38)

ФОРМУЛЯРЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДИРЕКЦИОННЫХ УГЛОВ ПРИ ГИРОСКОПИЧЕСКОМ ОРИЕНТИРОВАНИИ СТОРОН ПОДЗЕМНОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ОПОРНОЙ И СЪЕМОЧНОЙ СЕТЕЙ

Пример 1 (исходные данные в журнале наблюдений № 2)

1. Вычисление поправки гирокомпаса $\delta_м$

Исходные стороны	Шх2—Терикон			Шх2—Терикон			Шх2—Терикон			Шх2—Терикон			Шх2—Терикон		
Пуски	74,77			78,81			82,87						88,91		
	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
Γ'_0	14	18	18	14	18	23	14	18	06				14	17	00
Γ''_0	14	18	42	14	17	43	14	19	00				14	17	50
Γ_0	14	18	30	14	18	03	14	18	33				14	17	25
α_0	14	48	45	14	48	45	14	48	45				14	48	45
Γ_0	14	18	30	14	18	03	14	18	33				14	17	25
$\delta_м$	+0	30	15	+0	30	42	+0	30	12				+0	31	20

2. Вычисления разности сближения меридианов δ_γ

Пункты	Шх2, V		Шх2, VIII		Шх2, 48		Шх2, 54		Шх2, 110	
y_0	+	47,2	+	47,2	+	47,2	+	47,2	+	47,2
y	+	47,8	+	48,0	+	46,1	+	45,7	+	49,4
$y_0 - y$	−	0,6	−	0,8	+	1,1	+	1,5	−	2,2
μ		36,5		36,5		36,5		36,5		36,5
δ_γ	−	0′ 22″	−	0′ 29″	+	0′ 40″	+	0′ 55″	−	1′ 20″

3. Вычисление дирекционных углов α

Стороны	V—VI			VIII—IX			48—49			54—55			110—111		
Пуски	75,76			79,80			83,84			85,86			89,90		
	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
Γ'	354	56	55	2	18	18	168	14	24	170	33	58	358	58	40
Γ''		56	05		18	30		13	56		33	10		59	44
Γ	354	56	30	2	18	24	168	14	10	170	33	34	358	59	12
$\delta_м$	+0	30	15	+0	30	42	+0	30	12	+0	30	12	+0	31	20
$\Gamma + \delta_м$	355	26	45	2	49	06	168	44	22	171	03	46	359	30	32
δ_γ	−	0	22	−	0	29	+	0	40	+	0	55	−	1	20
α	355	26	23	2	48	37	168	45	02	171	04	41	359	29	12
M_α	±	0	28	±	0	21	±	0	30	±	0	30	±	0	41

Страница журнала вычислений дирекционных углов при гироскопическом ориентировании сторон маркшейдерской опорной и съемочной сетей для случая независимого определения поправки (пример 1) состоит из трех формуляров;

1) вычисления поправки гирокомпаса;
2) вычисления разностей сближения меридианов;
3) вычисления дирекционных углов.

Записи и вычисления в журнале ведут последовательно, в соответствии с указанными номерами формуляров (в скобках даны номера формуляров и через тире номера их строк):

— указывают исходную сторону (1—1);

— указывают номера пусков на земной поверхности (1—2);

— выписывают из журнала наблюдений значения Γ_0' и Γ_0'' гироскопического азимута исходной стороны (1—3 и 4);

— вычисляют среднее значение Γ_0 гироскопического азимута исходной стороны (1—5);

— выписывают из материалов маркшейдерского отдела дирекционный угол α_0 исходной стороны (1—6);

— переписывают значение Γ_0 из строки 5 в строку 7 (1);

— вычисляют поправку гирокомпаса $\delta_м$ (1—8);

— указывают пункты, на которых был установлен гирокомпас на земной поверхности и в шахте (2—1);

— выписывают определяемые графически (по плану) ординаты (*км*) точек установки y_0 и y гирокомпаса на земной поверхности и в шахте (2—2 и 3);

— вычисляют разность ординат $y_0 - y$ (2—4);

— выписывают из табл. 39 коэффициент μ, соответствующий абсциссе x или широте B (2—5);

— вычисляют поправку δ_γ за разность сближения меридианов (2—6);

— указывают ориентируемые стороны (3—1);

— указывают номера пусков при работе в шахте (3—2);

— выписывают из журнала наблюдений два значения Γ' и Γ'' гироскопического азимута ориентируемых сторон (3—3 и 4);

— вычисляют среднее значение Γ гироскопического азимута ориентируемой стороны (3—5);

— выписывают из формуляра (1—8) поправку $\delta_м$ гирокомпаса в формуляр (3—6);

— вычисляют сумму $\Gamma + \delta_м$ (3—7);

— выписывают из формуляра (2—6) поправку δ_γ в формуляр (3—8);

— вычисляют дирекционный угол α ориентируемой стороны (3—9);

— вычисляют ошибку M_α ориентирования (3—10).

В случае, когда в шахте были определены гироскопические азимуты, например, двух сторон (колонки 3 и 4), поправку принимают одинаковой при вычислении дирекционных углов обеих сторон (48—49 и 54—55).

Вычисления производят по следующим формулам:

$$\Gamma_0 = \frac{\Gamma_0' + \Gamma_0''}{2}; \quad \Gamma = \frac{\Gamma' + \Gamma''}{2};$$

$$\delta_м = \alpha_0 - \Gamma_0; \quad \alpha = \Gamma + \delta_м + \delta_\gamma;$$

$$\delta_\gamma = \mu (y_0 - y); \quad M_\alpha = \pm \frac{1}{2} \sqrt{d_0^2 + d^2};$$

$$d_0 = \Gamma_0' - \Gamma_0''; \quad d = \Gamma' - \Gamma''.$$

Значения коэффициента μ для вычисления разности δ_γ плоских сближений меридианов

x, км	μ, сек/км	B °	B ′	x, км	μ, сек/км	B °	B ′	x, км	μ, сек/км	B °	B ′
3800	22,00	34	19	5800	41,73	52	19	6900	61,14	62	12
850	22,38	34	46	850	42,42	52	46	925	61,70	62	25
900	22,75	35	13	900	43,11	53	13	950	62,32	62	39
950	23,13	35	40	950	43,83	53	40	975	62,90	62	52
4000	23,53	36	07	6000	44,56	54	07	7000	63,54	63	06
050	23,91	36	34	025	44,94	54	21	025	64,14	63	19
100	24,30	37	01	050	45,30	54	34	050	64,79	63	33
150	24,70	37	28	075	45,69	54	48	075	65,41	63	46
200	25,11	37	55	100	46,06	55	01	100	66,09	64	00
4250	25,52	38	22	125	46,47	55	15	125	66,73	64	13
300	25,93	38	49	150	46,84	55	28	150	67,43	64	27
350	26,35	39	16	175	47,22	55	41	175	68,09	64	40
400	26,78	39	43	200	47,64	55	55	200	68,81	64	54
450	27,21	40	10	225	48,03	56	08	225	69,50	65	07
4500	27,64	40	37	6250	48,45	56	22	7250	70,19	65	20
550	28,09	41	04	275	48,85	56	35	275	70,95	65	34
600	28,53	41	31	300	49,29	56	49	300	71,67	65	47
650	28,99	41	58	325	49,70	57	02	325	72,46	66	01
700	29,45	42	25	350	50,15	57	16	350	73,20	66	14
4750	29,92	42	52	375	50,56	57	29	375	74,02	66	28
800	30,39	43	19	400	51,02	57	43	400	74,79	66	41
850	30,88	43	46	425	51,45	57	56	425	75,63	66	55
900	31,36	44	13	450	51,92	58	10	450	76,43	67	08
950	31,86	44	40	475	52,36	58	23	475	77,31	67	22
5000	32,37	45	07	6500	52,84	58	37	7500	78,14	67	35
050	32,88	45	34	525	53,29	58	50	525	78,99	67	48
100	33,40	46	01	550	53,75	59	03	550	79,92	68	02
150	33,93	46	28	575	54,25	59	17	575	80,80	68	15
200	34,47	46	55	600	54,72	59	30	600	81,76	68	29
5250	35,01	47	22	625	55,24	59	44	625	82,68	68	42
300	35,57	47	49	650	55,72	59	57	650	83,68	68	56
350	36,14	48	16	675	56,25	60	11	675	84,63	69	09
400	36,71	48	43	700	56,74	60	24	700	85,68	69	23
450	37,30	49	10	725	57,28	60	38	725	86,67	69	36
5500	37,90	49	37	6750	57,79	60	51	7750	87,77	69	50
550	38,51	50	04	775	58,35	61	05	775	88,80	70	03
600	39,13	50	31	800	58,88	61	18	800	89,86	70	16
650	39,76	50	58	825	59,45	61	32				
700	40.40	51	25	850	59,99	61	45				
5750	41,06	51	52	875	60,54	61	58				

Пример II (исходные данные в журнале наблюдений № 4)

1. Вычисление контрольного значения поправки гирокомпаса $\delta_к$

Исходные стороны	Шх8—Перевал			Шх8—Перевал			Шх8—Перевал			Шх8—Перевал			Шх8—Перевал		
Пуски	114			117			120			123			128		
	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
Γ'_0															
Γ''_0															
Γ_0															
α_0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Γ_0	13	29	32	13	29	26	13	28	50	13	29	02	13	29	40
$\delta_к$	−1	17	20	−1	17	14	−1	16	38	−1	16	50	−1	17	28

2. Вычисление разностей сближения меридианов δ_γ

Пункты	Шх8, Rp2		Шх8, Rp6		Шх8, Rp12		Шх8, Rp17		Шх8, Rp11		Шх8, Rp15	
y_0	+	18,8	+	18,8	+	18,8	+	18,8	+	18,8	+	18,8
y	+	19,4	+	17,3	+	16,8	+	22,1	+	20,0	+	19,1
$y_0 - y$	−	0,6	+	1,5	+	2,0	−	3,3	−	1,2	−	0,3
μ		40,2		40,2		40,2		40,2		40,2		40,2
δ_γ	−	0′ 24″	+	1′ 00″	+	1′ 20″	−	2′ 13″	−	0′ 48″	−	0′ 12″

3. Вычисление дирекционных углов α

Стороны	Rp2—Rp3			Rp6—Rp8			Rp12—Rp14			Rp17—Rp19			Rp11—Rp13			Rp15—Rp19		
Пуски	112, 113			115, 116			118, 119			121, 122			124, 125			126, 127		
	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″	°	′	″
Γ'	94	14	04	210	10	30	200	00	30	20	20	16	14	48	18	34	34	16
Γ''		14	58		11	36		00	02		19	02		49	02		34	00
Γ	94	14	31	210	11	03	200	00	16	20	19	39	14	48	40	34	34	08
δ	—1	17	00	—1	17	02	—1	16	59	—1	16	58	—1	17	01	—1	17	01
$\Gamma+\delta$	92	57	31	208	54	01	198	43	17	19	02	41	13	31	39	33	17	07
δ_γ	—	0	24	+	1	00	+	1	20	—	2	13	—	0	48	—	0	12
α	92	57	07	208	55	01	198	44	37	19	00	28	13	30	51	33	16	55
M_α	±	0	29	±	0	34	±	0	16	±	0	38	±	0	23	±	0	11

Вычислил *С. И. Иванов*
(подпись)
11 октября 1970 г.

4. Вычисление рабочей поправки гирокомпаса $\frac{МВТ2}{\text{(марка)}}$ № 27

Исходная сторона *Шх8 — Перевал*

$$y_0 = +18{,}8$$

$$\left(\delta = \delta' + \frac{\delta_к - \delta'}{n}\right)$$

Дата	№ п/п	Контрольная поправка $\delta_к$			Рабочая (средняя) поправка δ'			$\delta_к - \delta'$
		°	′	″	°	′	″	″
28/IX	1				—1	17	30	
28/IX	2				—1	16	53	
28/IX	3				—1	17	05	
29/IX	4				—1	16	24	

Продолжение приложения 28

Дата	№ п/п	Контрольная поправка $\delta_к$			Рабочая (средняя) поправка δ'			$\delta_к - \delta'$
		°	′	″	°	′	″	″
29/IX	5				—1	16	48	
29/IX	6	—1	17	20	—1	16	56	—24
1/X	7	—1	17	14	—1	17	00	—14
5/X	8	—1	16	38	—1	17	02	+24
7/X	9	—1	16	50	—1	16	59	—9
10/X	10	—1	17	28	—1	16	58	—30
					—1	17	01	

Две страницы журнала вычислений дирекционных углов при гироскопическом ориентировании сторон маркшейдерских опорной и съемочной сетей для случая предварительного многократного определения поправки с последующими контрольными ее определениями (пример II) состоят из четырех формуляров:

1) вычисления контрольного значения поправки гирокомпаса;
2) вычисления разностей сближения меридианов;
3) вычисления дирекционных углов;
4) вычисления рабочей поправки (помещают на отдельной странице).

Записи и вычисления в журнале ведут в следующем порядке (в скобках указаны номера формуляров и через тире номера их строк);

— указывают исходную сторону (1—1);

— указывают номера пусков на земной поверхности (1—2);

— указывают марку и номер гирокомпаса, исходную сторону и величину Y_0 точки установки гирокомпаса на земной поверхности (4);

— выписывают из журнала наблюдений в 1 и 2-й столбцы дату и номер определения, а в 4-й столбец — предварительные значения рабочей поправки гирокомпаса (4 — 1, 2, 3, 4 и 5);

— вычисляют среднее значение поправки δ'' в 4-м столбце (4—6);

— выписывают из материалов маркшейдерского отдела дирекционный угол α_0 исходной стороны (1—6);

— выписывают из журнала наблюдений гироскопический азимут Γ_0 исходной стороны при контрольном определении поправки (1—7);

— вычисляют контрольное значение поправки $\delta_к$ (1—8);

— записывают контрольное значение поправки $\delta_к$ в 3-й столбец (4—6);

— вычисляют разность $\delta_к - \delta'$ в 5-м столбце (4—6);

— вычисляют среднюю поправку δ с учетом контрольного определения, помещенного в 3-м столбце (4—7);

— выписывают поправку δ в формуляр (3—6);

— аналогично описанному при независимом определении поправки (пример I) вычисляют поправку δ_γ (2—1, 2, 3, 4, 5 и 6) и гироскопический азимут Γ ориентируемой стороны (3—1, 2, 3, 4 и 5);

— вычисляют сумму $\Gamma + \delta$;

— выписывают из формуляра (2—6) поправку δ_γ в формуляр (3—8);

— вычисляют дирекционный угол α ориентируемой стороны (3—9);

— вычисляют среднюю ошибку M_α ориентирования (3—10).

Аналогично вычисляют дирекционные углы сторон во всех последующих столбцах; после каждого последующего контрольного определения поправки рабочее (среднее) ее значение вычисляют аналогично описанному с учетом еще одного контрольного значения, т. е. для столбцов 2, 3, 4 и т. д. среднее значение рабочей поправки берут из 8, 9, 10-й строк 4-го столбца формуляра 4.

Вычисления производят по формулам

$$\delta' = \frac{[\delta_i]}{n_п},$$

где $n_п$ — количество предварительных определений поправки;

$$\delta_i = \alpha_0 - \Gamma_0; \quad \delta_к = \alpha_0 - \Gamma_{0\,(к)};$$

$$\delta = \delta' + \frac{\delta_к - \delta'}{n},$$

где n — число всех определений поправки, включая контрольные;

$$\delta_\gamma = \mu\,(y_0 - y);$$

$$\Gamma = \frac{\Gamma' + \Gamma''}{2};$$

$$\alpha = \Gamma + \delta + \delta_\gamma;$$

$$M_\alpha = \pm\sqrt{m_\delta^2 + \frac{d^2}{4}};$$

$$m_\delta = \pm\frac{M}{\sqrt{n}}; \quad M = \pm\sqrt{\frac{\sum(\delta - \delta_i)^2}{n}};$$

$$d = \Gamma' - \Gamma''.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 29 (к параграфу 9.43)

КОНСТРУКЦИЯ ГРУЗОВ

Для проектирования на глубину менее 100 *м* служит литой груз (рис. 63, *а*).

Литой груз представляет собой чугунный цилиндр *1*, высота которого *H* в 2 раза больше его диаметра *D*. В верхнюю часть груза ввинчивают крюк *2* для подвешивания его к проволоке.

Более целесообразна конструкция составного груза (рис. 63, *б*), состоящего из следующих частей:

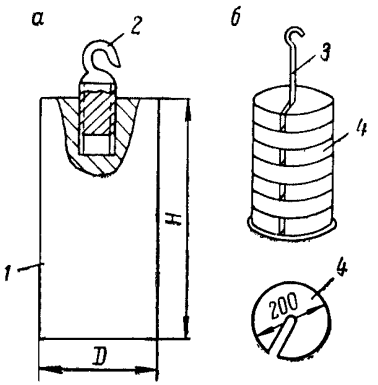


Рис. 63. Грузы литой (*а*) и составной (*б*).

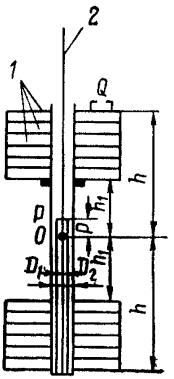


Рис. 64. Составной груз со смещением точки подвеса к центру тяжести.
1 — грузы; *2* — проволока отвеса.

— металлической штанги *3* длиной 0,5—2 *м*; в верхней части штанга имеет крюк для подвешивания на проволоку, в нижней части — нарезку с гайкой для скрепления с диском;

— чугунных или железных дисков *4*, которые посредством радиальных вырезов надевают на штангу;

— обоймы и зажимов для соединения груза с проволокой.

Одной из причин возникновения побочных колебаний, влияющих на точность определения положения покоя отвеса, являются удары воздушной струи и капель воды по проволоке и грузу отвеса. Эти удары создают так называемые релаксационные колебания, которые и вызывают ошибки в определении положения покоя отвеса. Конструкция груза, ослабляющая влияние релаксационных колебаний, позволяет перемещать точку подвеса груза к центру его тяжести (уменьшать величину *p*, рис. 64), что практически исключает влияние релаксационных колебаний груза на точность определения положения покоя отвеса.

На рис. 64 указаны: *O* — центр тяжести отвеса; *P* — точка подвеса проволоки к грузу; D_1 — диаметр внешней трубы; D_2 — диаметр внутренней трубы; *Q* — уравнительный груз.

ПРИЛОЖЕНИЕ 30 (к параграфу 9.43)

ПРЕДЕЛЫ ПРОЧНОСТИ ПРОВОЛОКИ И ДОПУСТИМЫЕ НАГРУЗКИ

ТАБЛИЦА 40

Диаметр проволоки, *мм*	Класс проволоки			
	Повышенной прочности (П)		Высокой прочности (В)	
	Предел прочности при растяжении, *кГ*	Допускаемый вес груза, *кГ*	Предел прочности при растяжении, *кГ*	Допускаемый вес груза, *кГ*
0,5	43	26	52	31
0,8	100	60	130	78
1,0	153	92	196	118
1,5	336	202	388	233
2,0	550	330	628	377

ПРИЛОЖЕНИЕ 31 (к параграфу 9.43)

РАСЧЕТ УДЛИНЕНИЯ ПРОВОЛОКИ

Удлинение проволоки определяют по формуле

$$\Delta l = \frac{Pl}{EF},$$

где Δl — удлинение проволоки, *м*; P — вес груза, *кГ*; l — длина проволоки, *м*; E — модуль Юнга, равный $2 \cdot 10^6$ *кГ/см*^{2}; F — площадь поперечного сечения проволоки, *см*^{2}.

Удлинение проволоки может быть определено по формуле

$$\Delta l = kPl,$$

где k — удлинение 1 *м* проволоки при натяжении в 1 *кГ*. Величину k находят в зависимости от диаметра проволоки d по табл. 41.

ТАБЛИЦА 41

d, *мм*	k, *см*	d, *мм*	k, *см*
0,5	0,0255	1,5	0,0028
0,8	0,0100	2,0	0,0016
1,0	0,0064		

Удлинение Δl получают в сантиметрах.
Пример.

$$d = 1 \text{ мм}; \qquad k = 0{,}0064;$$

$$P = 50 \text{ кГ}; \qquad l = 100 \text{ м};$$

$$\Delta l = 0{,}0064 \times 100 \times 50 = 32 \text{ см}.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 32 (к параграфу 9.44)

ПОЛУПЕРИОД КОЛЕБАНИЯ ОТВЕСА

ТАБЛИЦА 42

l, *м*	20	50	100	150	200	250	300	350
t, *сек*	4,5	7,1	10,0	12,3	14,2	15,8	17,4	18,8
l, *м*	400	500	600	700	800	900	1000	
t, *сек*	20,1	22,3	24,5	26,5	28,4	30,1	31,7	

Примечание: Здесь l — длина проволоки отвеса от точки подвеса до ориентируемого горизонта; t — полупериод колебания отвеса.

ПРИЛОЖЕНИЕ 33 (к параграфу 9.56)

ФОРМУЛЯРЫ РЕШЕНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Решение соединительного треугольника вытянутой формы с углами $\alpha<2°$ и $\beta>178°$

Шахта *4* «____» _____ 19____ г.

Горизонт $+100$ Вычислитель _____

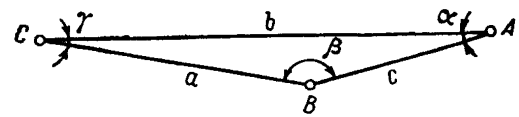
$$c_{выч} = b - a + \frac{ab\,(1-\cos\gamma)^*}{b-a}$$

3	$\cos\gamma$	0,999823
4	$1-\cos\gamma$	0,000177
5	ab	40,51
6	$ab\,(1-\cos\gamma)$	0,0072
7	$b-a$	3,0182
8	$\frac{ab\,(1-\cos\gamma)}{b-a}$	0,0024
9	$c_{выч}$	3,0206
10	$c_{изм}$	3,0226
11	d	0,0020

$$d = \frac{[c+(b-a)]\,[c-(b-a)\,]-2ab\,(1-\cos\gamma)}{2c} = \frac{\Sigma}{2c}$$

12	$c+(b-a)$	6,0408
13	$c-(b-a)$	0,0044
14	$[c+(b-a)]\,[c-(b-a)]$	0,0266
15	$-2ab\,(1-\cos\gamma)$	−0,0143
16	Σ	0,0123
17	$2c$	6,0452
18	d	0,0020

1 Схема



2	Измеренные величины	a 5,0322	b 8,0504	c 3,0226	γ 1°04′43″,4
19	$\Delta = \frac{d}{3}$	−0,0007	0,0006	−0,0006	—
20	Уравновешенные величины	5,0315	8,0510	3,0220	1°04′43″,4

$$\alpha = \frac{a}{c}\gamma''; \quad \beta = \frac{b}{c}\gamma''$$

21	$\frac{a}{c}$	1,664
22	$\frac{b}{c}$	2,664
23	γ''	3883″,4
24	α''	6462″,0
25	β''	10345″
26	β	2°52′25″

27	α	1°47′42″
28	β	177 07 35
29	γ	1 04 43
30	Σ	180 00 00

$$m_\alpha = \pm\frac{\alpha}{c}m_\gamma$$

31	m_γ	+2″,4
32	m_α	+3″,8

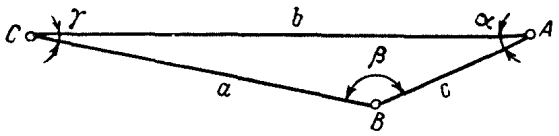
Примечания. 1. Цифрами слева указан порядок действий.
2. Действиями 12—18 контролируют вычисления величины d.
3. Вычисление длины линии c по формуле * верно только для треугольников с углом $\gamma<5°$.
4. A, B — отвесы; C — точка стояния инструмента.

Решение соединительного треугольника с углами $0° < \alpha < 20°$ и $\beta > 160°$

Шахта *4* «____» _____ 19____ г.

Горизонт *+100* Вычислитель _____

1	Схема	$m_\alpha^2 = \left(\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} m_\gamma\right)^2 + \left(\operatorname{tg}\alpha\rho'' \frac{m_a}{a}\right)^2 + \left(\operatorname{tg}\alpha\rho'' \frac{m_c}{c}\right)^2$



2	a	5,0313	12	α	1°47′45″	22	$\operatorname{tg}\alpha$	0,031
3	b	8,0510	11	β	177 07 31	23	$\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma}$	1,63
4	c	3,0220	5	γ	1 04 00	24	$\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} m$	3,8
$\sin\alpha = \frac{a}{c}\sin\gamma$			13	Σ	180 00 00			
$\sin\beta = \frac{b}{c}\sin\gamma$			14	m_γ	$\pm 2''{,}4$	25	$\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\gamma} m_\gamma\right)^2$	14,44
			15	m_a	$\pm 0{,}29$ *мм*	26	$\operatorname{tg}\alpha\rho''$	6394
			18	$\frac{m_a}{a}$	0,000060	27	$\operatorname{tg}\alpha\rho'' \frac{m_a}{a}$	0,38
6	$\sin\gamma$	0,018826	16	m_b	$\pm 0{,}30$ *мм*	28	$\left(\operatorname{tg}\alpha\rho'' \frac{m_a}{a}\right)^2$	0,14
7	$\frac{\sin\gamma}{c}$	0,006229	19	$\frac{m_b}{b}$	0,000040	29	$\operatorname{tg}\alpha\rho'' \frac{m_c}{c}$	0,64
8	$\sin\alpha$	0,031341	17	m_c	$\pm 0{,}23$ *мм*	30	$\left(\operatorname{tg}\alpha\rho'' \frac{m_c}{c}\right)^2$	0,41
9	$\sin\beta_1$	0,050150	20	$\frac{m_c}{c}$	0,00010	31	m_α^2	14,99
10	β_1	2°52′29″	21	$\operatorname{tg}\gamma$	0,019	32	m_α	$\pm 3''{,}8$

Вычисление длины линии *c*

$$c_{выч}^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\gamma^*$$

1	γ	1°04′00″	8	a^2	25,3140
2	$\cos\gamma$	0,999827	9	b^2	64,8186
3	a	5,0313	10	$c_{выч}^2$	9,1326
4	b	8,0510	11	$c_{выч}$	3,0220
5	ab	40,5070	12	$c_{изм}$	3,0220
6	$2ab$	81,0140	13	$c_{выч} - c_{изм}$	0,0000
7	$-2ab\cos\gamma$	81,0000			

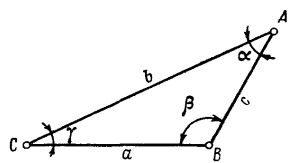
Примечание. Вычисление длины линии *c* по формуле * верно для треугольника с любыми углами. *A*, *B* — отвесы; *C* — точка стояния инструмента.

Решение соединительного треугольника с углами $\gamma > 20°$ и $\beta < 160°$

Шахта *4* «——» ——19——г.

Горизонт $+100$ Вычислитель ——————

1 **Схема**



2	a	4,3550	20	α	38°23′00″
3	b	6,4380	22	β	113 22 40
4	c	3,3186	5	γ	28 14 22
6	$2p$	14,1116	23	Σ	180 00 02
7	p	7,0558	24	m_l	± 0,0002
8	$p-a$	2,7008	25	$m_l\rho''$	41,25
9	$p-b$	0,6178	26	$\cos\gamma$	0,88
10	$p-c$	3,7372	27	$\cos^2\gamma$	0,78
			28	$1+\cos^2\gamma$	1,78

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}=\sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}$$

11	$(p-b)(p-c)$	2,308842
13	$p(p-a)$	19,056305
15	$\operatorname{tg}^2\frac{\alpha}{2}$	0,121159
16	$\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$	0,34808
19	$\frac{\alpha}{2}$	19°11′30″

$$\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}=\sqrt{\frac{(p-a)(p-c)}{p(p-b)}}$$

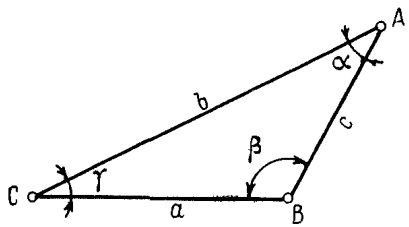
12	$(p-a)(p-c)$	10,093430
14	$p(p-b)$	4,359073
17	$\operatorname{tg}^2\frac{\beta}{2}$	2,315499
18	$\operatorname{tg}\frac{\beta}{2}$	1,5217
21	$\frac{\beta}{2}$	56°41′20″

$$m_\alpha=\pm\frac{m_l}{c\sin\beta}\rho''\sqrt{1+\cos^2\gamma+\cos^2\beta}$$

29	$\sin\beta$	0,92
31	$c\sin\beta$	3,05
32	$\frac{m_l}{c\sin\beta}\rho''$	13,52
30	$\cos\beta$	0,39
33	$\cos^2\beta$	0,15
34	$1+\cos^2\gamma+\cos^2\beta$	1,93
35	$\sqrt{1+\cos^2\gamma+\cos^2\beta}$	± 1,4
36	m_α	± 18″,9

Контрольное вычисление угла γ для треугольника с углами $\gamma > 20°$ и $\beta < 160°$

1	Схема



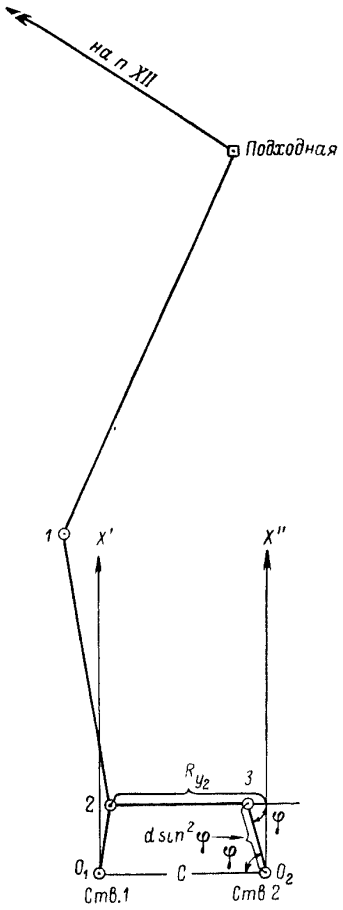
$p = \frac{a+b+c}{2}$			$\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{(p-a)(p-b)}{p(p-c)}}$		
2	a	4,354	10	$(p-a)(p-b)$	1,665830
3	b	6,439	11	$p(p-c)$	26,369558
4	c	3,318	12	$\operatorname{tg}^2\frac{\gamma}{2}$	0,063173
5	$2p$	14,111	13		
6	p	7,0555	14	$\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}$	0,25135
7	$p-a$	2,7015	15		
8	$p-b$	0,6165	16	$\frac{\gamma}{2}$	14°06′30″
9	$p-c$	3,7375	17		
			18	$\gamma_{выч}$	28 13 00
				$\gamma_{изм}$	28 14 22
				d	1 22
				$d_{доп}$	2 30

Примечание. Длина сторон a, b и c взята без поправок. A, B — отвесы; C — точка стояния инструмента.

ПРИЛОЖЕНИЕ 34 (к параграфу 9.58)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ДИРЕКЦИОННОГО УГЛА ЛИНИИ, СОЕДИНЯЮЩЕЙ ОТВЕСЫ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОРИЕНТИРОВАНИИ ЧЕРЕЗ ДВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛА

Ошибку дирекционного угла линии, соединяющей отвесы, относительно подходной стороны (ближайшей стороны опорной сети) принимают равной $\pm 20''$. Полигонометрический ход к отвесам принимают таким, чтобы обеспечить необходимую точность определения дирекционного угла линии, соединяющей отвесы.



При проложении ходов учитывают следующее.

Если расстояние между стволами менее 100 *м*, прокладывают ход с узловой точкой; общее число сторон в системе принимают не более шести.

Если расстояние между стволами более 100 *м*, от подходного пункта разрешается прокладывать обособленные полигонометрические ходы к каждому из стволов с числом сторон не более трех в каждом ходе и с длиной каждого хода не более 300 *м*.

Пример. Исходной стороной является сторона полигонометрического хода Подходная — XII, от которой проложен полигонометрический ход с узловой точкой *2* (рис. 65). Ошибка измерения углов $m_\beta = \pm 10''$. Коэффициент случайного влияния при измерении длины линий $\mu = 0{,}0005$ *м*$^{1/2}$.

Рис. 65. Полигонометрический ход.

Ошибку дирекционного угла линии, соединяющей отвесы, определяют по формуле

$$M_{\alpha_{(O_1-O_2)}} = \sqrt{\frac{m_\beta^2 \left[R_{y_i}^2\right]}{c^2} + \frac{\rho^2 \mu^2 \left[d_i \sin^2 \varphi_i\right]}{c^2} + n m_\beta^2}, \qquad (1)$$

где d_i — длина сторон полигонометрического хода от узловой точки до отвесов O_1 и O_2, в данном случае — длина сторон d_{2-O_1}, d_{2-3}, d_{3-O_2}; φ_i — угол, составленный стороной i с направлением O_1O_2; c — расстояние между отвесами; в примере $c = 50$ *м*; Ry_i — проекция на линию O_1O_2 расстояния от вершины хода с номером i до отвеса O_1 или O_2 в зависимости от того, к которому из отвесов от узловой точки направлен ход; n — число измеренных углов от подходного пункта до узловой точки; в примере $n = 2$.

Величины R_{y_i} берут из плана; величины $d_i \sin^2 \varphi_i$ определяют по плану путем двойного проектирования длины сторон.

Вычисление величин $[R_{y_i}^2]$ и $[d_i \sin^2 \varphi_i]$

Вершины	R_{y_i}	$R_{y_i}^2$	Стороны	$d_i \sin^2 \varphi_i$
2	2	4	$2-O_1$	20
2	48	2304	$2-3$	0
3	5	25	$3-O_2$	20
	$[R_{y_i}^2] = 2333$		$[d_i \sin^2 \varphi_i] = 40$	

Подставив в формулу (1) значения входящих в нее величин, получают

$$M_{\alpha_{(O_1-O_2)}} = \sqrt{\frac{100 \times 2333}{50^2} + \frac{25 \times 10^{-8} \times 40 \times 4 \times 10^{10}}{50^2} + 2 \times 100} = \pm 21''.$$

Если полученная по этой формуле ошибка больше допустимой, то изменяют форму полигонометрического хода или повышают точность измерения углов и длины сторон хода, или прокладывают ход с той же точностью вторично.

ПРИЛОЖЕНИЕ 35 (к параграфу 9.59)

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ДИРЕКЦИОННОГО УГЛА СТОРОНЫ ПОДЗЕМНОЙ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ОПОРНОЙ СЕТИ ПРИ ОРИЕНТИРОВАНИИ ЧЕРЕЗ ДВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛА

Первой стороной подземного полигонометрического хода может быть любая сторона соединительного полигонометрического хода, прокладываемого при ориентировании через два ствола. Поэтому ориентирование оценивают по ошибке дирекционного угла той стороны, от которой предполагают развивать опорную или съемочную сеть в горных выработках.

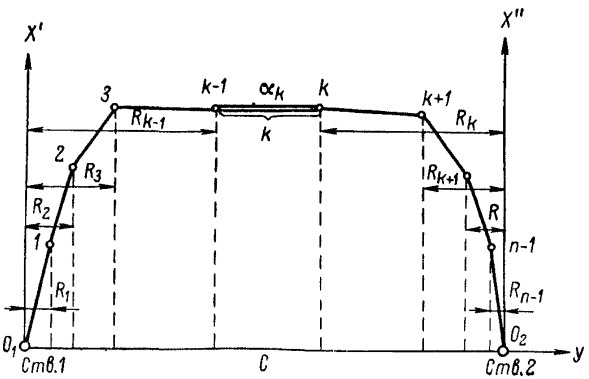


Рис. 66. Соединительный полигонометрический ход.

Ошибку дирекционного угла первой стороны полигонометрического хода (k-й стороны соединительного хода, рис. 66) без учета ошибок проектирования и примыкания на земной поверхности определяют по формуле

$$M^2_{\alpha_k} = M^2_{\alpha_{k\beta}} + M^2_{\alpha_s},$$

где $M_{\alpha_{k\beta}}$ — ошибка дирекционного угла k-й стороны, являющейся исходной для опорной и съемочной сети, в зависимости от ошибки измерения углов в подземном соединительном полигонометрическом ходе; M_{α_s} — ошибка дирекционного угла k-й стороны в зависимости от ошибки измерения длины сторон в соединительном полигонометрическом ходе.

ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ

1. Определение ошибки $M\alpha_{k\beta}$. Ошибку дирекционного угла k-й стороны $M\alpha_{k\beta}$ определяют по формуле

$$M^2_{\alpha_{k\beta}} = \frac{m^2_\beta}{c^2}[R^2_y], \tag{2}$$

где m_β — средняя ошибка измерения углов в подземном соединительном полигонометрическом ходе; $[R^2_y]$ — сумма квадратов проекций на направление O_1O_2 расстояний от вершин хода, предшествующих k-й стороне, до отвеса O_1 и следующих за k-й стороной до отвеса O_2 (величины R_y могут быть определены по плану); c — расстояние между отвесами.

Если форма соединительного хода близка к вытянутой, то при определении ошибки дирекционного угла первой стороны хода вместо формулы (2) пользуются приближенной формулой

$$M_{\alpha_{1\beta}} = m_\beta k,$$

где

$$k = \sqrt{\frac{(n+1)(2n+1)}{6n}}.$$

Здесь n — число сторон в фиктивном полигоне, вершинами которого являются проекции вершин данного полигона на линию O_1O_2, причем фиктивный полигон должен быть близок к равностороннему; практически за равносторонний полигон допустимо принимать полигон с соотношением длины сторон не менее чем 1 : 3.

Для средней стороны хода в этом случае ошибку дирекционного угла вычисляют по формуле

$$M_{\alpha_{k\beta}} = m_\beta \sqrt{\frac{n^2-1}{12n}} = m_\beta \sqrt{\frac{r}{6}},$$

где $k = r = \frac{n-1}{2}$.

2. Определение ошибки $M\alpha_s$. Ошибку дирекционного угла k-й стороны $M\alpha_s$ определяют по формуле

$$M_{\alpha_s} = \pm \frac{\mu}{c}\rho'' \sqrt{[d \sin^2 \varphi]}, \tag{3}$$

где μ — коэффициент случайного влияния, равный 0,0005 $м^{1/2}$.

Величина $[d \sin^2 \varphi]$ может быть определена графически, двойным проектированием.

Пример. По пунктам I, II, III, IV и V (рис. 67) пройден полигонометрический ход. Требуется определить ошибки дирекционных углов первой, последней и средней сторон хода, если $\mu = 0{,}0005\ м^{1/2}$, $m_\beta = \pm 20''$, расстояние $c = 44\ м$.

Вычисление $[R^2_{y_i}]$

Вершины	Сторона I—II		Вершины	Сторона IV—V		Вершины	Сторона III—IV	
	R_{y_i}	$R^2_{y_i}$		R_{y_i}	$R^2_{y_i}$		R_{y_i}	$R^2_{y_i}$
I	12	144	I	12	144	I	12	144
II	75	5625	II	34	1156	II	34	1156
III	56	3136	III	13	169	III	13	169
IV	41	1681	IV	2	4	IV	41	1681
V	17	289	V	17	289	V	17	289
$[R^2_{y_i}] = 10875$			$[R^2_{y_i}] = 1762$			$[R^2_{y_i}] = 3439$		

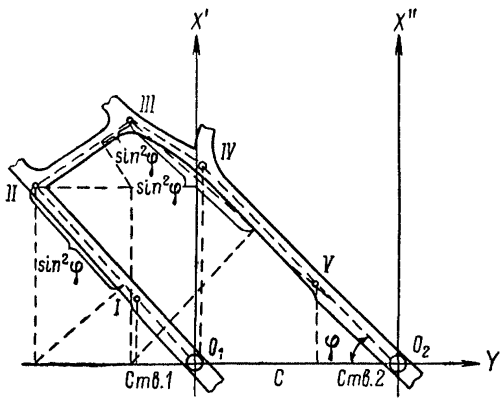


Рис. 67. Соединительный полигонометрический ход.

Порядок действий.

1. Определение ошибки $M\alpha_\beta$. Значения R_{y_i} определяют по плану.

Подставив в формулу (2) значения входящих в нее величин, получают

для первой стороны соединительного хода (I—II)

$$M_{\alpha_{\beta_{I\text{-}II}}} = \frac{20\sqrt{10\,875}}{44} = \pm 47'';$$

для последней стороны (IV—V)

$$M_{\alpha_{\beta_{IV\text{-}V}}} = \frac{20\sqrt{1760}}{44} = \pm 19'';$$

для средней стороны (III—IV)

$$M_{\alpha_{\beta_{III\text{-}IV}}} = \frac{20\sqrt{3440}}{44} = \pm 27''.$$

2. Определение ошибки M_{α_s}. Двойным проектированием отдельных сторон соединительного хода находят

$$[d \sin^2 \varphi] = 27 + 7{,}5 + 33{,}5 = 68.$$

По формуле (3) для любой стороны хода находят

$$M_{\alpha_s} = \frac{0{,}0005}{44} \cdot 206\,265\sqrt{68} = \pm 19''.$$

3. Определение ошибки дирекционного угла M_{α_k}. Для первой стороны хода (I—II)

$$M_{\alpha_{I\text{-}II}} = \sqrt{47^2 + 19^2} = \pm 51''.$$

Для последней стороны хода (IV—V)

$$M_{\alpha_{IV\text{-}V}} = \sqrt{19^2 + 19^2} = \pm 27''.$$

Для средней стороны хода (III—IV)

$$M_{\alpha_{III\text{-}IV}} = \sqrt{27^2 + 19^2} = \pm 33''.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 36 (к параграфу 9.62)

ФОРМУЛЯРЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ

1. Вычисление координат отвесов в системе, принятой на зем полигонометрического хода в условной системе, соединитель

Измеренные углы — *журнал 4, стр. 5—8*
Приведенная длина сторон хода — *журнал 1—2, стр. 15* *Шахта 3, го*
Исходные данные — *каталог 2, стр. 5* *Шахта 7, го*

Пункт	Измеренные углы β	Дирекционные углы $\alpha_{i+1}=\alpha_i+\beta\pm180°$	Приведенная длина сторон хода d, м	Натуральные значения тригонометрических функций	
				sin α	cos α
		Вычисление координат отвесов в систе			
344					
		93° 26′ 47″			
343	62° 07′ 18″				
		335 34 05	10,341	0,413612	0,910453
O_1					
343					
		273 26 47			
344	265 57 40				
		369 24 27	13,577	0,010341	0,999947
O_2					
		Вычисление координат отвесов и пунктов соединительного поли			
O_1					
		0 00 00	13,866	0,000000	1,000000
16	88 23 05				
		268 23 05	63,534	0,999602	0,028188
17	179 05 30				
		268 14 35	154,449	0,999530	0,030650
19	89 21 50				
		177 36 25	14,455	0,041754	0,999128
O_2					Σ
		Вычисление координат отвесов и пунктов соединительного полигономет			
O_1					
		6 28 43	13,866	0,112832	0,993614
16	88 23 05				
		274 51 48	63,534	0,996400	0,084779
17	179 51 30				
		274 43 18	154,449	0,996607	0,082315
19	89 21 50				
O_2		184 05 08	14,455.	0,071246	0,997459
				Должно быть	Σ Σ

ЧЕРЕЗ ДВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛА

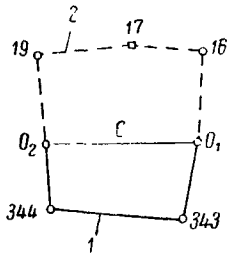
ной поверхности, координат пунктов и отвесов соединительного ного хода в системе, принятой на земной поверхности

«——»——19——

ривонт+100
ривонт+100

Вычислитель——

Приращения координат			Координаты		Примечания и эскизы
$\Delta y=d\sin\alpha$		$\Delta x=d\cos\alpha$	$y_{i+1}=y_i+\Delta y_i$	$x_{i+1}=x_i+\Delta x_i$	
			17732,990	87141,870	
—	4,277	+	9,415		
			17728,713	87151,285	
			17512,150	87155,170	
—	0,140	+	13,576		
			17512,010	87168,746	
			0,000	0,000	
	0,000	+	13,866		
—	63,509	—	1,791		
—	154,376	—	4,735		
+	0,604	—	14,442	—217,281	—7,102
—	217,281	—	7,102		
			17728,713	87151,285	
+	1,564	+	13,777		
			17730,277	87165,062	
	—2		+1		
—	63,305	+	5,386		
			17666,970	87170,449	
	—5		+2		
—	153,925	+	12,713		
			17513,040	87183,164	
—	1,030	—	14,418		
—	216,696	+	17,458	17512,010	87168,746
—	216,703	+	17,461		



Примечание. *1* — ход на земной поверхности, *2* — ход в подземных горных выработках.

2. Вычисление дирекционного угла линии, соединяющей отвесы, и расстояния между ними в системе координат, принятой на земной поверхности, и в условной системе координат

В системе координат, принятой на земной поверхности

$\operatorname{tg}\alpha=\frac{y_{O_2}-y_{O_1}}{x_{O_2}-x_{O_1}}=\frac{\Delta y}{\Delta x}$			$\Delta x+\Delta y=(y_{O_2}+x_{O_2})-(y_{O_1}+x_{O_1})$ $\operatorname{tg}(\alpha+45^\circ)=\frac{\Delta x+\Delta y}{\Delta x-\Delta y}$			$O_1O_2=c=\frac{\Delta y}{\sin\alpha}=\frac{\Delta x}{\cos\alpha}$		
а			*б*			*в*		
1	y_{O_2}	17512,010	9	$y_{O_2}+x_{O_2}$	104680,756	18	Δy	−216,703
2	y_{O_1}	17728,713	10	$y_{O_1}+x_{O_1}$	104879,998	20	$\sin\alpha$	−0,996769
5	Δy	−216,703	11	$\Delta x+\Delta y$	−199,242	22	c	217,405
			12	$\Delta x+\Delta y$	−199,242			
3	x_{O_2}	87168,746	13	Δx	17,461	19	Δx	17,461
4	x_{O_1}	87151,285	14	Δy	−216,703	21	$\cos\alpha$	0,080315
6	Δx	17,461	15	$\Delta x-\Delta y$	234,164	23	c	217,406
7	$\operatorname{tg}\alpha$	−12,4107	16	$\operatorname{tg}(\alpha+45^\circ)$	−0,850865	24	$c_{\text{пр}}$	217,405
8	α	274° 36′ 24″	17	$\alpha+45^\circ$	319° 36′ 24″			

В условной системе координат

$\operatorname{tg}\alpha'=\frac{y'_{O_2}-y'_{O_1}}{x'_{O_2}-x'_{O_1}}=\frac{\Delta y'}{\Delta x'}$			$\Delta x'+\Delta y'=(y'_{O_2}+x'_{O_2})-(y'_{O_1}+x'_{O_1})$ $\operatorname{tg}(\alpha'+45^\circ)=\frac{\Delta x'+\Delta y'}{\Delta x'-\Delta y'}$			$c'=\frac{\Delta y'}{\sin\alpha'}=\frac{\Delta x'}{\cos\alpha'}$		
25	y'_{O_2}	−217,281	33	$y'_{O_2}+x'_{O_2}$	−224,383	42	$\Delta y'$	−217,281
26	y'_{O_1}	0,000	34	$y'_{O_1}+x'_{O_1}$	0,000	44	$\sin\alpha'$	0,999466
29	$\Delta y'$	−217,281	35	$\Delta x'+\Delta y'$	−224,383	46	c'	217,397
			36	$\Delta x'+\Delta y'$	−224,383			
27	x'_{O_2}	−7,102	37	$\Delta x'$	−7,102	43	$\Delta x'$	−7,102
28	x'_{O_1}	0,000	38	$\Delta y'$	−217,281	45	$\cos\alpha'$	0,032666
30	$\Delta x'$	−7,102	39	$\Delta x'-\Delta y'$	210,179	47	c'	217,413
31	$\operatorname{tg}\alpha'$	30,5943	40	$\operatorname{tg}(\alpha'+45^\circ)$	1,067580	48	$c'_{\text{пр}}$	217,397
32	α'	268° 07′ 41″	41	$\alpha'+45^\circ$	313° 07′ 41″			

$\Delta\alpha=\alpha-\alpha'$; $\alpha_{(O_1-16)}=\alpha'_{(O_1-16)}+\Delta\alpha$

49	α	274° 36′ 24″
50	α'	268 07 41
51	$\Delta\alpha$	6 28 43
52	$\alpha'_{(O_1-16)}$	0 00 00
53	$\alpha_{(O_1-16)}$	6 28 43

Примечание. Числа слева (1 – 53) указывают порядок действий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 37 (к параграфу 9.63)

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ТРИ И ЧЕТЫРЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ

I. ПОРЯДОК ВЫЧИСЛЕНИЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ТРИ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ

1. Вычисление координат отвесов (A, B и C) и координат центра тяжести O треугольника ABC, образованного отвесами (рис. 68), по данным полигонометрического хода на земной поверхности и подземного полигонометрического хода в системе координат, принятой на земной поверхности, и в условной системе координат.

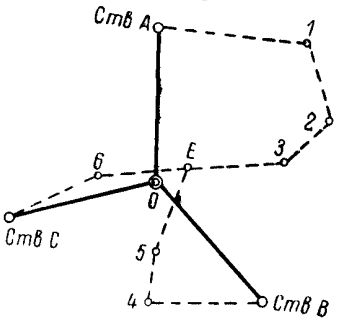


Рис. 68. Соединительные полигонометрические ходы.

Для условной системы координат $x_a = 0$, $y_c = 0$ и $\alpha_{c-в} = 30^\circ\ 00'\ 00''$

Точки	Координаты			
	в системе, принятой на земной поверхности		в условной системе	
	x	y	x'	y'
A	876,286	868,356	61,399	12,004
B	819,898	913,739	11,129	64,095
C	816,884	848,749	0,000	0,000
$\sum$	2 513,068	2 630,844	72,528	76,099
O	837,689	876,948	24,176	25,366

2. Вычисление дирекционных углов θ линий, соединяющих отвесы A, B и C с центром тяжести системы O.

В системе координат, принятой на земной поверхности

Линии	$y_0 - y_i$	$x_0 - x_i$	$\operatorname{tg} \theta_i^{\text{п}}$	$\theta_i^{\text{п}}$
AO	+8,592	−38,597	−0,222608	167° 27′ 00″
BO	−36,791	+17,791	−2,067956	295 48 25
CO	+28,199	+20,805	+1,355395	53 34 49

В условной системе координат

Линии	$y'_0 - y'_i$	$x'_0 - x'_i$	$\operatorname{tg} \theta_i^{\text{ш}}$	$\theta_i^{\text{ш}}$
AO	+13,362	−37,223	−0,358972	160° 15′ 12″
BO	−38,729	+13,047	−2,968422	288 37 03
CO	+25,366	+24,176	+1,049222	46 22 34

3. Вычисление расстояний D между отвесами A, B и C и центром тяжести O.

В системе координат, принятой на земной поверхности

Линии	$y_0 - y_i$, $x_0 - x_i$	$\sin \theta_i^{\text{п}}$, $\cos \theta_i^{\text{п}}$	$D_i^{\text{п}}$, *м*
AO	+8,592	+0,217292	39,541
	−38,597	−0,976107	39,542
BO	−36,791	−0,900266	40,867
	+17,791	+0,435340	40,867
CO	+28,199	+0,804689	35,043
	+20,805	+0,593696	35,043

В условной системе координат

Линии	$y'_0 - y'_i$, $x'_0 - x'_i$	$\sin \theta_i^{\text{ш}}$, $\cos \theta_i^{\text{ш}}$	$D_i^{\text{ш}}$, *м*
AO	+13,362	+0,337862	39,549
	−37,223	−0,941195	39,549
BO	−38,729	−0,947671	40,868
	+13,047	−0,319249	40,868
CO	+25,366	+0,723884	35,042
	+24,176	+0,689921	35,042

4. Вычисление поправок ориентирования τ и масштаба Δm

Линии	$\theta_i^{\text{п}} - \theta_i^{\text{ш}}$	$D_i^{\text{п}} - D_i^{\text{ш}}$, *м*	D_i, 10^{-1} *м*	D_i^2, 10^{-2} *м*^{2}
AO	7° 11′ 48″	−0,007	4,0	16,0
BO	7 11 22	−0,001	4,1	16,8
CO	7 12 15	+0,001	3,5	12,3
				$\sum = 45{,}1$

$$\tau = \frac{|(\theta_i^{\text{п}} - \theta_i^{\text{ш}})\, D_i^2|}{|D_i^2|} = 7°11'00'' + \frac{48\times16{,}0 + 22\times16{,}8 + 7{,}5\times12{,}3}{45{,}1} = 7°11'46'';$$

$$\Delta m = \frac{|(D_i^{\text{п}} - D_i^{\text{ш}})\, D_i|}{|D_i^2|} = \frac{-0{,}007\times4{,}0 - 0{,}001\times4{,}1 + 0{,}001\times3{,}5}{45{,}1\times10} = -0{,}000063.$$

5. Вычисление координат узловой точки E в подземных соединительных ходах с учетом поправок τ и Δm

Пункты	Приведенная длина сторон d	Измеренный угол β	Дирекционный угол * α	$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\Delta y = d(1+\Delta m)\sin\alpha$	$\Delta x = d(1+\Delta m)\cos\alpha$	y	x
C								848,749	816,884
	24,640	219° 57′ 00″	37° 11′ 46″	+0,604545	+0,796571	+14,895	+19,627		
6								863,644	836,511
	23,620		77 08 46	+0,974941	+0,222466	+23,026	+5,255		
E								886,670	841,766
$\sum$	48,3								
A								868,356	876,286
	37,165		87 15 46	+0,998860	+0,047755	+37,120	+1,775		
1		243 19 00						905,476	878,061
	20,880		150 34 46	+0,491216	−0,871037	+10,256	−18,186		
2		236 27 00						915,732	859,875
	14,595		207 01 46	−0,454448	−0,890773	−6,632	−13,000		
3		230 07 00						909,100	846,875
	23,000		257 08 46	−0,974941	−0,222466	−22,422	−5,116		
E								886,678	841,759
$\sum$	95,6								
B								913,739	819,898
	29,015		242 50 46	−0,889784	−0,456382	−25,815	−13,241		
4		281 30 00						887,924	806,657
	12,355		344 20 46	−0,269826	+0,962909	−3,333	+11,896		
5		200 48 00						884,591	818,553
	23,310		5 08 46	+0,089696	+0,995969	+2,091	+23,214		
E								886,682	841,767
$\sum$	64,7								

* Дирекционные углы исправлены на величину поправки ориентирования τ.

6. Вычисление средневзвешенных значений координат узловой точки E

$$x_E = 841{,}750 + \frac{0{,}016 \times 1{,}04 + 0{,}009 \times 0{,}52 + 0{,}017 \times 0.77}{2{,}33} = 841{,}765;$$

$$y_E = 886{,}670 + \frac{0{,}008 \times 0{,}52 + 0{,}012 \times 0{,}77}{2{,}33} = 886{,}676.$$

За веса ходов принимают величины, обратно пропорциональные их периметрам

$$p = \frac{50}{[d]}.$$

7. Определение невязок ходов по осям координат и их распределение в приращения абсцисс и ординат пропорционально длине сторон ходов

Ход от C к E	$f_x = +0{,}001$,	$f_y = -0{,}006$.
Ход от A к E	$f_x = -0{,}006$,	$f_y = +0{,}002$.
Ход от B к E	$f_x = +0{,}002$,	$f_y = +0{,}006$.

8. Вычисление окончательных значений координат пунктов в подземных соединительных ходах.

II. ПОРЯДОК ВЫЧИСЛЕНИЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ЧЕТЫРЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВЫРАБОТКИ

1. Вычисление координат отвесов A, B, C и D (рис. 69) по результатам полигонометрического хода на земной поверхности.

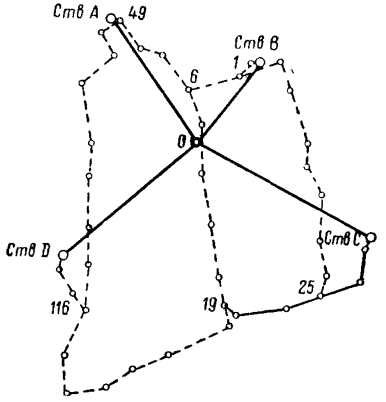


Рис. 69. Соединительные полигонометрические ходы.

2. Вычисление и совместное уравновешивание подземных полигонометрических ходов по способу полигонов в условной системе координат (при $x'_A = 0$, $y'_A = 0$, $\alpha_{A-49} = 0^\circ\ 00'\ 00''$).

Координаты узловых точек

Точки	x'	y'	Точки	x'	y'
49	+37,439	0,000	25	+527,763	+948,276
6	+226,536	+243,212	19	+284,122	+962,933
1	+397,285	+227,566	116	−280,274	+863,033

3. Вычисление координат отвесов B, C, D в условной системе по уравновешенным координатам узловых точек и уравновешенным дирекционным углам примыкающих к ним сторон.

4. Определение центра тяжести четырехугольника A, B, C, D, образованного отвесами, в системе координат, принятой на земной поверхности, и в условной системе координат.

Точки	Координаты			
	в системе, принятой на земной поверхности		в условной системе	
	x	y	x'	y'
A	+870,284	−2 465,429	0,000	0,000
B	+797,160	−1 967,414	+454,610	+215,667
C	+284,918	−1 507,314	+744,496	+839,957
D	+88,092	−2 549,398	−309,368	+723,345
$\sum$	+2 040,454	−8 489,555	+889,738	+1 778,969
O	+510,114	−2 122,389	+222,434	+444,742

5. Вычисление дирекционных углов линий, соединяющих отвесы с центром тяжести образованного ими четырехугольника.

В системе координат, принятой на земной поверхности

Линии	$y_0 - y_i$	$x_0 - x_i$	$\operatorname{tg} \theta_i^n$	θ_i^n
AO	+343,040	−360,170	−0,952439	136° 23′ 44″
BO	−154,975	−287,046	+0,539896	208 21 52
CO	−615,075	+225,196	−2,731287	290 06 33
DO	+427,009	+422,022	+1,011817	45 20 12

В условной системе координат

Линии	$y'_0 - y'_i$	$x'_0 - x'_i$	$\operatorname{tg} \theta_i^{ш}$	$\theta_i^{ш}$
AO	+444,742	+222,434	+1,999434	63° 25′ 43″
BO	+299,075	−232,176	−0,986644	135 23 07
CO	−395,215	−522,062	+0,757027	217 07 36
DO	−278,603	+531,802	−0,523885	332 21 02

6. **Вычисление расстояний D от центра тяжести O до отвесов A, B, C, D.**

В системе координат, принятой на земной поверхности

Линии	$y_0 - y_i$, $x_0 - x_i$	$\sin \theta_i^{п}$, $\cos \theta_i^{п}$	$D_i^{п}$, *м*
AO	+343,040	+0,689676	497,393
	−360,170	−0,724118	497,391
BO	−154,975	−0,475078	326,209
	−287,046	−0,879943	326,209
CO	−615,075	−0,939039	655,005
	+225,196	+0,343810	655,003
DO	+427,009	+0,711250	600,365
	+422,022	+0,702940	600,367

В условной системе координат

Линии	$y'_0 - y'_i$, $x'_0 - x'_i$	$\sin \theta_i^{ш}$, $\cos \theta_i^{ш}$	$D_i^{ш}$, *м*
AO	+444,742	+0,894378	497,264
	+222,434	+0,447313	497,267
BO	+229,075	+0,702336	326,162
	−232,176	−0,711846	326,160
CO	−395,215	−0,603579	654,786
	−522,062	−0,797303	654,785
DO	−278,603	−0,464060	600,360
	+531,802	+0,885803	600,361

7. Вычисление поправок ориентирования τ и масштаба Δm.

Линии	$\theta_i^{\text{п}} - 0_i^{\text{ш}}$	$D_i^{\text{п}} - D_i^{\text{ш}}$, *м*	D_l, *км*	D_l^2, *км*^{2}
AO	72° 58′ 01″	+0,127	0,50	0,25
BO	72 58 45	+0,048	0,33	0,11
CO	72 58 57	+0,217	0,65	0,42
DO	72 59 10	+0,005	0,60	0,36
				$\sum = 1{,}14$

$$\tau = 72°58'00'' + \frac{1 \times 0{,}25 + 45 \times 0{,}11 + 57 \times 0{,}42 + 70 \times 0{,}36}{1{,}14} = 72°58'48'';$$

$$\Delta m = \frac{0{,}127 \times 0{,}50 + 0{,}048 \times 0{,}33 + 0{,}217 \times 0{,}65 + 0{,}005 \times 0{,}60}{1{,}14 \times 1000} = 0{,}000196.$$

8. Вычисление координат узловых точек подземных полигонометрических ходов в системе координат, принятой на земной поверхности, с учетом поправки ориентирования τ и поправки масштаба Δm по формулам

$$x_l = x_A + x_i' \cos\tau\,(1 + \Delta m) - y_i' \sin\tau\,(1 + \Delta m),$$

$$y_l = y_A + x_i' \sin\tau\,(1 + \Delta m) + y_i' \cos\tau\,(1 + \Delta m).$$

9. Уравновешивание координат узловых точек подземных полигонометрических ходов по способу последовательных приближений.

Суммы приращений координат $[\Delta y]$ и $[\Delta x]$ в звеньях между узловыми точками и между узловыми точками и отвесами находят по их координатам, вычисленным в системе, принятой на земной поверхности.

Уравновешивание выполняют отдельно для абсцисс и для ординат сети (см. ведомости вычислений).

10. Вычисление координат точек всех звеньев системы подземных соединительных ходов по масштабированным сторонам и дирекционным углам, исправленным на величину ориентирной поправки.

Невязки по осям координат в звеньях между узловыми точками, узловыми точками и отвесами распределяют в приращения абсцисс и ординат пропорционально длине сторон.

Уравновешивание абсцисс сети по способу последовательных приближений (к пункту 9)

Определяемые пункты	Опорные пункты	Опорные абсциссы	Звенья	$[\Delta x]$	Периметр звена $[d]$, м	$p=\frac{1000}{[d]}$	$p'=\frac{p}{[p]}$	Приближения I	II	III	IV	V	Абсциссы узловых точек
	A	870,284	*A*—49	+10,960	37,4	26,71	0,864	+881,245	245	245	245	245	
	6		6—49	+177,245	310,6	3,22	0,104		289	282	277	275	
	116		116—49	+918,409	1008,6	0,99	0,032		389	387	375	370	
49						30,92	1,000	+881,245	253	252	251	251	+881,251
	D	88,092	*D*—116	—125,077	280,4	3,57	0,641	—36,985	985	985	985	985	
	49		49—116	—918,409	1008,6	0,99	0,178	—37,164	156	157	158	158	
	19		19—116	—69,690	986,7	1,01	0,181		024	089	112	120	
116						5,57	1,000	—37,024	022	034	039	040	—37,040
	116		116—19	+69,690	986,7	1,01	0,162	+32,666	668	656	651	650	
	6		6—19	—671,474	738,6	1,35	0,217		570	563	558	556	
	25		25—19	—85,347	259,0	3,86	0,621		594	563	553	549	
19						6,22	1,000	+32,666	601	578	570	567	+32,567
	C	284,918	*C*—25	—167,047	251,5	3,98	0,442	+117,871	871	871	871	871	
	19		19—25	+85,347	259,0	3,86	0,429	+118,013	948	925	917	914	
	1		1—25	—651,080	859,8	1,16	0,129		919	917	915	914	
25						9,00	1,000	+117,941	910	900	896	895	+117,895
	B	797,160	*B*—1	—28,162	59,7	16,75	0,705	+768,998	998	998	998	998	
	25		25—1	+651,080	859,8	1,16	0,049	+769,021	990	980	976	975	
	6		6—1	+64,953	171,5	5,83	0,246		997	990	985	983	
1						23,74	1,000	+768,999	997	995	994	993	+768,993
	1		1—6	—64,953	171,5	5,83	0,560	+704,046	044	042	041	040	
	19		19—6	+671,474	738,6	1,35	0,130	+704,140	075	052	046	041	
	49		49—6	—177,245	310,6	3,22	0,310	+704,000	008	007	006	006	
6						10,40	1,000	+704,044	037	032	030	030	+704,030

Уравновешивание ординат сети по способу последовательных приближений (к пункту 9)

Определяемые пункты	Опорные пункты	Опорные ординаты	Звенья	$[\Delta y]$	Периметр звена $[d]$, м	$p=\frac{1000}{[d]}$ / $\frac{1000}{[p]}$	$p'=\frac{p}{[p]}$	Приближения I	II	III	IV	Ординаты узловых точек
	A	−2465,429	*A*—49	+35,806	37,4	26,71	0,864	−2429,623	623	623	623	
	6		6—49	−252,054	310,6	3,22	0,104		556	555	555	
	116		116—49	+51,193	1008,6	0,99	0,032		514	512	510	
49						30,92	1,000	−2429,623	612	612	612	−2429,612
	D	−2549,398	*D*—116	+68,721	280,4	3,57	0,641	−2480,677	677	677	677	
	49		49—116	−51,193	1008,6	0,99	0,178	816	805	805	805	
	19		19—116	−569,028	986,7	1,01	0,181		707	693	692	
116						5,57	1,000	−2480,707	705	703	702	−2480,702
	116		116—19	+569,028	986,7	1,01	0,162	−1911,679	677	675	674	
	6		6—19	+265,781	738,6	1,35	0,217		721	720	720	
	25		25—19	−228,725	259,0	3,86	0,621		643	643	644	
19						6,22	1,000	−1911,679	665	664	665	−1911,665
	C	−1507,314	*C*—25	−175,569	251,5	3,98	0,442	−1682,883	883	883	883	
	19		19—25	+228,725	259,0	3,86	0,429	954	940	939	940	
	1		1—25	+335,784	859,7	1,16	0,129		969	976	976	
25						9,00	1,000	−1682,918	918	919	919	−1682,919
	B		*B*—1	−51,341	59,7	16,75	0,705	−2018,757	757	757	757	
	25	−1967,414	25—1	−335,784	859,8	1,16	0,049	702	702	703	703	
	6		6—1	+158,722	171,5	5,83	0,246		780	779	779	
1						23,74	1,000	−2018,753	760	760	760	−2018,760
	1		1—6	−158,722	171,5	5,83	0,560	−2177,475	482	482	482	
	19		19—6	−265,781	738,6	1,35	0,130	460	446	445	446	
	49		49—6	+252,054	310,6	3,22	0,310	569	558	558	558	
6						10,40	1,000	−2177,502	501	501	501	−2177,501

ПРИЛОЖЕНИЕ 38 (к параграфу 9.68)

ЖУРНАЛ УГЛОВЫХ И ЛИНЕЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Место работы _____ Исполнитель _____

Дата _____ Инструмент _____

Точки		Горизонтальный угол					Вертикальный угол					Измеренная длина, *м*	Расст. от гориз. оси инстр. до пункта вверх, вниз	Эскизы ходов и сечений выработок с их размерами, *м*
		Отсчеты: начальный, контрольный, конечный					КП КЛ							
		нониус I II			среднее		нониус I II			среднее				
стояния	наблюдения	°	′	″	′	″	°	′	″	′	″			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		00	03	30								25,317		
	85				03	30							0,97	
			03	30								25,320		
86		180	46	30								25,318	1,01	
	87	1	30	00	30	15							0,86	
			30	30								18,208		
		1			26	45						18,210		
Среднее		180	43	22								18,209		
		00	05	00										
	86				05	15						18,211	1,08	
			05	30								18,208		
87		180	48	30								18,210	1,07	
	88	1	33	00	32	45	359	20	00	20	00		1,26	
												23,073		
		1			27	30	0	40	00					
										40	30	23,071		
								41	00					
Среднее		180	43	45			—0	40	15			23,072		

ПРИЛОЖЕНИЕ 39 (к параграфу 9.80)

ПРИМЕРЫ УРАВНОВЕШИВАНИЯ СИСТЕМ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ

I. ПОРЯДОК УРАВНОВЕШИВАНИЯ СИСТЕМ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ ПО СПОСОБУ ПОЛИГОНОВ проф. В. В. ПОПОВА

1. Составляют схему сети (рис. 70), на которой нумеруют ходы и указывают их направления. Число предусмотренных ходов определяется общим числом r условных уравнений дирекционных углов, вычисляемым по формуле

$$r = q + t - 1,$$

где q — число замкнутых ходов; t — число твердых дирекционных углов.

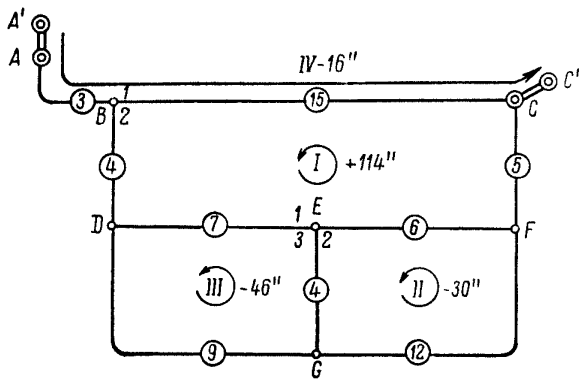


Рис. 70. Уравновешивание углов системы полигонометрических ходов по способу полигонов.

I—IV — номера замкнутых полигонов; *AA'*, *CC'* — стороны с твердыми дирекционными углами; цифры в окружностях — число сторон в звене сети; *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* — узловые точки (стрелками указано направление замкнутых ходов).

Если твердые дирекционные углы в сети отсутствуют, дирекционный угол одной из сторон условно принимают за твердый.

Для изображенной на рис. 70 сети находят $r = 3 + 2 - 1 = 4$.

Рекомендуется в первую очередь наметить на схеме все замкнутые ходы и указать их направление против часовой стрелки. Затем на схеме сети указывают число сторон всех звеньев сети и угловую невязку каждого хода, подсчитанную по левым углам.

2. Составляют нормальные уравнения, пользуясь следующими правилами:

— в нормальное уравнение каждого хода прежде всего вводят коррелату с номером хода, умноженную на положительный коэффициент, равный числу сторон этого хода с учетом того, что каждое твердое направление, входящее в уравнение, имеет свой коэффициент, равный $^1/_2$;

— остальным коррелатам нормального уравнения каждого хода дают номера смежных ходов, а коэффициенты при них принимают равными числу сторон общих звеньев; если при этом направления смежных ходов в звене совпадают с направлением данного хода, то коэффициенты берут со знаком плюс, в противном случае — со знаком минус;

— свободными членами нормальных уравнений будут угловые невязки соответствующих ходов.

Для иллюстрируемой сети получают следующую систему нормальных уравнений коррелат:

$$
\begin{aligned}
37k_1 - 6k_2 - 7k_3 - 15k_4 + 114 &= 0,\\
-6k_1 + 22k_2 - 4k_3 - 30 &= 0,\\
-7k_1 - 4k_2 + 20k_3 - 46 &= 0,\\
-15k_1 + 19k_4 - 16 &= 0.
\end{aligned}
$$

3. Определяют значения коррелат. В данном примере решение системы нормальных уравнений выполняют методом последовательного исключения неизвестных.

Решение нормальных уравнений

k_1	k_2	k_3	k_4	f_β
+37	−6	−7	−15	+144
−6	+22	−4	0	−30
−7	−4	+20	0	−46
−15	0	0	+19	−16
+1	−0,162	−0,189	−0,405	+3,081
−1	+3,667	−0,667	0	−5,000
−1	−0,571	+2,857	0	−6,571
−1	0	0	+1,267	−1,067

Решение нормальных уравнений

k_1	k_2	k_3	k_4	f_β
	+3,505	−0,856	−0,405	−1,919
	−0,733	+2,668	−0,405	−3,490
	−0,162	−0,189	−0,862	+2,014
	+1	−0,244	−0,116	−0,548
	−1	+3,640	−0,553	−4,761
	−1	−1,167	+5,321	+12,432
		+3,396	−0,669	−5,309
		−1,411	+5,205	+11,884
		+1	−0,197	−1,563
		−1	+3,689	+8,422
			+3,492	+6,859
			+1	+1,964

$k_4 = -1{,}964$;
$k_3 = 0{,}197k_4 + 1{,}563 = +1{,}176$;
$k_2 = 0{,}244k_3 + 0{,}116k_4 + 0{,}548 = +0{,}607$;
$k_1 = 0{,}162k_2 + 0{,}189k_3 + 0{,}405k_4 - 3{,}081 = -3{,}555$;
контроль: $k_1 - 0{,}162k_2 - 0{,}189k_3 - 0{,}405k_4 = -3{,}080$.

4. Вычисляют поправки в углы, руководствуясь следующими правилами:

— поправка в левый угол звена, принадлежащего только одному ходу, равна коррелате с номером этого хода;

— поправка в угол звена, общего для ходов, равна алгебраической сумме коррелат ходов, в которые эти углы входят; если при этом угол для данного хода является левым, то коррелата берется со своим знаком, а если правым, то с обратным знаком;

— если в ход при узловой точке входит только одно направление, берут половину соответствующей коррелаты.

Для рассматриваемой сети угловые поправки имеют следующие значения:

$$\text{звено } AB\,\delta_\beta = k_4 = -2'';$$

$$\text{звено } DG\,\delta_\beta = k_3 = +1'';$$

$$\text{звено } BC\,\delta_\beta = k_4 - k_1 = +2'';$$

$$\text{звено } EF\,\delta_\beta = k_1 - k_2 = -4''.$$

$$\delta_{\beta_1}^{(B)} = k_4 - {}^1/_2 k_1 = 0;$$

$$\delta_{\beta_2}^{(B)} = k_1 - {}^1/_2 k_4 = -3'';$$

$$\delta_{\beta_1}^{(E)} = k_1 - {}^1/_2 k_2 - {}^1/_2 k_3 = -5'';$$

$$\delta_{\beta_2}^{(E)} = k_2 - {}^1/_2 k_1 - {}^1/_2 k_3 = +2'';$$

$$\delta_{\beta_3}^{(E)} = k_3 - {}^1/_2 k_1 - {}^1/_2 k_2 = +3'';$$

5. Сравнивают сумму угловых поправок каждого хода с невязкой; возникающие при этом от округлений небольшие повторные невязки распределяют на углы произвольно.

6. После исправления углов вычисляют дирекционные углы сторон и приращения координат, а затем подсчитывают невязки по осям координат для каждого хода.

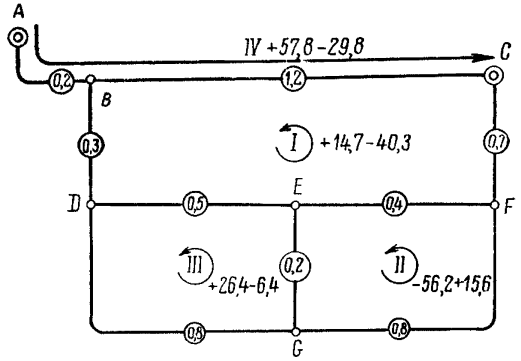


Рис. 71. Уравновешивание приращений координат системы полигонометрических ходов по способу полигонов.

I—IV — номера замкнутых полигонов; *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G* — узловые точки; цифры в окружностях — периметр звеньев, *км* (стрелками указано направление замкнутых ходов; невязки даны в сантиметрах).

7. Составляют новую схему сети (рис. 71), на которой в соответствии с числом s условных уравнений абсцисс (ординат) намечают ходы. Величину s определяют по формуле

$$s = q + u - 1,$$

где q — число замкнутых ходов; u — число твердых пунктов.

Кроме того, на схеме указывают направления ходов, их невязки в сантиметрах и периметры звеньев, выраженные в километрах.

8. Руководствуясь такими же правилами, как и при составлении нормальных уравнений для углов, составляют нормальные уравнения для абсцисс и ординат, в которых в качестве коэффициентов при коррелатах принимают периметры соответствующих ходов и звеньев.

Применительно к иллюстрируемой сети (рис. 71) получают следующие системы нормальных уравнений:
для абсцисс

$$3{,}1k_1^{(x)} - 0{,}4k_2^{(x)} - 0{,}5k_3^{(x)} - 1{,}2k_4^{(x)} + 14{,}7 = 0;$$

$$-0{,}4k_1^{(x)} + 1{,}4k_2^{(x)} - 0{,}2k_3^{(x)} - 56{,}2 = 0;$$

$$-0{,}5k_1^{(x)} - 0{,}2k_2^{(x)} + 1{,}5k_3^{(x)} + 26{,}4 = 0;$$

$$-1{,}2k_1^{(x)} + 1{,}4k_4^{(x)} + 57{,}8 = 0;$$

для ординат

$$
\begin{aligned}
&3{,}1k_1^{(y)} - 0{,}4k_2^{(y)} - 0{,}5k_3^{(y)} - 1{,}2k_4^{(y)} - 40{,}3 = 0;\\
&-0{,}4k_1^{(y)} + 1{,}4k_2^{(y)} - 0{,}2k_3^{(y)} \qquad + 15{,}6 = 0;\\
&-0{,}5k_1^{(y)} - 0{,}2k_2^{(y)} + 1{,}5k_3^{(y)} \qquad - 6{,}4 = 0;\\
&-1{,}2k_1^{(y)} \qquad + 1{,}4k_4^{(y)} - 29{,}8 = 0.
\end{aligned}
$$

9. В результате решения нормальных уравнений определяют значения коррелат. Применяя метод последовательного исключения неизвестных, решение обеих систем уравнений целесообразно вести в одном формуляре с двумя графами для свободных членов.

10. Вычисляют поправки в суммы приращений по звеньям, руководствуясь следующими правилами:

— поправка для звена, принадлежащего только одному ходу, равна периметру этого звена, умноженному на коррелату с номером данного хода;

— если звено является общим для двух ходов или более, то периметр звена умножают на алгебраическую сумму коррелат тех ходов, в которые это звено входит. При этом коррелату берут со своим знаком, если направление звена совпадает с направлением хода, и с обратным знаком, если оно направлено в противоположную сторону.

Для иллюстрируемой сети получают:

звено AB $\delta[\Delta x] = 0{,}2k_4^{(x)}$; $\delta[\Delta y] = 0{,}2k_4^{(y)}$;

звено BC $\delta[\Delta x] = 1{,}2\,(k_4^{(x)} - k_1^{(x)})$; $\delta[\Delta y] = 1{,}2\,(k_4^{(y)} - k_1^{(y)})$;

звено EF $\delta[\Delta x] = 0{,}4\,(k_1^{(x)} - k_2^{(x)})$; $\delta[\Delta y] = 0{,}4\,(k_1^{(y)} - k_2^{(y)})$.

11. По исправленным суммам приращений координат звеньев вычисляют окончательные координаты узловых точек, после чего каждое звено сети, подобно отдельным ходам, уравновешивают в координатах упрощенным способом (поправки в приращения координат пунктов хода распределяют пропорционально длине сторон каждого хода).

II. ПОРЯДОК УРАВНОВЕШИВАНИЯ СИСТЕМ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ С ОДНОЙ УЗЛОВОЙ ТОЧКОЙ

1. Определяют величину дирекционного угла узловой линии как средневзвешенное из значений, полученных по отдельным ходам; за веса дирекционных углов принимают величины, обратно пропорциональные числу углов, по которым они вычислялись.

2. Вычисляют угловую невязку каждого хода и распределяют поровну на все его углы.

3. Считая, что веса ходов обратно пропорциональны их периметрам, находят средневзвешенные значения координат узловой точки.

4. Линейные невязки каждого хода, вычисленные по осям координат, распределяют в приращения абсцисс и ординат пропорционально длине линий.

III. ПОРЯДОК УРАВНОВЕШИВАНИЯ СИСТЕМ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ ПО СПОСОБУ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ ЗАМЕНЫ

1. Систему ходов представляют в виде фиктивной системы с одной узловой точкой 18 и узловой линией 17—18 (рис. 72); нумеруют звенья и указывают их направления к выбранной узловой точке.

2. Намечают узловые линии эквивалентных ходов. Для эквивалентного хода, составленного звеньями 1, 2, 3, в качестве узловой линии выбирают сторону 9—10, а для хода, составленного звеньями 4, 5, 6 и 7, — стороны 11—12 и 32—33.

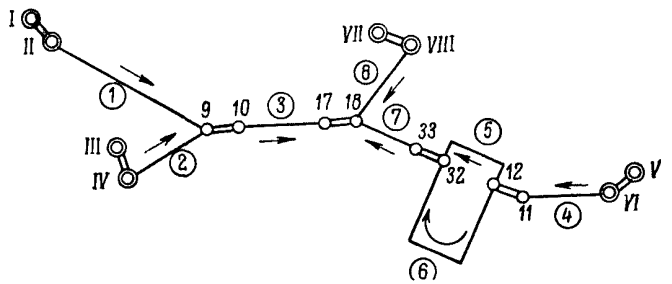


Рис. 72. Уравновешивание системы полигонометрических ходов по способу эквивалентной замены.

I—II, III—IV, V—VI, VII—VIII — стороны с твердыми дирекционными углами; цифры в окружностях — номера звеньев (стрелками указано их направление); *9—10, 17—18, 33—32, 12—11* — узловые линии.

3. Вычисляют сумму левых углов по каждому звену. За вес ее принимают величину, обратно пропорциональную числу углов данного звена

$$p_i = \frac{c}{n_i},$$

где c — рационально выбранная постоянная величина.

4. Находят средневзвешенное значение α_{9-10} по звеньям 1 и 2

$$\alpha_{9-10} = \frac{\alpha^{(1)}_{9-10} p_1 + \alpha^{(2)}_{9-10} p_2}{p_1 + p_2}.$$

Вычисляют вес α_{9-10} в эквивалентном ходе 1, 2

$$p_{1,2} = p_1 + p_2$$

и число углов $n'_{1,2}$, которое соответствует весу $p_{1,2}$,

$$n'_{1,2} = \frac{c}{p_{1,2}}.$$

5. Принимая дирекционный угол α_{9-10} за исходный, по звену 3 вычисляют $\alpha^{(1,2+3)}_{17-18}$ и определяют его вес по формуле

$$p_{1,2+3} = \frac{c}{n'_{1,2} + n_3}.$$

6. По звену 4 определяют дирекционный угол стороны 11—12 — α_{11-12}.

7. От дирекционного угла α_{11-12} по звеньям 5 и 6 вычисляют дирекционный угол α_{32-33}, после чего получают из них средневзвешенное значение

$$\alpha_{32-33} = \frac{\alpha^{(5)}_{32-33} p_5 + \alpha^{(6)}_{32-33} p_6}{p_5 + p_6}.$$

8. Принимая за исходный дирекционный угол α_{32-33}, по звену 7 вычисляют дирекционный угол $\alpha^{(5,6+4+7)}_{17-18}$ и определяют его вес

$$p_{5,6+4+7} = \frac{c}{n'_{5,6} + n_4 + n_7}.$$

9. Вычисляют по звену 8 дирекционный угол узловой линии 17—18 и находят его окончательное значение по формуле

$$\alpha_{17-18} = \frac{\alpha^{(1,2+3)}_{17-18} p_{1,2+3} + \alpha^{(5,6+4+7)}_{17-18} p_{5,6+4+7} + \alpha^{(8)}_{17-18} p_8}{p_{1,2+3} + p_{5,6+4+7} + p_8}.$$

10. Находят угловые невязки по эквивалентным ходам 1,2 + 3 и 5,6 + 4 + 7, а также по звену 8

$$f_{\beta_{1,\,2+3}} = \alpha^{(1,2+3)}_{17-18} - \alpha_{17-18},$$

$$f_{\beta_{5,6+4+7}} = \alpha^{(5,6+4+7)}_{17-18} - \alpha_{17-18},$$

$$f_{\beta_8} = \alpha^{(8)}_{17-18} - \alpha_{17-18}.$$

11. Определяют поправки к дирекционным углам узловых сторон эквивалентных ходов

$$\delta_{\alpha_{9-10}} = -f_{\beta_{1,2+3}} \frac{n'_{1,2}}{n'_{1,2} + n_3},$$

$$\delta_{\alpha_{11-12}} = -f_{\beta_{5,6+4+7}} \frac{n_4}{n'_{5,6} + n_4 + n_7},$$

$$\delta_{\alpha_{32-33}} = -f_{\beta_{5,6+4+7}} \frac{n'_{5,6} + n_4}{n'_{5,6} + n_4 + n_7}.$$

Находят невязки их звеньев.

12. Распределив полученные по каждому звену невязки поровну на все его углы, вычисляют дирекционные углы и приращения координат.

13. Аналогичным порядком уравновешивают координаты точек сети, причем за веса суммы приращений абсцисс и ординат каждого звена принимают величины, обратно пропорциональные их периметрам.

Пример уравновешивания системы полигонометрических ходов по способу эквивалентной замены (рис. 72) приведен в ведомостях уравновешивания дирекционных углов узловых линий сети, абсцисс и ординат узловых точек сети.

IV. ПОРЯДОК УРАВНОВЕШИВАНИЯ СИСТЕМ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ ПО СПОСОБУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ПРИБЛИЖЕНИЙ

Вычисления заключаются в том, что для узловых линий последовательно находят средневзвешенные значения дирекционных углов, получаемые путем передачи от всех смежных опорных дирекционных углов и линий, для которых уже найдены приближенные значения.

Для удобства вычисления средневзвешенных значений дирекционных углов вместо весов, каждый из которых определяют как величину, обратно пропорциональную числу углов звена, по которому находят значение дирекционного угла, рекомендуется использовать приведенные веса. С этой целью найденные веса для частных значений определяемого дирекционного угла суммируют, после чего каждый вес делят на полученную сумму. Поскольку сумма вновь полученных весов равна единице, то для получения средневзвешенного достаточно умножить каждое частное значение на соответствующий вес и сложить полученные значения.

При определении средневзвешенных значений пользуются последними из полученных значений смежных дирекционных углов.

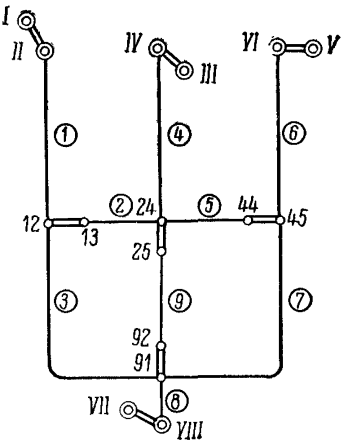


Рис. 73. Уравновешивание системы полигонометрических ходов по способу последовательных приближений.

I—II, III—IV, V—VI, VII—VIII — стороны с твердыми дирекционными углами; цифры в окружностях — номера звеньев; *12—13, 24—25, 44—45, 91—92* — узловые линии.

Пример уравновешивания системы ходов, представленной на рис. 73, приведен в ведомости уравновешивания углов системы ходов способом последовательных приближений.

Вычисления средневзвешенных дирекционных углов производят до тех пор, пока изменения, вносимые каждым последующим приближением, постепенно уменьшаясь, не окажутся в пределах точности округлений.

Пользуясь полученными значениями дирекционных углов узловых линий, подсчитывают угловые невязки звеньев и распределяют их поровну на каждый угол.

В такой же последовательности уравновешивают абсциссы и ординаты узловых точек сети; веса сначала определяют как числа, обратно пропорциональные периметрам звеньев, а затем находят приведенные веса. Уравновешенные координаты узловых точек принимают за окончательные, после чего вычисляют линейные невязки звеньев по осям координат и распределяют их пропорционально длине линий.

Уравновешивание дирекционных углов узловых линий сети способом эквивалентной замены

Звенья	Число измеренных углов n и углов эквивалентного хода n'	Веса $p=\frac{1}{n}$, $p'=\frac{1}{n'}$	Стороны хода	Опорные дирекционные углы			Суммы левых углов			Стороны хода	Приближенные дирекционные углы узловых линий			Поправки, сек.	Окончательные дирекционные углы		
				°	′	″	°	′	″		°	′	″		°	′	″
1	5	0,20	I—II	132	17	00	820	22	06	9—10	52	39	06				
2	8	0,12	III—IV	354	56	33	1497	42	52			39	25				
1,2	3,08	0,32									52	39	13	—1	52	39	12
3	7						1014	36	58								
1,2+3	10,08	0,10								17—18	347	16	11	—3	347	16	08
4	4	0,25	V—VI	57	22	15	813	03	21	11—12	150	25	36	+22	150	25	58
5	2	0,50					419	21	51	32—33	209	47	27				
6	11	0,09					2039	23	14			48	50				
5,6	1,69	0,59									209	47	40	+31	209	48	11
7	6						1217	27	04								
5,6+4+7	11,69	0,09								17—18	347	15	04	+64	347	16	08
8	6	0,17	VII—VIII	121	10	04	1306	06	36	17—18	347	16	40	—32	347	16	08

Уравновешивание абсцисс узловых точек сети способом эквивалентной замены

Звенья	Длина звеньев $[d]$	Веса $p=\frac{1}{[d]}$	Пункты	Абсциссы опорных пунктов	$[\Delta x]$	Узловые точки	Приближенные значения абсцисс узловых точек	Поправки	Окончательные значения абсцисс
1 2	0,725 0,938	1,38 1,07	II IV	1882,045 800,135	−454,357 +627,720	9	1427,688 ,855		
1,2	0,408	2,45					1427,761	+0,041	1427,802
3	0,612	1,63			+381,229				
1,2+3	1,020	0,98				18	1808,990	+0,102	1809,092
4	0,123	8,13	VI	1854,191	−70,085	12	1784,106	−0,014	1784,092
5 6	0,149 0,588	6,71 1,70			−6,736 −6,761	32	1777,370 ,345		
5,6	0,119	8,41					1777,365	−0,028	1777,337
7	0,274	3,65			+31,786				
5,6+4+7	0,516	1,94				18	1809,151	−0,059	1809,092
8	0,334	2,99	VIII	1991,101	−182,014	18	1809,087	+0,005	1809,092

Уравновешивание ординат узловых точек сети способом эквивалентной замены

Звенья	Длина звеньев $[d]$	Веса $p=\frac{1}{[d]}$	Пункты	Ординаты опорных пунктов y	$[\Delta y]$	Узловые точки	Приближенные ординаты узловых точек	Поправки	Окончательные ординаты узловых точек
1 2	0,725 0,938	1,38 1,07	II IV	1457,611 2431,820	+565,112 —409,135	9	2022,723 ,685		
1,2	0,408	2,45					2022,706	—0,028	2022,678
3	0,612	1,63			+478,199				
1,2+3	1,020	0,98				18	2500,905	—0,071	2500,834
4	0,123	8,13	VI	2890,818	—100,676	12	2790,142	+0,017	2790,159
5 6	0,149 0,588	6,71 1,70			—142,121 —142,305	32	2648,021 2647,837		
5,6	0,119	8,41					2647,984	+0,034	2648,018
7	0,274	3,65			—147,223				
5,6+4+7	0,516	1,94				18	2500,761	+0,073	2500,834
8	0,334	2,99	VIII	2573,187	—72,329	18	2500,858	—0,024	2500,834

Уравновешивание углов системы полигонометрических ходов способом последовательных приближений

Стороны ходов с исходными дирекционными углами	Опорные дирекционные углы	Звенья, по углам которых передают дирекционные углы	Сумма левых углов по направлению к узловой линии	Число углов в звене n	Веса $p=\frac{1}{n}$ $[p]$	Приведенные веса $p'=\frac{p}{[p]}$	Приближения I	Приближения II	Приближения III	Дирекционные углы
				Линия 12—13						
I—II	142° 50′ 12″	1	1132° 19′ 05″	7	0,14	0,29	15° 09′ 17″	09′ 17″	09′ 17″	
24—25		2	783 26 54	4	0,25	0,51		09 11	09 11	
91—92		3	1790 51 31	10	0,10	0,20		09 08	09 07	
				Σ	0,49	1,00	15 09 17	09 12	09 12	15° 09′ 12″
				Линия 24—25						
III—IV	306 35 05	4	1625 06 59	9	0,11	0,16	311 42 04	42 04	42 04	
12—13		2	656 33 06	4	0,25	0,37	42 23	42 18	42 18	
44—45		5	819 44 25	5	0,20	0,29		42 14	42 14	
91—92		9	1727 24 55	8	0,12	0,18		42 32	42 31	
				Σ	0,68	1,00	311 42 17	42 17	42 17	311 42 17
				Линия 44—45						
V—VI	291 33 27	6	1540 24 16	8	0,12	0,31	211 57 43	57 43	57 43	
24—25		5	980 15 35	5	0,20	0,51	57 52	57 52	57 52	
91—92		7	2707 40 13	15	0,07	0,18		57 50	57 49	
				Σ	0,39	1,00	211 57 49	57 49	57 49	211 57 49
				Линия 91—92						
VII—VIII	120 59 51	8	623 17 49	3	0,33	0,53	204 17 40	17 40	17 40	
12—13		3	1809 08 29	10	0,10	0,16	17 46	17 41	17 41	
24—25		9	1152 35 05	8	0,12	0,19	17 22	17 22	17 22	
44—45		7	2692 19 47	15	0,07	0,12	17 36	17 36	17 36	
				Σ	0,62	1,00	204 17 37	17 36	17 36	204 17 36

ПРИЛОЖЕНИЕ 40 (параграфу 9.80)

ЖУРНАЛ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ ПУ

Измеренные углы — *журнал 1, стр. 4 — 10*

Приведенная длина линий — *журнал 2, стр. 10*

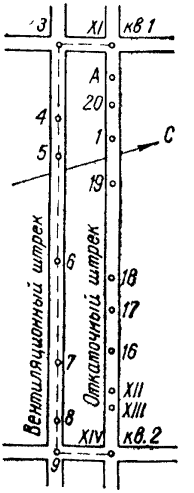
Исходные данные — *журнал 1, стр. 10*

Пункты	Измеренные горизонтальные углы β	Приведенная длина линий *d*	Дирекционные углы α	Натуральные значения		
				sin α	cos α	tg α или ctg α
XI						
		33,512	213° 11′ 49″	0,547523	0,836791	0,654312
3	92° 03′ 30″ +6					
		70,291	125 15 25	0,816558	0,577264	0,706948
4	179 42 45 +7					
		40,338	124 58 17	0,819430	0,573179	0,699485
5	180 10 00 +6					
		117,691	125 08 23	0,817759	0,575560	0,703826
6	180 01 22 +6					
		125,310	125 09 51	0,817508	0,575917	0,704479
7	180 14 38 +7					
		53,575	125 24 36	0,815015	0,579439	0,710955
8	180 11 22 +6					
		19,594	125 36 04	0,813101	0,582123	0,715930
9	89 32 38 +6					
		31,999	35 08 48	0,575679	0,817676	0,704044
XIV	90 55 52 +7					
		31,595	306 04 47	0,808190	0,588922	0,728693
XIII	180 13 22 +6					
		22,329	306 18 15	0,805871	0,592091	0,734722
XII	179 34 30 +7					
		31,399	305 52 52	0,810241	0,586097	0,723362

НКТОВ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА

Полигонометрический ход по вентиляционному и откаточному штрекам между квершлагами 1 и 2

Приращение координат				Контрольные Δy или Δx	Координаты			Примечания и эскизы
±	Δy	±	Δx		y	x	z	
					18 372,160	85 731,290		
	−3		+5					
−	18,349	−	28,043	18,349				
					353,808	703,252		
	−6		+10					
+	57,397	−	40,576	40,576				
					411,199	662,686		
	−4		+6					
+	33,054	−	23,121	23,121				
					444,249	639,571		
	−10		+16					
+	96,248	−	67,742	67,742				
					540,487	571,845		
	−11		+17					
+	102,442	−	72,168	72,168				
					642,918	499,694		
	−5		+7					
+	43,664	−	31,043	43,664				
					686,577	468,658		
	−2		+3					
+	15,932	−	11,406	11,406				
					702,507	457,255		
	−3		+4					
+	18,421	+	26,165	18,421				
					720,925	483,424		
	−3		+4					
−	25,535	+	18,607	18,607				
					695,387	502,035		
	−2		+3					
−	17,994	+	13,221	13,221				
					677,391	515,259		
	−3		+4					
−	25,441	+	18,403	18,403				



Пункты	Измеренные горизонтальные углы β	Приведенная длина линий *d*	Дирекционные углы α	Натуральные значения			Приращения координат			Контрольные Δy или Δx	Координаты			Примечания и эскизы
				sin α	cos α	tg α или ctg α	±	Δy	±	Δx	y	x	z	
16	179° 29′ 22″ +6										18 651,947	85 533,666		
		48,666	305° 22′ 20″	0,815409	0,578886	0,709934	—	−4 39,683	+	+7 28,172				
17	180 15 00 +7										612,260	561,845		
		29,791	305 37 27	0,812847	0,582478	0,716590	—	−3 24,216	+	+4 17,353				
18	179 30 22 +6										588,041	579,202		
		145,978	305 07 55	0,817843	0,575441	0,703609	—	−14 119,387	+	+20 84,002				
19	179 52 00 +7										468,640	663,224		
		53,897	305 00 02	0,819152	0,573576	0,700208	—	−5 44,150	+	+7 30,914				
1	180 45 45 +6										424,485	694,145		
		23,682	305 45 53	0,811432	0,584446	0,720265	—	−2 19,216	+	+3 13,841				
20	177 17 22 +6										405,267	707,989		
		10,210	303 03 21	0,838142	0,545452	0,650787	—	−1 8,557	+	+1 5,569				
A	182 46 45 +7										396,709	713,559		
		30,278	305 50 13	0,810695	0,585469	0,722181	—	−3 24,546	+	+4 17,727				
XI	87 21 30 +6										18 372,160	85 731,290		
3			213 11 49											
Σ β пол	2879 58 05	[*d*] = 920,135				Σ Δy	+0,084		Σ Δx	−0,125	$\frac{\Delta d}{[d]}$	$\frac{1}{6090}$		
Σ β теор	2880 00 00					Σ Δy д. б.	0,000		Σ Δx д. б.	0,000				
f_β	−01 55					Δf_y	+0,084		Δf_x	−0,125	$\frac{\Delta d_{доп}}{[d]}$	$\frac{1}{3000}$		
$f_{\beta доп}$	$2\times20\sqrt{n}$ = = ± 02 50					Δd =	$\sqrt{\Delta f_y^2+\Delta f_x^2}$ = = ± 0,151							

Примечания. 1. В замкнутом ходе теоретическую сумму внутренних уг ших углов по формуле $\sum \beta_{теор} = 180^\circ (n+2)$. В ходе между двумя твердыми сто $\sum \beta_{теор} = \alpha_n - \alpha_1 + 180^\circ n$ и измеренных правых углов по формуле $\sum \beta_{теор} = \alpha_1 -$ ный угол начальной стороны хода; n — число углов в ходе.

2. Вычисления контролируют по формуле $\Delta x = \Delta y \operatorname{ctg} \alpha$ или $\Delta y = \Delta x \operatorname{tg} \alpha$. Из ние, имеющее бо́льшую абсолютную величину, умножают на выписанное из таб имеет меньшее абсолютное значение. Полученное таким путем приращение коорди лов вычисляют по формуле $\sum \beta_{теор} = 180^\circ (n-2)$ и теоретическую сумму внешронами теоретическую сумму измеренных левых углов вычисляют по формуле $\alpha_n + 180^\circ n$, где α_n — дирекционный угол конечной стороны хода; α_1 — дирекцион- таблиц выписывают значение той функции, которая меньше единицы. Приращелиц значение функции. В результате получают приращение координаты, которое наты сравнивают с приращением этой же координаты, полученным обычным путем.

ПРИЛОЖЕНИЕ 41 (к параграфу 9.82)

ПОРЯДОК РАБОТЫ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ВЫСОТ ДЛИНОМЕРОМ ДА-2

Передачу высот (координаты z) с земной поверхности в шахту или с верхнего горизонта на нижний при помощи длиномера ДА-2 выполняют в следующем порядке.

ПЕРВЫЙ ПОЛУПРИЕМ

1. На верхней приемной площадке шахтного ствола в клети или на специальном полке устанавливают длиномер; в точках B и C — на земной поверхности и в околоствольном дворе (или на верхнем и нижнем горизонтах) — устанавливают нивелиры (рис. 74); на реперы $Rp_п$ и $Rp_ш$ устанавливают нивелирные рейки.

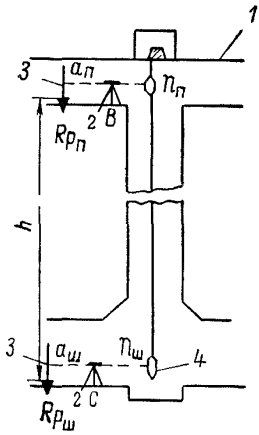


Рис. 74. Передача высот с земной поверхности в подземные горные выработки при помощи длиномера ДА-2.

1 — приемная площадка; *2* — нивелиры; *3* — рейки; *4* — груз-рейка.

2. Груз-рейку длиномера опускают приблизительно до уровня визирного луча нивелира, установленного в точке B, и берут отсчет $n_п$ по груз-рейке и одновременно с этим (по команде) отсчет $N_п$ по счетчику длиномера.

3. Визируют на рейку, установленную на репере $Rp_п$, и берут отсчет $a_п$.

4. Опускают груз-рейку до горизонта нивелира, установленного в шахте в точке C, и берут по ней отсчет $n_ш$; одновременно берут отсчет $N_ш$ по счетчику длиномера.

5. Визируют на рейку, установленную на репере $Rp_ш$, и берут отсчет $a_ш$.

ВТОРОЙ ПОЛУПРИЕМ

1. Изменяют положение груз-рейки, а также горизонты инструментов, установленных в точках B и C, и берут отсчет $n'_ш$ по груз-рейке, а также одновременно отсчет $N'_ш$ по счетчику длиномера.

2. Визируют на рейку, установленную на репере $Rp_ш$, и берут отсчет $a'_ш$.

3. Поднимают груз до горизонта нивелира, установленного в точке B, и берут отсчет $n'_п$ по груз-рейке и одновременно отсчет $N'_п$ по счетчику длиномера.

4. Визируют на рейку, установленную на репере $Rp_п$, и берут отсчет $a'_п$. Этим заканчивают второй полуприем.

В начале и в конце работы по передаче высоты измеряют температуру воздуха на поверхности и на горизонте околоствольного двора с округлением до градусов.

Отсчеты по рейкам и диску длиномера округляют до миллиметров.

Измеренное превышение $h_{изм}$ вычисляют по формулам:

при передаче высоты с земной поверхности в шахту или с верхнего горизонта на нижний

$$h_{изм} = (N_п - n_п) - (N_ш - n_ш) + (a_п - a_ш);$$

при передаче высоты с нижнего горизонта на верхний

$$h_{изм} = (N_ш - n_ш) - (N_п - n_п) + (a_ш - a_п).$$

В измеренное превышение вводят следующие поправки: за диаметр проволоки, за разность температуры проволоки на земной поверхности и в шахтном стволе, за разность температуры диска при измерении и компарировании, за компарирование диска.

Поправку за диаметр проволоки Δl вычисляют по формуле

$$\Delta l = 0{,}001\pi d\,(N_п - N_ш),\ м,$$

где d — диаметр проволоки, *мм* (принимают по паспорту завода или измеряют микрометром); $\pi = 3{,}1416$.

Поправку за разность температуры проволоки в стволе и на земной поверхности $\Delta t_п$ вычисляют по формуле

$$\Delta t_п = \alpha_1 (N_п - N_ш)(t_{ср} - t_п),\ м,$$

где α_1 — температурный коэффициент линейного расширения металла, из которого изготовлена проволока (для стали $\alpha_1 = 0{,}0000115$); $t_п$ — температура воздуха, диска длиномера и проволоки на земной поверхности; $t_{ср}$ — средняя температура воздуха в стволе, $t_{ср} = \frac{t_п - t_ш}{2}$.

Поправку за разность температуры диска при измерении превышения и при компарировании $\Delta t_д$ вычисляют по формуле

$$\Delta t_д = \alpha_2 (N_п - N_ш)(t_п - t_0),\ м$$

где α_2 — температурный коэффициент линейного расширения металла, из которого изготовлен диск; t_0 — температура диска при компарировании.

Поправку за компарирование диска r вычисляют по формуле

$$r = (N_п - N_ш)(k - 1),\ м,$$

где k — коэффициент, равный отношению $\frac{l}{l_{пр}}$, в котором l — длина окружности диска по паспорту завода, *м*; $l_{пр}$ — проектная длина окружности диска, *м*.

Формулы вычисления поправок относятся к передаче высоты с верхних горизонтов на нижние; при передаче высоты с нижних горизонтов на верхние член ($N_п - N_ш$) заменяют членом ($N_ш - N_п$).

Исправленное превышение между реперами будет

$$h_{исп} = h_{изм} + \Delta l + \Delta t_п + \Delta t_д + r, \ м.$$

Расхождение между двумя определениями превышения допускают не более величины, вычисленной по формуле

$$\Delta h_{доп} = 10 + 0{,}2H, \ мм,$$

где H — глубина шахтного ствола, *м*.

При допустимых расхождениях из двух измерений получают среднее арифметическое.

Высоту определяемого репера вычисляют по формуле

$$z_{Rp_{опр}} = z_{Rp_{исх}} + h_{ср}.$$

Вычисление высоты репера в шахте при передаче ее длиномером ДА-2

Обозначения	Передача высоты при спуске груз-рейки	Передача высоты при подъеме груз-рейки	Примечание
$N_п$	24,992	25,132	Журнал измерений 1, стр. 5—8
$n_п$	0,257	0,296	
$N_п - n_п$	24,735	24,836	Длиномер ДА-2 № 219
$N_ш$	802,019	801,985	Длина окружности диска l =
$n_ш$	0,104	0,055	= 0,997408 *м*;
$N_ш - n_ш$	801,915	801,930	$l_{пр}$ = 1,000000 *м*;
$a_п$	1,095	1,080	k = 0,997407
$a_ш$	1,250	1,215	
$a_п - a_ш$	—0,155	—0,135	
$h_{изм}$	—777,335	—777,229	
Δl	—1,953	—1,953	
$\Delta t_п$	+0,022	+0,022	
$\Delta t_д$	—0,049	—0,049	
r	+2,014	+2,014	
$h_{исп}$	—777,301	—777,195	
$z_{Rp_п}$	+102,195	+102,195	
$z_{Rp_ш}$	—675,106	—675,000	
$z_{Rp_{шср}}$		—675,053	

ПРИЛОЖЕНИЕ 42 (к параграфу 9.93)

ЖУРНАЛ ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЫСОТ ПУНКТОВ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

(ход)

Журнал измерения длины линий _____, стр. _____ Дата « » _____ 19 г.

Журнал измерения углов _____, стр. _____ Вычислял _____

Исходные данные — каталог _____, стр. _____

Стороны хода	Измеренный угол наклона α	Приведенная длина стороны d, м	$\operatorname{tg}\alpha_i$	$d\operatorname{tg}\alpha_i$	Высота инструмента i, м	Высота визирования v, м	Превышение h', м	Среднее превышение $h_{ср}$, м	Поправка δh, м	Исправленное превышение h, м	Высота пункта $H_i = H_{i-1} + h$	Пункт
20—21	+22° 10′ 22″	44,814	0,407538	18,263	—1,238	+1,301	18,326	18,324	+0,005	18,329	—101,712	20
21—20	—21 24 00	44,815	0,391896	17,563	—1,580	+0,820	—18,323				—83,383	21
21—22												
22—21												

Примечания. 1. Превышение h' вычисляют по формулам: при проложении хода по пунктам в подошве выработки

$$h' = d\operatorname{tg}\alpha_i + i - v;$$

при проложении хода по пунктам в кровле выработки

$$h' = d\operatorname{tg}\alpha_i - i + v.$$

2. Поправку δh получают путем распределения невязки хода на каждое превышение.

3. Невязка хода Δh может быть распределена пропорционально длине сторон хода (упрощенный способ) или с учетом весов превышений, определяемых по формуле $P_h = \frac{1}{m_h^2}$, где m_h — средняя квадратическая ошибка определения превышения

$$m_h^2 = \mu^2 d \sin\alpha_i + \lambda^2 d^2 \sin^2\alpha_i + d^2\cos^2\alpha_i \frac{m_{\alpha_i}^2}{\rho^2} + 2m_v^2,$$

здесь μ и λ — коэффициенты случайного и систематического влияния ошибок при измерении длины линий хода, m_{α_i} — ошибка измерения угла наклона, m_v — ошибка определения i и v; $\rho = 206\,265''$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 43 (к параграфам 9.94 и 11.8)

ЖУРНАЛ ТЕХНИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

(ход)

Условия работы— « »——19 г.

Наблюдатель——

Нивелир—— тип——

Станции	Пункты	Отсчеты по рейке, *мм*		Превышение, *мм*	Среднее превышение, *мм*	Примечания и эскизы
		задний	передний			
1	21—22	1018 1111	1169 1264	—0151 —0153	—0152	
2	22—23	1212 1200	1316 1302	—0104 —0102	—0103	
Постраничный контроль		$\sum З = 4541$	$\sum П = 5051$	$\sum h = -0510$	$\sum h_{ср} = -0255$	

ПРИЛОЖЕНИЕ 44 (к параграфу 9.97)

ПРИМЕРЫ УРАВНОВЕШИВАНИЯ ВЫСОТНЫХ СЕТЕЙ

I. ПОРЯДОК УРАВНОВЕШИВАНИЯ СИСТЕМ НИВЕЛИРНЫХ ПОЛИГОНОВ ПО СПОСОБУ проф. В. В. ПОПОВА (ПУТЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕВЯЗОК)

1. Составляют схему сети (рис. 75) с нанесением узловых пунктов и их номеров. Каждый полигон обозначают номером и указывают стрелкой его направление. Около каждого звена указывают его длину. Для удобства дальнейших вычислений длину звеньев выражают в сотнях метров (гектометрах).

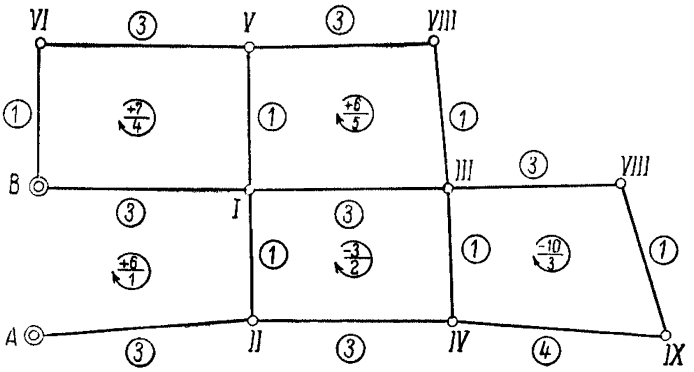


Рис. 75. Уравновешивание системы нивелирных ходов методом последовательного распределения невязок (до введения поправок).

Дроби: в числителе — невязки полигонов, в знаменателе — номера полигонов; *I—VIII* — номера узловых пунктов; цифры в окружностях — длина звеньев; стрелками указано направление полигона.

2. Находят невязки всех полигонов $f_1 = +6$, $f_2 = -3$, $f_3 = -10$, $f_4 = +7$, $f_5 = +6$ и записывают их на схеме в середине соответствующего полигона.

3. Помещают на схеме (рис. 76) около наружных звеньев по одной таблице для записи поправок, около внутренних звеньев по две таблицы (по одной с каждой стороны звена).

4. Вычисляют (до сотых долей) отношение длины каждого звена к периметру своего полигона — красные числа, записываемые красными чернилами над таблицей поправок вне полигона. Сумма красных чисел для каждого полигона должна быть равна единице. Так

для полигона 1 красные числа будут: для звена A — II $\frac{3}{7}=0{,}43$; для звена I—II $\frac{1}{7}=0{,}14$; для звена B — I $\frac{3}{7}=0{,}43$.

5. Распределение невязок начинают с полигона, имеющего наибольшую невязку; в данном случае это полигон 3. Для этого величину невязки умножают на красные числа и результат записывают в соответствующие таблицы без изменения знака.

Например, для полигона 3: $-10\cdot0{,}45=-5$; $-10\cdot0{,}33=-3$; $-10\cdot0{,}11=-1$; $-10\cdot0{,}11=-1$.

Сумма произведений должна быть равна невязке. Распределенные невязки отмечают окружностями.

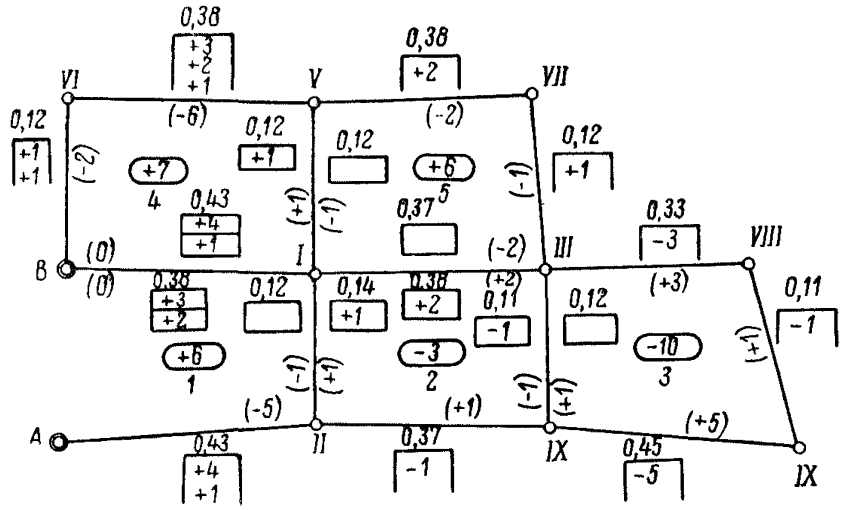


Рис. 76. Уравновешивание системы нивелирных ходов методом последовательного распределения невязок (после введения поправок).

1—5 — номера полигонов; *I—IX* — номера узловых пунктов; в овалах — невязки полигонов; в скобках — распределение их по звеньям; в незамкнутых прямоугольниках — поправки наружных звеньев; в замкнутых прямоугольниках — поправки внутренних звеньев; над всеми прямоугольниками — красные числа.

6. Переходят к полигону 4 и распределяют невязку, равную +7, пропорционально красным числам.

7. Переходят к полигону 1, где невязка равна +6. Кроме того, сюда перешла часть невязки, равная +3. Следовательно, невязка полигона 1 будет равна $+6+3=+9$; ее также распределяют пропорционально красным числам.

8. Аналогично распределяют невязку в полигоне 5, где она равна +6.

9. Нераспределенную невязку в полигоне 2, которая с учетом частей невязок из смежных полигонов равна $-3-1+2+1=-1$, выносят за наружное звено II—IV.

10. Вновь переходят к полигону 4, в котором повторная невязка равна $+4+1=+5$; ее распределяют также пропорционально красным числам.

Вследствие этого в полигон 1 перейдет часть повторной невязки, равная +2. Часть этой невязки (+1) выносят за наружное звено A — II, а часть — в полигон 4. Из полигона 4 часть невязки, перешедшую из полигона 1, выносят за наружное звено VI—V.

Таким образом распределяют все невязки.

11. Далее находят поправки для каждого звена. Для звена B — I полигона 1 поправка

$$\delta_{B\text{-I}} = (+3+2) - (+4+1) = 0.$$

Для того же звена I — B, но взятого по направлению полигона 4, поправка будет

$$\delta_{\text{I}-B} = (+4+1) - (+3+2) = 0;$$

для звена I—II

$$\delta_{\text{I-II}} = 0 - 1 = -1;$$

для звена II — A

$$\delta_{\text{II}-A} = -(4+1) = -5.$$

Таким образом, окончательная поправка для звена, взятого по ходу полигона, равна сумме поправок, записанных около звена внутри полигона, минус сумма поправок, записанных около этого же звена полигона. На рис. 76 окончательные поправки вписывают около каждого звена в круглых скобках.

12. Для контроля сумму поправок сравнивают с невязкой. Поправки в каждом звене распределяют на отдельные превышения так же, как при уравновешивании отдельного полигона.

II. ПОРЯДОК УРАВНОВЕШИВАНИЯ ВЫСОТНОЙ СЕТИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ВЫСОТ ЧЕРЕЗ ДВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛА

Высоты подземных реперов A и B (рис. 77), между которыми прокладывают ход геометрического нивелирования, получают путем передачи с земной поверхности; их вычисляют по формулам

$$z_A = z_{\text{I}} - h_{\text{I}-A};$$

$$z_B = z_{\text{II}} - h_{\text{II}-B},$$

где z_{I} и z_{II} — высоты исходных реперов; $h_{\text{I}-A}$ и $h_{\text{II}-B}$ — превышения между реперами на земной поверхности и подземными реперами.

Для уравновешивания нивелирного хода между стволами шахт с учетом ошибок исходных данных, т. е. ошибок определения высот

реперов A и B, находят веса измеренных величин, пользуясь формулой

$$p = \frac{c}{m^2},$$

где m — средняя ошибка передачи высот через вертикальный шахтный ствол, c — произвольно выбранное целое число (например, 100).

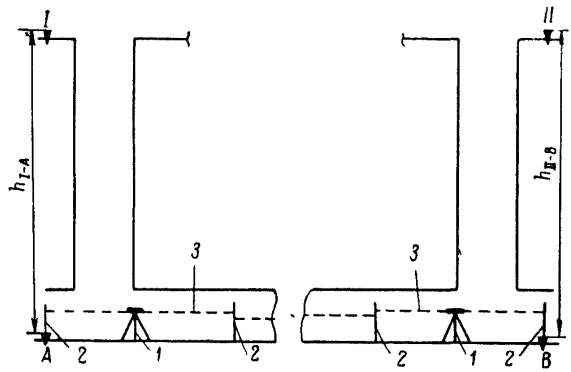


Рис. 77. Передача высот с земной поверхности в подземные горные выработки через два вертикальных ствола.

I, II, A, B — реперы, *1* — нивелиры, *2* — рейки; *3* — визирные лучи; h_{I-A} и h_{II-B} — превышения.

Среднюю ошибку передачи высот через вертикальный ствол определяют по формуле

$$m = \frac{\Delta h}{2\sqrt{2}},$$

где Δh — допустимое расхождение между двумя результатами передачи высот в шахту, *мм*.

Допустимое расхождение между двумя результатами передачи высоты по каждому стволу определяют по формуле

$$\Delta h = 10 + 0{,}2H, \text{ мм},$$

где H — глубина ствола, *м*.

Ошибку среднего арифметического из двух передач определяют по формуле

$$M_h = \frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{\Delta h}{4} = \frac{10 + 0{,}2H}{4}, \text{ мм}.$$

Значения Δh, M_h и $p_h = \frac{100}{M_h^2}$ для различной глубины стволов

Глубина ствола H, *м*	Допустимое расхождение между результатами двух передач Δh, *мм*	Средняя ошибка результата M_h, *мм*	Вес p_h
100	30	± 8	1,56
200	50	± 12	0,69
300	70	± 18	0,31
400	90	± 22	0,21
500	110	± 27	0,14
600	130	± 32	0 10
700	150	± 38	0,07
800	170	± 42	0,06
900	190	± 48	0,04
1000	210	± 52	0,004

Среднюю ошибку одного превышения в подземном ходе геометрического нивелирования можно принять равной ±5 *мм*, тогда вес превышения

$$p_г = \frac{100}{25} = 4.$$

Измеренные величины должны удовлетворять условию

$$z_I + h_{I-A} + \sum_1 h_i + h_{B-II} - z_{II} = 0.$$

Если пренебречь ошибками реперов I и II, находящихся на земной поверхности, то уравнение ошибок будет:

$$\varepsilon_{I-A} + n\varepsilon_г + \varepsilon_{B-II} + f = 0,$$

где ε_{I-A} — поправка в превышение $I - A$; ε_{B-II} — поправка в превышение $B - II$; $\varepsilon_г$ — поправка в превышение на станции хода; n — число превышений; f — невязка.

Определение коэффициентов нормального уравнения

Превышения	a	$\frac{1}{p}$	$\frac{a}{p}$	$\frac{aa}{p}$
a_{I-A}	+1	$\frac{1}{p_h}$	$\frac{1}{p_h}$	$\frac{1}{p_h}$
a_{B-II}	+1	$\frac{1}{p_h}$	$\frac{1}{p_h}$	$\frac{1}{p_h}$
a_I	+1	$\frac{1}{p_г}$	$\frac{1}{p_г}$	$\frac{1}{p_г}$
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
a_n	+1	$\frac{1}{p_г}$	$\frac{1}{p_г}$	$\frac{1}{p_г}$

Нормальное уравнение будет $\left(\frac{2}{p_h}+\frac{n}{p_г}\right)k+f=0$, отсюда

$$k=-\frac{f}{\frac{2}{p_h}+\frac{n}{p_г}}=-\frac{fp_г p_h}{2p_г+np_h}.$$

Следовательно,

$$\varepsilon_{I\text{-}A}=\frac{a_{I\text{-}A}}{p_h}k=-\frac{fp_г}{2p_г+np_h};$$

$$\varepsilon_{B\text{-}II}=\frac{a_{B\text{-}II}}{p_h}k=-\frac{fp_г}{2p_г+np_h};$$

$$\varepsilon_г=\frac{1}{p_г}k=-\frac{fp_h}{2p_г+np_h}.$$

Пример. Исходные данные: высоты реперов на земной поверхности $z_1=+72{,}125$, $z_{II}=+75{,}128$; превышения $h_{I\text{-}A}=-331{,}146$, $h_{II\text{-}B}=-334{,}554$. Между подземными реперами A и B проложен нивелирный ход, причем $n=50$, $\sum_1^{50} h_i=-0{,}345$.

После подстановки измеренных значений в условное уравнение получают невязку $f=+60$ *мм*. Вес передачи на глубину 330 *м* равен $p_h=0{,}26$; вес одного превышения в подземном ходе $p_г=4$.

Составив нормальное уравнение $20{,}2k+60=0$, находят $k=-2{,}97$.

Тогда $\varepsilon_{I\text{-}A}=-\frac{2{,}97}{0{,}26}=-11$ *мм*; $\varepsilon_{B\text{-}II}=-\frac{2{,}97}{0{,}26}=-11$ *мм*; $\varepsilon_г=-\frac{2{,}97}{4}=-0{,}75$ *мм*. Суммарная поправка в нивелирный ход $\varepsilon_{I\text{-}50}=n\varepsilon_г=-0{,}75\cdot 50=-38$ *мм*. В данном случае суммарную невязку распределяют на станции с более длинными сторонами.

Контроль выполняют подстановкой исправленных величин в условное уравнение.

Контроль также может быть выполнен по формуле

$$[p\varepsilon\varepsilon]=-[kf].$$

После введения поправок в измеренные величины получают

$$h_{I\text{-}A}=-331{,}146-0{,}011=-331{,}157;$$

$$h_{B\text{-}II}=334{,}554-0{,}011=+334{,}543;$$

$$\sum_1^{50} h_i=-0{,}345-0{,}038=-0{,}383.$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 45 (к параграфу 13.30)

ПРОВЕРКА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ОБОРУДОВАНИЯ ОДНОКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Для проверки правильности взаимного положения геометрических элементов подъемной установки от разбивочной оси главного вала подъемной машины, принимаемой за исходное направление, прокладывают теодолитный ход с небольшим числом вершин (рис. 78). Предварительно проверяют параллельность оси вала машины и натянутой между осевыми скобами проволоки, фиксирующей разбивочную ось вала. Угол между ними не допускают более 2′.

В точке *A* вывешивают отвес, приблизительно на оси подъема закрепляют точку *III* и прокладывают теодолитный ход *A—I—II—III—V* впереди или сзади здания подъемной машины на расстоянии 40—100 *м* от ствола; вблизи нулевой площадки закрепляют точку *IV*.

На точке *III* от стороны хода *III—II* откладывают угол *II—III—V*, предварительно вычисляемый с таким условием, чтобы направление *III—V* было перпендикулярно к оси вала машины, и выносят это направление на подшкивную площадку. Направление на подшкивной площадке фиксируют проволокой *V—VI*.

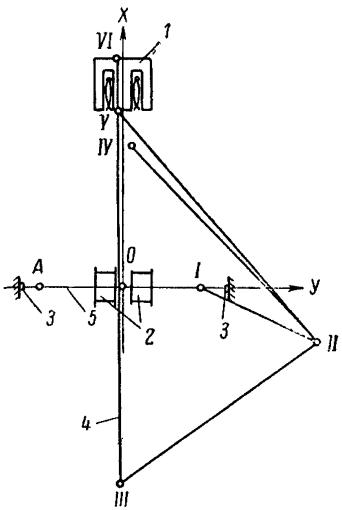


Рис. 78. Теодолитный ход при проверке правильности взаимного положения геометрических элементов одноканатной подъемной установки.

1 — подшкивная площадка; *2* — барабаны подъемной машины; *3* — осевые скобы; *4* — линия, параллельная оси подъема; *5* — проволока (разбивочная ось вала машины).

Затем измеряют на подшкивной площадке расстояния a_1, a_1', a_2 и a_2' от проволоки до внешних граней реборд шкивов на концах горизонтального диаметра, а также расстояние l между внешними гранями реборд шкива (рис. 79). В здании подъемной машины измеряют до сантиметров расстояние между внутренними гранями реборд барабанов b_0, ширину свободной части b и b', ширину рабочей части $b_р$ и $b_р'$ и общую ширину зон витков трения и запасных витков ($b_т + b_з$) и ($b_т' + b_з'$) у двухбарабанных машин (рис. 79, *б*); измеряют общую ширину свободной части, зон витков трения и запасных витков ($b + b_з + b_т$) и ($b' + b_з' + b_т'$) и общую ширину барабана B у однобарабанных и бицилиндроконических машин (рис. 79, *а*, *в*, *г*).

а
б
в
X
VI
a_1
a'_1
l
c
3
a
a'
a_2
a'_2
V
C
$\gamma\cos\varphi$
$\gamma'\cos\varphi$
$\beta_н$
$\beta'_н$
$\beta_в$
$\beta'_в$
L
1
$\alpha'_н$
$\alpha_н$
$\alpha'_в$
$\alpha_в$
2
O
y
$B_{зак}$
$b_з$
b
b'
$b'_з$
$b_н$
$b_в$
$b_т$
$b'_в$
$b'_н$
$b'_т$
B
$b_р$
$b'_р$
b_0

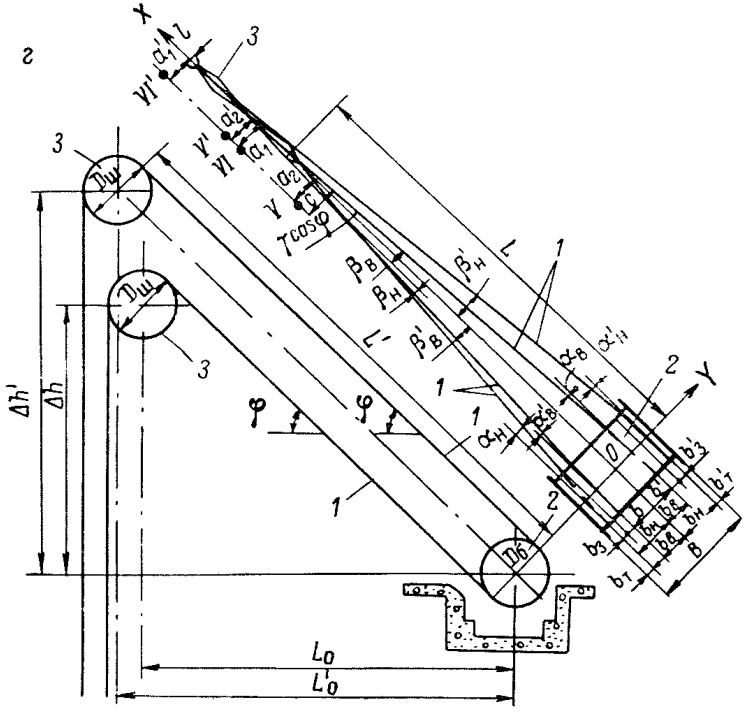


Рис. 79. Углы девиации подъемного каната на шкивах и барабанах подъемной машины.

а — однобарабанной; *б* — двухбарабанной; *в* — бицилиндроконической; *г* — однобарабанной с расположением шкивов в одной вертикальной плоскости. *1* — крайние положения подъемных канатов; *2* — барабаны подъемных машин; *3* — направляющие шкивы.

Для определения положения подъемных канатов относительно проводников на уровне нулевой площадки и для нахождения горизонтального проложения расстояния между осью вала подъемной машины и осью копровых шкивов с точки *IV* (см. рис. 78) полярным способом производят съемку проводников и подъемных канатов (в тот момент, когда подъемный сосуд данного каната опущен на нижний горизонт).

Нивелиром, желательно с самоустанавливающейся визирной линией, или шланговым нивелиром проверяют горизонтальность валов подъемной машины и направляющих шкивов. По результатам съемок и измерений вычисляют координаты, высотные отметки и углы девиации.

В системе координат, в которой за ось ординат Y принимают ось вала машины, а за ось абсцисс X — перпендикулярную ей ось симметрии подъемной машины (с началом координат в точке O), вычисляют координаты y и x точек теодолитного хода, канатов и проводников. Среднее значение полусуммы ординат (абсцисс) осей двух соответствующих (парных) проводников и значение ординаты (абсциссы) оси каната не должны отличаться более чем на ± 20 *мм*.

Для каждого каната соответственно типу подъемной установки подсчитывают два максимальных угла девиации на барабане подъемной машины — наружный $\alpha_н$ и внутренний $\alpha_в$, определяемые по следующим формулам:

для подъемной установки с двумя цилиндрическими барабанами и шкивами, расположенными на одной геометрической оси (рис. 79, *б*),

$$\alpha_н = \frac{b_н - a}{L}\rho'; \quad \alpha_в = \frac{a + b_н}{L}\rho';$$

для подъемной установки с одним разрезным или цельным цилиндрическим барабаном или с бицилиндроконическим барабаном и шкивами, расположенными на одной геометрической оси (рис. 79, *а*, *в*),

$$\alpha_н = \frac{b_н - a}{L}\rho'; \quad \alpha_в = \frac{b_в + a}{L}\rho';$$

для подъемной установки с одним разрезным или цельным цилиндрическим барабаном и шкивами, расположенными в одной вертикальной плоскости, совпадающей с осью OX (рис. 79, *г*),

$$\alpha_н = \frac{b_н}{L}\rho'; \quad \alpha_в = \frac{b_в}{L}\rho';$$

при смещении шкивов от оси OX вправо

$$\alpha_н = \frac{b_н + a}{L}\rho'; \quad \alpha_в = \frac{b_в - a}{L}\rho'$$

и влево

$$\alpha_н = \frac{b_н - a}{L}\rho'; \quad \alpha_в = \frac{b_в + a}{L}\rho',$$

здесь $b_н$ и $b_в$ — расстояния от оси OX до соответствующего крайнего положения каната на барабане; a — расстояние от оси OX до плос-

кости шкива; L — наклонное расстояние между осью вала машины и осью вала шкивов, определяемое с округлением до метров ($\rho' = 3440'$).

Величины $b_н$ и $b_в$ определяют по формулам:
для двухбарабанных машин (рис. 79, *б*)

$$b_н = 0{,}5b_0 + b + b_р + b_з \text{ или } b_н = B - b_т + 0{,}5b_0;$$
$$b_в = 0{,}5b_0 + b;$$

для однобарабанных и цилиндроконических машин (рис. 79, *а*, *в*, *г*)

$$b_н = 0{,}5B - b_т;\ b_в = 0{,}5B - (b' + b'_з + b'_т).$$

Ширину зоны запасных витков $b_з$ находят из разности между измеренной общей зоной ($b_з + b_т$) и вычисленной зоной витков трения $b_т$. Зону витков трения $b_т$ вычисляют по формуле

$$b_т = n_т(d + e),$$

где $n_т$ — число витков трения; d — диаметр подъемного каната; e — принятый зазор между витками каната. Расстояния a и a' для подъемных установок первого и второго типа определяют по формулам

$$a = |0{,}5(a_1 + a_2) + 0{,}5l \pm c|;\ a' = |0{,}5(a'_1 + a'_2) + 0{,}5l \pm c|.$$

где c — расстояние между вынесенным направлением $V—VI$ и осью OX, равное ординате точки V. Знак перед c определяется расположением проволоки $V—VI$ относительно оси OX.

Для установок третьего типа расстояния a и a' определяют по формулам

$$a = 0{,}5(a_1 + a_2) + 0{,}5l - c;\quad a' = 0{,}5(a'_1 + a'_2) + 0{,}5l - c.$$

Наклонное расстояние L — длину струны каната (рис. 79, *г*) — определяют по формулам

$$L = \sqrt{L_0^2 + \Delta h^2};\quad L_0 = x_k - \frac{D_ш}{2},$$

где L_0 — горизонтальное проложение расстояния L; $x_к$ — абсцисса отвеса каната в принятой системе координат; $D_ш$ — диаметр шкива; Δh — превышение оси вала шкива относительно оси вала машины.

Так как ось вала шкива может быть непараллельна оси вала машины, то углы девиации на шкиве могут отличаться от углов девиации на барабане машины.

Для каждого шкива подсчитывают два максимальных угла девиации — наружный $\beta_н$ и внутренний $\beta_в$, определяемые для всех типов подъемных машин по формулам

$$\beta_н = \alpha_н - \gamma\cos\varphi;\ \beta_п = \alpha_в + \gamma\cos\varphi;\ \gamma = \frac{a_2 - a_1}{D_ш}\rho',$$

где γ — горизонтальный угол поворота плоскости шкива относительно оси OX (оси подъема); φ — угол наклона струны подъемного каната.

Значение угла φ с округлением до градусов находят по формуле

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\Delta h}{L}.$$

Пример вычисления углов девиации для двухбарабанной подъемной машины

Вычисление углов девиации подъемных канатов
Шахта Максимовская пологая, главный подъем.
Подъемная машина 2БМ-42МЛ

Порядок действий	Обозначение величин	Название барабана и шкива: западный	Название барабана и шкива: восточный
1	$0{,}5b_0$	290	290
2	b	40	100
3	$b_р$	1020	1000
4	$b_з$	90	70
	$b_н = 0{,}5b_0 + b + b_р + b_з$ $b_в = 0{,}5b_0 + b$		
5	$b_н$	1440	1460
6	$b_в$	330	390
7	a_1	285	1252
8	a_2	260	1284
9	$0{,}5\,(a_1 + a_2)$	272	1268
10	$0{,}5l$	69	69
11	c	600	600
	$a = 0{,}5\,(a_1 + a_2) + 0{,}5l \pm c$		
12	a	941	737
13	$b_н - a$	499	723
14	$a - b_в$	611	347
15	L_0, *м*	34,5	34,5
16	Δh, *м*	35,5	35,5
	$L = \sqrt{L_0^2 + \Delta h^2}$		
17	L, *м*	49,5	49,5
	$\alpha_н = \frac{b_н - a}{L}\rho'$; $\alpha_в = \frac{a - b_в}{L}\rho'$		
18	$\alpha_н$	0° 35′	0° 50′
19	$\alpha_в$	0° 42′	0° 24′
20	$(a_2 - a_1)$, *мм*	−25	+32
21	$D_ш$, *мм*	3000	3000
	$\gamma = \frac{a_2 - a_1}{D_ш}\rho'$; $\operatorname{tg}\varphi = \frac{\Delta h}{L_0}$		
22	γ	−29′	+37′
23	φ	46°	46°
24	$\cos\varphi$	0,69	0,69
25	$\gamma\cos\varphi$	−20′	+25′
	$\beta_н = \alpha_н - \gamma\cos\varphi$ $\beta_в = \alpha_в + \gamma\cos\varphi$		
26	$\beta_н$	0° 55′	0° 25′
27	$\beta_в$	0° 22′	0° 49′

Примечание. Если вычисленные углы девиации подъемных канатов превосходят предельные значения, то величину Δ, на которую следует переместить шкив вдоль оси вала, определяют из выражения

$$\Delta = a - \frac{b_н + b_в}{2}.$$

Направление перемещения определяется знаком Δ.

ПРИЛОЖЕНИЕ 46 (к параграфу 13.30)

ПРОВЕРКА СООТНОШЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ МНОГОКАНАТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Основные геометрические элементы многоканатной подъемной установки применительно к четырехканатной установке с отклоняющими шкивами показаны на рис. 80.

На многоканатных подъемных установках различают: углы отклонения от вертикали осей систем канатов θ и ω (рис. 81); углы девиации головных канатов на ведущих α и отклоняющих β шкивах; углы девиации промежуточных канатов на ведущих φ и отклоняющих ψ шкивах; углы наклона оси коренного вала δ и оси вала отклоняющих шкивов δ'; угол поворота оси вала отклоняющих шкивов относительно оси коренного вала ε; угол перегиба канатов отклоняющими шкивами η.

Углы отклонения θ и ω определяют в проекциях на две вертикальные плоскости, одна из которых параллельна оси коренного вала, а другая — оси подъема. Углы θ и ω характеризуют геометрическую связь подъемной машины с армировкой и достигают своих максимальных значений при верхних положениях соответствующих подъемных сосудов.

Под углами девиации канатов понимают углы, образованные осью каната с плоскостью соответствующего шкива. Углы девиации канатов являются геометрической характеристикой бокового воздействия канатов на футеровку шкивов. Углы девиации α и β головных канатов достигают максимальных значений при верхнем положении подъемного сосуда. Углы девиации φ и ψ промежуточных канатов зависят от точности взаимной установки ведущих и отклоняющих шкивов.

В результате маркшейдерской проверки соотношения геометрических элементов многоканатной подъемной установки определяют углы θ, ω, α, β, γ, ψ, δ, ε, η.

Методика измерений заключается в съемке осей канатов методом ординат при верхнем и нижнем положениях подъемных сосудов относительно осей, закрепленных на перекрытии ниже машинного зала параллельно оси коренного вала машины (рис. 82). При этом допускают, что оси канатов при нижнем положении сосуда вертикальны.

Вычисления выполняют в условной системе координат, за ось ординат которой принимают ось коренного вала, а за ось абсцисс — линию, проходящую через середину ручья левого крайнего ведущего шкива (ось абсцисс направлена в сторону отклоняющих шкивов).

Съемку осей канатов рекомендуется выполнять при помощи координатометра (рис. 83).

Помимо съемки осей канатов производят определение углов наклона осей δ и δ' коренного вала и вала отклоняющих шкивов; для

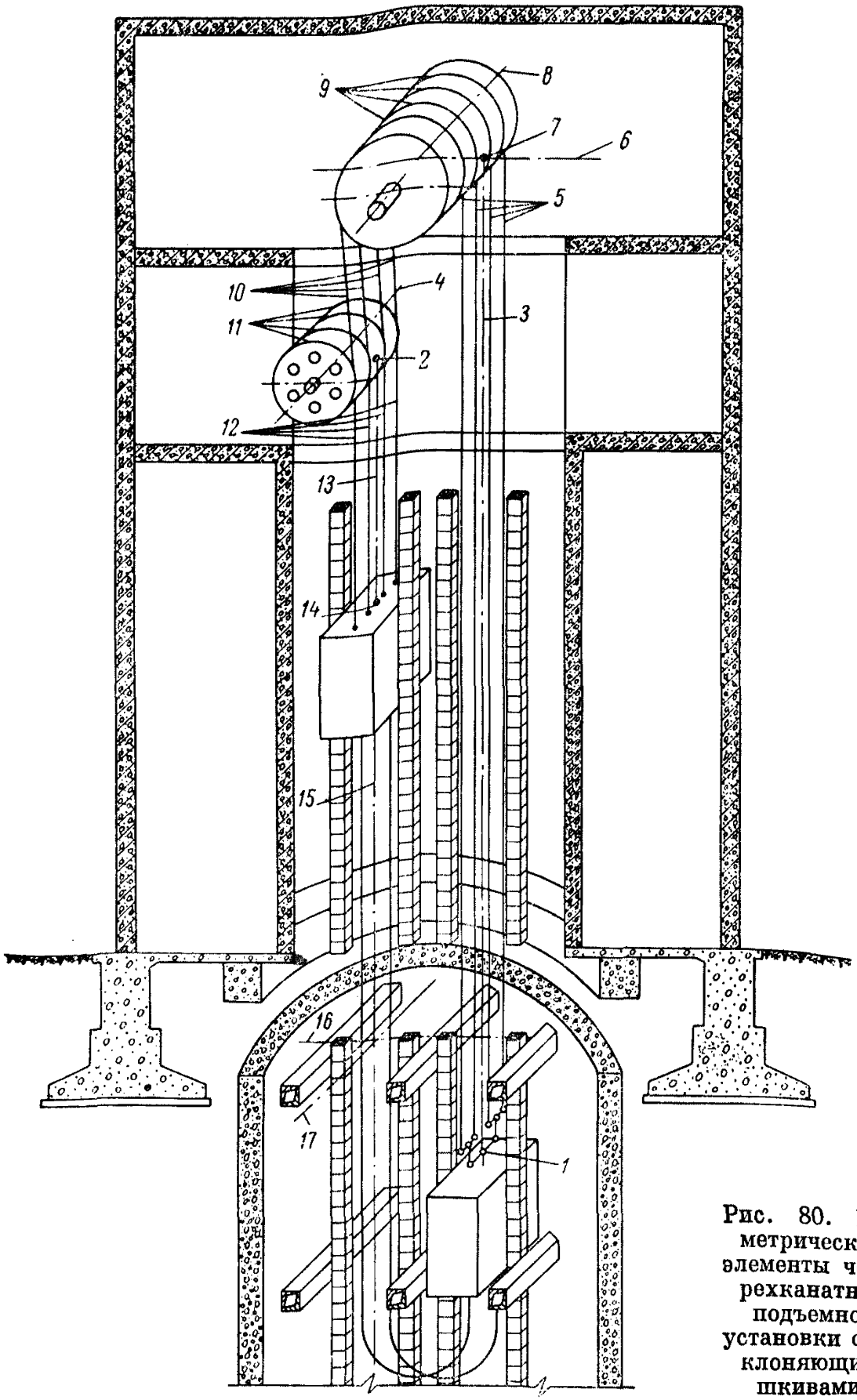


Рис. 80. Геометрические элементы четырехканатной подъемной установки с отклоняющими шкивами.

1 и *14* — средние точки балансирного и безбалансирного подвесных устройств; *2* и *7* — средние точки схода канатов с ведущих и с отклоняющих шкивов; *3* и *13* — оси систем неотклоненных и отклоненных канатов; *4* — ось вала отклоняющих шкивов; *5*, *12* и *10* — оси головных и промежуточных подъемных канатов; *6* — ось подъема; *8* — ось коренного вала; *9* и *11* — плоскости ведущих и отклоняющих шкивов; *15* — вертикальная ось подъемного отделения; *16* и *17* — горизонтальные оси подъемного отделения.

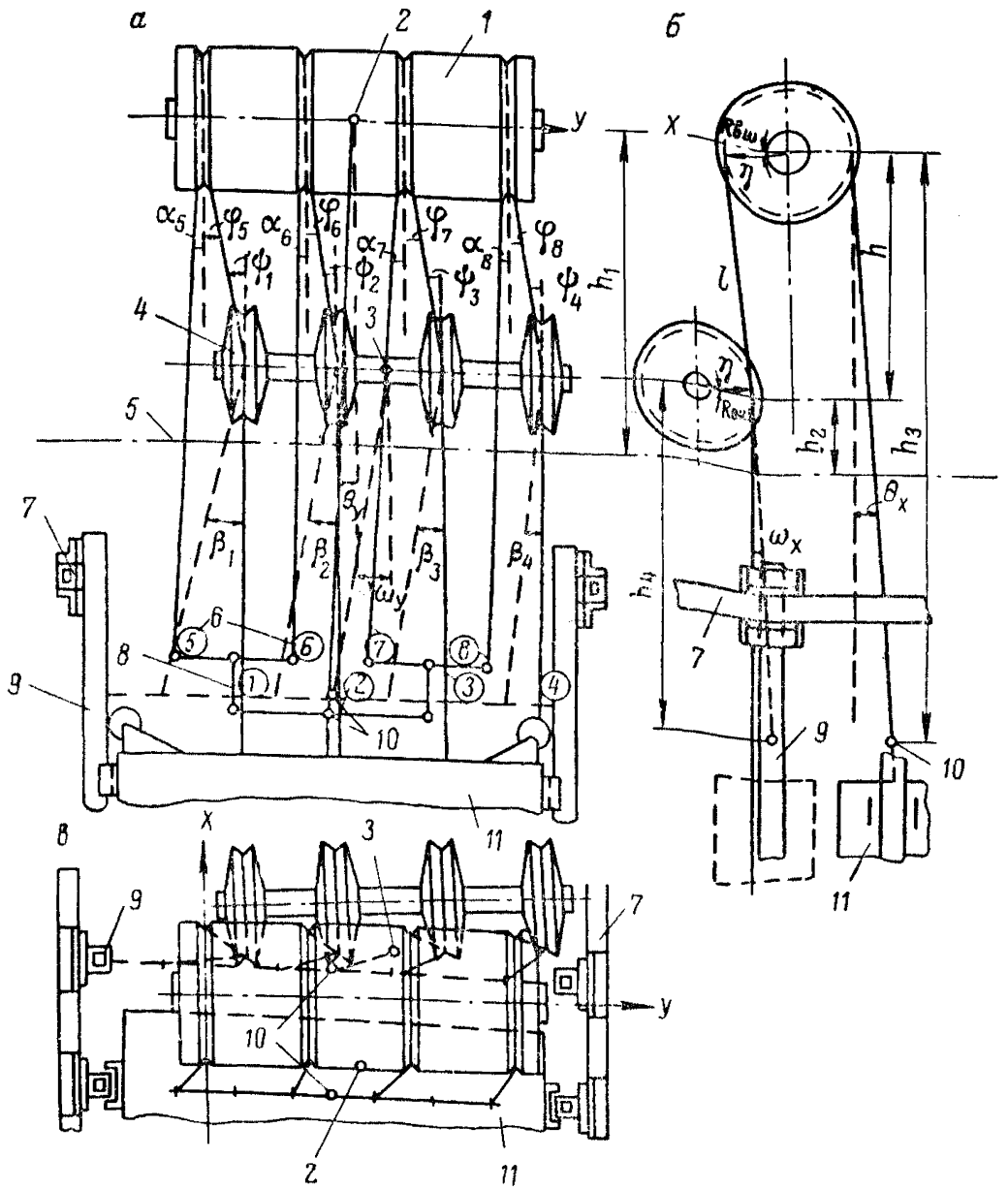


Рис. 81. Отклонения геометрических элементов четырехканатной подъемной установки с отклоняющими шкивами.

а и *б* — проекции на вертикальную плоскость, параллельную и перпендикулярную к оси коренного вала, соответственно; *в* — вид в плане. *1* — барабан ведущих шкивов; *2*, *3* — средние точки схода канатов с ведущих и отклоняющих шкивов; *4* — отклоняющие шкивы; *5* — горизонт установки отклоняющих шкивов; *6* — номер каната, *7* — расстрел; *8* — подвесное устройство подъемного сосуда; *9* — проводник; *10* — средние точки подвесных устройств; *11* — подъемный сосуд.

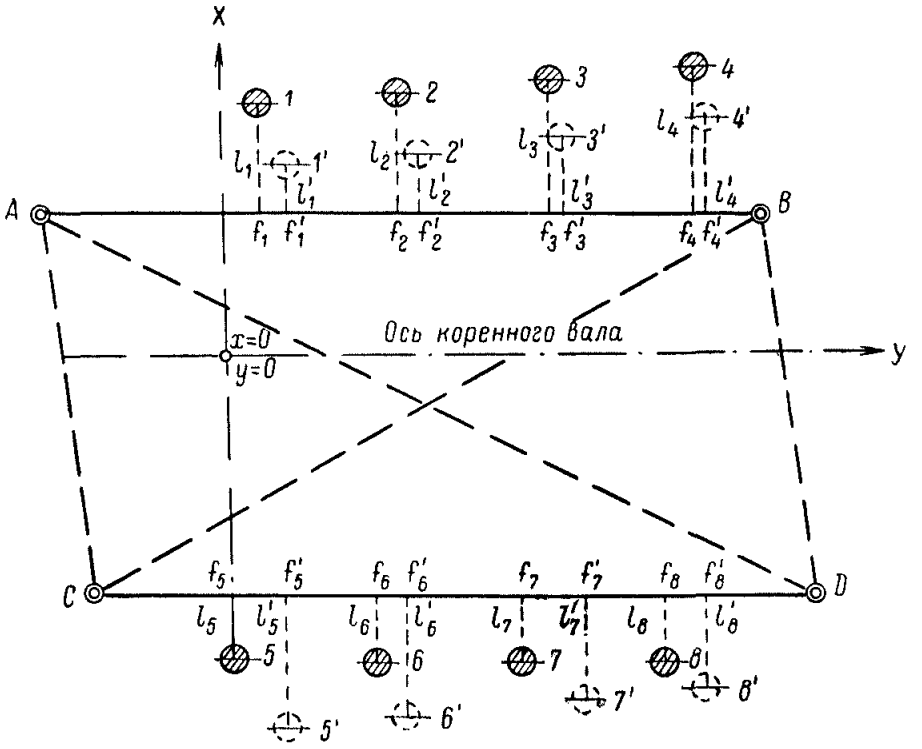


Рис. 82. Съемка осей канатов методом ординат.

A, *B*, *C*, *D* — пункты вспомогательных осей; *1—8* — номера сечений канатов при нижнем положении подъемного сосуда; *1'—8'* — номера сечений канатов при верхнем положении подъемного сосуда.

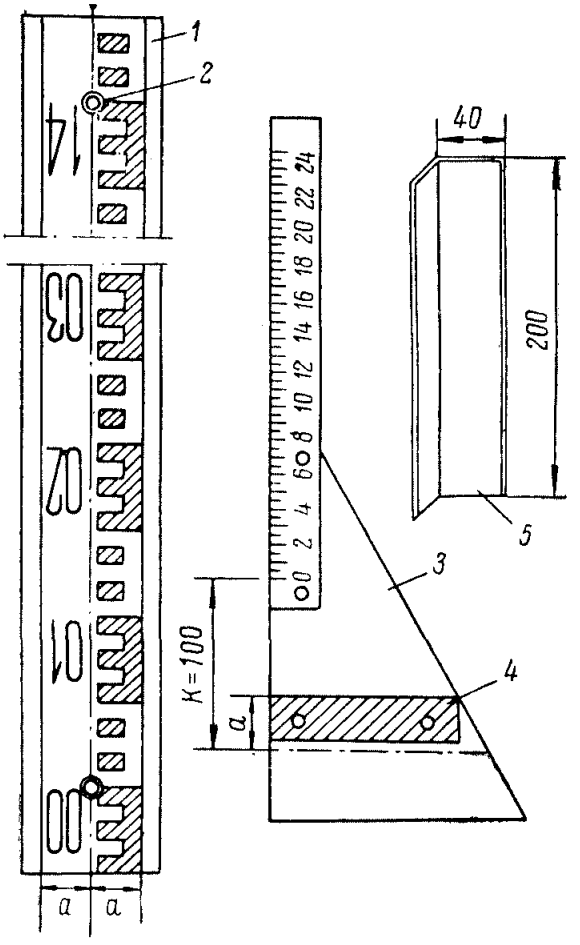


Рис. 83. Координатометр.

1 — нивелирная рейка; *2* — отверстие для закрепления рейки на пунктах вспомогательных осей; *3* — ординатометр; *4* — направляющая пластина; *5* — уголок.

этого методом двойного нивелирования шланговым нивелиром НШТ определяют превышение между точками, расположенными на верху вала в месте входа его в подшипники; методом опоясывания рулеткой измеряют в этих точках длину окружностей и определяют радиусы вала; измеряют расстояние между точками вдоль вала.

Определяют угол поворота оси вала отклоняющих шкивов ε относительно оси коренного вала из съемки методом ординат концов оси вала отклоняющих шкивов относительно вспомогательной оси AB; вычисляют превышения h, h_1, h_2, h_3 и h_4 (см. рис. 81).

Углы отклонения θ и ω вычисляют по формулам

$$\theta_y = \frac{\sum y_i' - \sum y_i}{nh_1}\rho''; \quad \theta_x = \frac{\sum x_i' - \sum x_i}{nh_1}\rho'' + \frac{R_{в.\,ш\,ср} - R_{в.\,ш}}{h_3}\rho'';$$

$$\omega_y = \frac{\sum y_k' - \sum y_k}{nh_2}\rho''; \quad \omega_x = \frac{\sum x_k' - \sum x_k}{nh_2} + \frac{R_{о.\,ш\,ср} - R_{о.\,ш}}{h_4}\rho'',$$

где y_i' и y_i — ординаты осей канатов (5, 6, 7, 8) при верхнем и нижнем положениях подъемного сосуда; n — количество канатов в системе; $\rho'' = 3438''$; x_i' и x_i — абсциссы осей канатов (5, 6, 7, 8) при верхнем и нижнем положениях подъемного сосуда; $R_{в.\,ср}$ — среднее (проектное) значение радиуса ведущего шкива; $R_{в.\,ш}$ — радиус ведущего шкива во время измерений; y_k' и y_k — ординаты осей отклоненных канатов (1, 2, 3, 4) при верхнем и нижнем положениях сосуда; x_k' и x_k — абсциссы осей тех же канатов; $R_{о.\,шср}$ и $R_{о.\,ш}$ — радиусы отклоняющих шкивов, соответственно проектный и измеренный.

Для определения значений граничных углов θ_x и ω_x новой и максимально износившейся футеровки вычисляют соответствующие поправки по формулам

$$\Delta\theta_x = \pm\frac{2b - 3r_к}{4h_3}\rho'';$$

$$\Delta\omega = \pm\frac{r_к}{h_4}\rho'',$$

где b — толщина новой футеровки на ведущих шкивах; $r_к$ — радиус каната.

Углы девиации головных канатов вычисляют по формулам

$$\alpha_i = \theta_y + \delta + \lambda_i; \quad \beta_k = \omega_y + \delta'' + \lambda_k,$$

где λ_i и λ_k — поправки, учитывающие положение балансиров подвесных устройств.

Для жесткого (безбалансирного) подвесного устройства $\lambda = 0$. Поправки за горизонтальное и наклонное положение балансиров вычисляют по формулам

для неотклоненных канатов

$$\lambda_{l\,г} = \frac{S_{i\,г} - S_i}{h_3}\rho'; \qquad \lambda_{l\,н} = \frac{S_{i\,н} - S_i}{h_3}\rho';$$

для отклоненных канатов

$$\lambda_{k\,г} = \frac{S_{k\,г} - S_k}{h_4}\rho'; \qquad \lambda_{k\,н} = \frac{S_{k\,н} - S_k}{h_4}\rho',$$

где $S_{i\,г}$, $S_{k\,г}$ — расстояния от оси системы до оси данного каната при горизонтальном положении балансира, определяемые по схеме

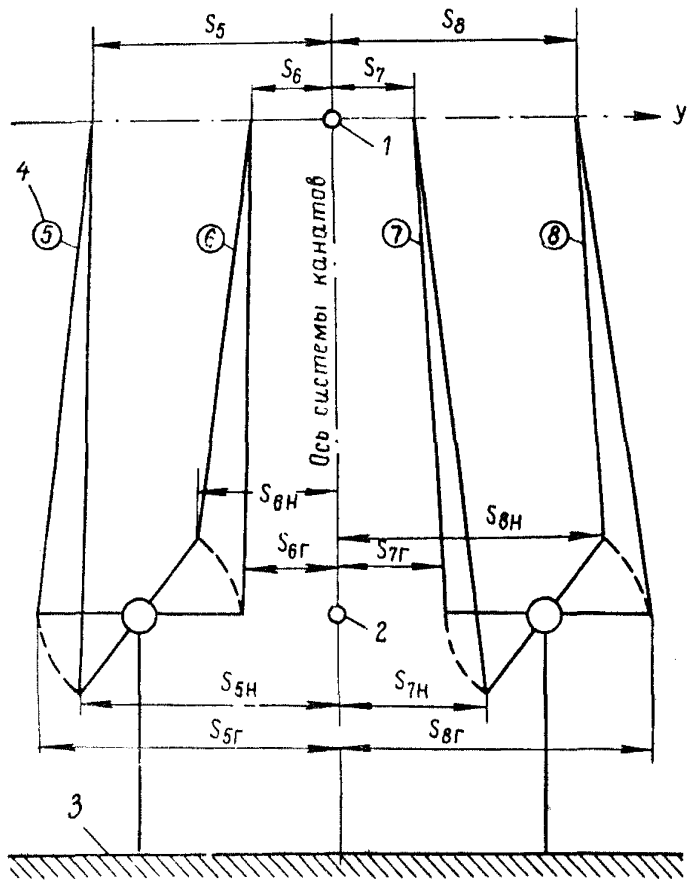


Рис. 84. Балансирное устройство четырехканатной подъемной установки.

1 — средняя точка схода канатов с ведущих шкивов; *2* — средняя точка подвесного устройства; *3* — верх подъемного сосуда; *4* — номер каната.

балансирного устройства (рис. 84); $S_{i\,н}$, $S_{k\,н}$ — аналогичные расстояния, но при максимальном наклоне балансира; если канат расположен относительно оси системы в сторону уменьшения ординат, то $S_{i\,г}$, $S_{k\,г}$ и $S_{i\,н}$, $S_{k\,н}$ имеют знак минус, если в сторону увеличения ординат, то знак плюс; S_i, S_k — расстояния от оси системы до оси каната в точке схода его со шкива, вычисляемые по формуле $S_i = y_i - y_{ср}$ и $S_k = y_k - y_{ср}$.

Углы девиации промежуточных канатов определяют по формулам:
на ведущих шкивах

$$\varphi_l = \frac{\Delta y''}{l}\rho'' + \delta,$$

на отклоняющих шкивах

$$\psi_k = \frac{\Delta y'''}{l}\rho'' + \delta + \varepsilon \sin \eta,$$

где $\Delta y'' = y_k - y_l$ — разность ординат осей отклоненного и неотклоненного канатов, определенных при нижнем положении подъемного сосуда; $\Delta y''' = y_l - y_k$; l — длина струны промежуточного каната, вычисляемая по формуле $l = h - 600$ *мм*.

Приближенное значение угла перегиба η может быть вычислено по формуле

$$\eta = \operatorname{arctg} \frac{\Delta x''}{h},$$

где $\Delta x'' = -(x_l + x_к)$.

Примечание. Абсциссы неотклоненного x_l и отклоненного $x_к$ каната определены при нижнем положении сосуда.

Допустимые значения угловых отклонений нормативными документами не установлены. Временные допустимые отклонения, предложенные ВНИМИ, находят по табл. 43.

ТАБЛИЦА 43

Отклонения	Допустимые величины	Отклонения	Допустимые величины	Отклонения	Допустимые величины
θ_y	0° 30′	α	1° 30′	δ	0° 02′
ω_y	0 30	β	1 30	δ'	0 10
θ_x	1—1 30	φ	0 30	ε	0 45
ω_x	1—1 30	ψ	0 30		

Подробно методика измерений и вычислений изложена в «Методических указаниях по выполнению маркшейдерских работ при проверках соотношения геометрических элементов многоканатных подъемных установок», ВНИМИ, 1969.

ПРИЛОЖЕНИЕ 47 (к параграфу 13.31)

РАЗБИВКА КРУГОВЫХ КРИВЫХ И СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

РАЗБИВКА КРУГОВЫХ КРИВЫХ

Для разбивки круговой кривой находят ее главные точки — начало кривой $НК$, конец кривой $КК$ и середину кривой $СК$. Положение этих точек определяется основными элементами кривой (рис. 85): T — линией тангенса или касательной и B — биссектрисой или линией биссектора.

Основные элементы кривой вычисляют по формулам

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; \quad B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right),$$

где α — угол поворота трассы; R — радиус кривой.

К основным элементам кривой относят также длину кривой S, определяемую по формуле

$$S = \frac{\pi R \alpha}{180}.$$

Разность между длиной $2T$ и S называют домером $Д$.

Середину кривой находят, отложив при вершине A угол, равный $\frac{180 - \alpha}{2}$, и биссектрису B.

При большой величине биссектрисы середину кривой находят по малым тангенсам t, полухорде b и стрелке f, которые определяют по формулам

$$t = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}, \quad b = R \sin \frac{\alpha}{2}, \quad f = 2R \sin \frac{\alpha}{4}.$$

Вычисление элементов кривой выполняют с помощью специальных таблиц (В. Н. Ганьшин, Л. С. Хренов. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых, III изд. М., Недра, 1966; таблицы Союздорпроекта), по аргументам α и R.

Если заданы начало и конец кривой и требуется определить ее радиус, то определяют хорду $a = 2b$ и удаление хорды $B + f = h$ от поворотной точки A. По величинам T, b и h вычисляют биссектрису B и радиус кривой R по формулам

$$B = \frac{T(T - b)}{h}; \quad R = \frac{Tb}{h}$$

После закрепления главных точек кривой приступают к детальной разбивке.

Наиболее точно детальную разбивку кривой выполняют способом прямоугольных координат (рис. 86). За ось абсцисс принимают

линию тангенса. За начало координат для одной половины кривой принимают начальную точку кривой, а для другой половины — конечную точку кривой.

Координаты промежуточных точек кривой получают из таблиц (по аргументам φ и R). Центральный угол φ находят по заданному расстоянию S между смежными промежуточными точками, пользуясь формулой

$$\varphi = \frac{S}{R}\rho.$$

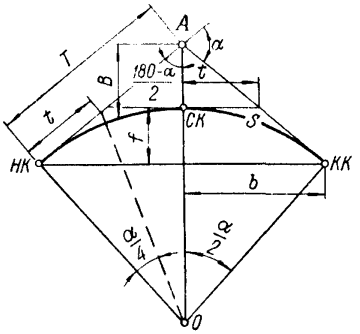


Рис. 85. Элементы круговой кривой.

S — круговая кривая; O — центр круговой кривой.

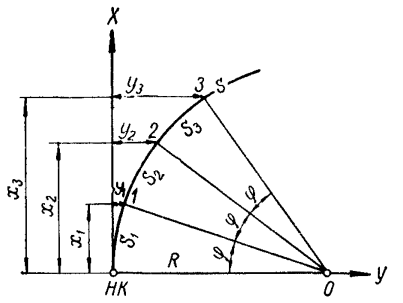


Рис. 86. Детальная разбивка круговой кривой способом прямоугольных координат.

S — круговая кривая; O — центр круговой кривой.

Разбивочные координаты промежуточных точек *1*, *2*, *3* находят по формулам

$$x_1 = R\sin\varphi;\ y_1 = R(1-\cos\varphi) = 2R\sin^2\frac{\varphi}{2};$$

$$x_2 = R\sin 2\varphi;\ y_2 = R(1-\cos 2\varphi) = 2R\sin^2\varphi.$$

Если вычисленные значения координат будут велики, что приведет к значительному объему линейных измерений, то применяют разбивку точек по касательным в сочетании с разбивкой по хорде (рис. 87).

При разбивке по хорде за ось X принимают хорду *3—3′*, за начало координат — середину этой хорды O, за ось Y — биссектрису.

Координаты промежуточных точек в этой системе вычисляют по формулам

$$x_{ск} = 0;\ y_{ск} = R(1-\cos 3\varphi);$$

$$x_1 = R\sin\varphi;\ y_1 = y_{ск} - R(1-\cos\varphi);$$

$$x_2 = R\sin 2\varphi;\ y_2 = y_{ск} - R(1-\cos 2\varphi);$$

$$x_3 = R\sin 3\varphi;\ y_3 = y_{ск} - R(1-\cos 3\varphi).$$

Разбивочные координаты вычисляют только до средней точки *СК*; вторую половину круговой кривой разбивают от ее противоположного конца по этим же координатам.

Детальную разбивку закруглений на насыпи целесообразнее выполнять способом углов. Для этого принимают определенное значение длины хорды l (рис. 88), соединяющей расположенные рядом промежуточные точки кривой, и по величине l находят центральный угол φ, пользуясь формулой

$$\sin\frac{\varphi}{2}=\frac{l}{2R}.$$

Устанавливают теодолит над начальной точкой кривой *НК* и от линии тангенса откладывают угол $\frac{\varphi}{2}$. Вдоль построенного направления откладывают отрезок l и получают на кривой промежуточную точку *1*. Затем от линии тангенса откладывают угол φ, а от закрепленной точки *1* — отрезок l. Конечная точка этого отрезка, расположенная на вновь построенном направлении, определит промежуточную точку *2*. Аналогично определяют последующие промежуточные точки кривой.

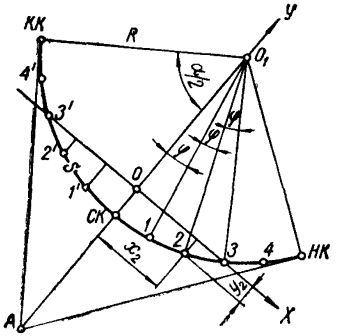


Рис. 87. Детальная разбивка круговой кривой комбинированным способом (от хорд и касательных).

S — круговая кривая; O_1 — центр круговой кривой.

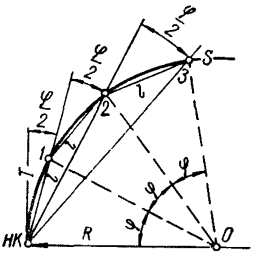


Рис. 88. Детальная разбивка круговой кривой способом углов.

S — круговая кривая; *O* — центр круговой кривой.

Если при разбивке длина визирных лучей будет большой или при визировании окажутся какие-либо препятствия, то теодолит переносят в одну из последних закрепленных точек кривой и в этой точке строят новую касательную, от которой и ведут дальнейшую детальную разбивку.

Для создания плавного перехода от прямых направлений к круговым кривым устраивают переходные кривые, величина радиуса которых изменяется от бесконечности до радиуса круговой кривой.

В качестве переходной применяют кривую, которая выражается формулой

$$r_{\text{п}} = \frac{c}{S_{\text{п}}},$$

где $r_{\text{п}}$ — радиус кривизны; $S_{\text{п}}$ — длина переходной кривой от ее начала до текущей точки; c — постоянная величина (параметр переходной кривой).

Круговая кривая вместе с переходными кривыми образует закругление, или суммарную кривую (рис. 89), главные элементы которой определяют по формулам

$$T = (R + \Delta r_{\text{c}}) \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + m; \quad S = \frac{\pi R \varphi}{180} + l_{\text{п}};$$

$$D = 2T - S; \quad B = (R + \Delta r_{\text{c}}) \sec \frac{\varphi}{2} - R;$$

$$m = \frac{l_{\text{п}}}{2}\left(1 - \frac{l_{\text{п}}^2}{120R^2}\right);$$

$$\Delta r_{\text{c}} = \frac{l_{\text{п}}^2}{24R}\left(1 - \frac{l_{\text{п}}^2}{112R^2}\right);$$

$$\beta = \frac{90 l_{\text{п}}}{\pi R}; \quad x' = l_{\text{п}}\left(1 - \frac{l_{\text{п}}^2}{40R^3}\right);$$

$$y' = \frac{l_{\text{п}}^2}{6R},$$

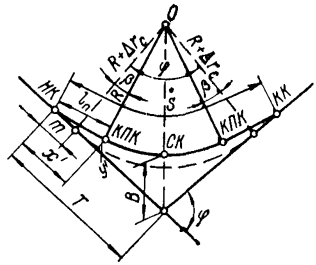


Рис. 89. Детальная разбивка переходной кривой.

$l_{\text{п}}$ — переходная кривая; O — центр круговой кривой.

где φ — общий угол поворота; R — радиус круговой части кривой; T — расстояние от вершины угла поворота до начала или конца всей новой кривой (суммированный тангенс кривой); S — общая длина кривой; $l_{\text{п}}$ — длина каждой переходной кривой; Δr_{c} — смещение круговой кривой; m — добавочный тангенс; x', y' — условные координаты концов переходных кривых.

Главные точки закругления с переходными кривыми разбивают в такой последовательности:

— по значениям угла поворота, радиуса и длины переходной кривой из таблиц разбивки кривых выбирают длину тангенсов, кривой и биссектрисы;

— откладывают от вершины угла в обе стороны величину тангенса и получают начало *НК* и конец *КК* кривой;

— по направлению биссектрисы откладывают ее величину и находят середину кривой *СК*.

Детальную разбивку переходных кривых выполняют с помощью вышеназванных специальных таблиц В. Н. Ганьшина и Л. С. Хренова, Союздорпроекта и др.

РАЗБИВКА СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

При разбивке стрелочного перевода определяют и закрепляют положение следующих его элементов (рис. 90): центра перевода B, стыка рамного рельса A, конца перевода (стыка рельсов) C,

математического центра крестовины D. Взаимное расположение этих точек указывают на эпюре стрелочного перевода, которая должна быть приложена к проекту.

Прежде всего тщательно рихтуют путь, а затем откладывают расстояние от исходной точки, указанной в проекте, до центра перевода B или стыка рельса A и на оси пути закрепляют полученную

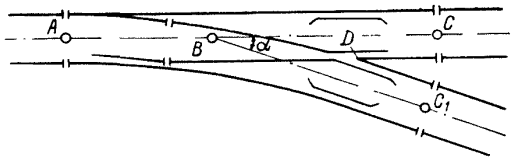


Рис. 90. Разбивка стрелочного перевода.

точку (забивают кол или отмечают краской на шейке рельса). При разбивке остальных точек руководствуются эпюрой укладки стрелочного перевода.

Для разбивки точки C_1, указывающей направление бокового пути и обозначающей стык пригоночных рельсов, устанавливают теодолит над точкой B и от оси пути BC откладывают угол α, величина которого определяется маркой крестовины. В построенном направлении на расстоянии $BC_1 = BC$ закрепляют точку C_1.

Положение рельсов переводной кривой устанавливают от наружного рельса прямолинейного пути по ординатам, указанным на эпюре.

Все линейные разбивочные работы при укладке перевода выполняют с округлением до сантиметров.

ПРИЛОЖЕНИЕ 48 (к параграфу 14.1)

ОТКЛОНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ

Проводники после их навески вследствие неточной установки элементов армировки и ошибок их изготовления получают смещение от проектного положения.

В связи с этим маркшейдерская служба обязана определять отклонения:

— пролета проводников от вертикали между смежными ярусами расстрелов в плоскости, перпендикулярной a и параллельной b расстрелам (рис. 91);

— двусторонних проводников одного относительно другого в вертикальной плоскости проекции, параллельной расстрелам, c (рис. 92);

— ширины колеи ΔS (под шириной колеи S понимают расстояние между лобовыми поверхностями проводников, рис. 92).

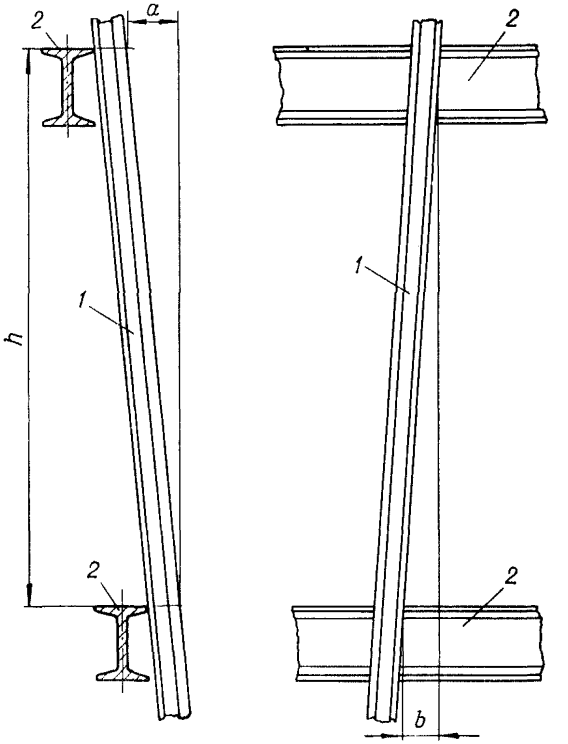


Рис. 91. Отклонения пролета проводника от вертикали.

1 — проводник; *2* — расстрелы.

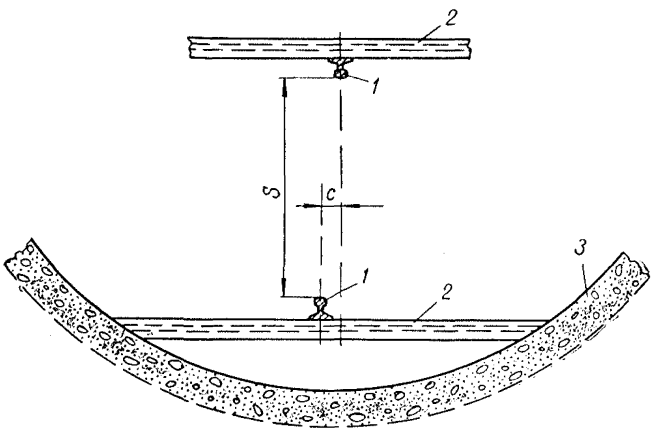


Рис. 92. Отклонения двусторонних проводников в проекции на вертикальную плоскость, параллельную расстрелам.

1 — проводники; *2* — расстрелы; *3* — крепь ствола.

ПРИЛОЖЕНИЕ 49 (к параграфу 14.5)

ЖУРНАЛ ПРОХОДКИ ШАХТНОГО СТВОЛА

_____ ствола

Шахта (ШПУ) _____

Руководящая организация _____

Проходка начата _____ 197 г.

Проходка окончена _____ 197 г.

ОСНОВНЫЕ ПРОЕКТНЫЕ ДАННЫЕ

Категория шахты по газу *II*

Полная глубина ствола с зумпфом *590,0 м*

Глубина ствола с зумпфом к вводу шахты в эксплуатацию *590,0 м*

Высотные отметки:

устья ствола *+211,4 м*

вентиляционных горизонтов *—138,6 м (гор. 350)*

откаточных горизонтов *—238,6 м (гор. 450)*, *—338,6 м (гор. 550)*

Высотная отметка, принятая за нуль при составлении разреза, *+211,4 м*

Диаметры ствола *в свету 6,0 м*, *в проходке 6,6 м*

Площадь сечения ствола *в свету 28,3 м²*, *в проходке 34,2 м²*

Толщина постоянной крепи *300 мм*

Начало работ по оснащению ствола к проходке *август 1966 г.*

Пересекаемые породы

Породы	Мощность		Породы	Мощность	
	м	%		*м*	%
Рыхлые отложения	0,5	—	*Глинистые сланцы*	189,5	32,2
Плывун	—	—	*Известняки*	3,5	0,6
Глина	6,8	1,5	*Уголь*	4,7	0,8
Песок	1,9	—	*Итого*	590,0	100,0
Песчаники	225,0	38,0			
Песчанистые сланцы	158,1	26,9	*В том числе водоносных пород*	195,5	33,0

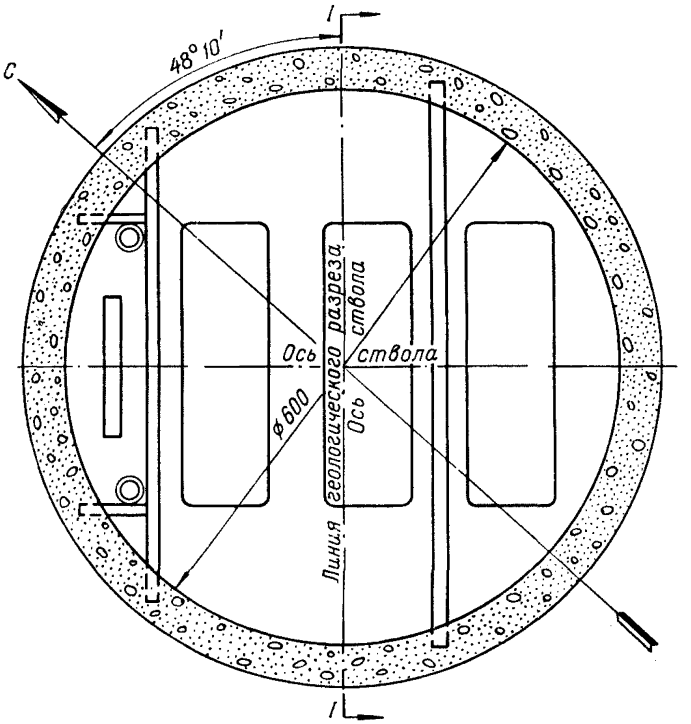
Водоносные горизонты

Название, символ	Ожид. приток, *м³/ч*	Глубина, *м*	Название, символ	Ожид. приток, *м³/ч*	Глубина, *м*
Песчаник m_1Sl_2	*16,0*	*12,6—19,1*			
Известняк M_1	*5,0*	*22,8—23,3*			
Известняк L_1	*40,0*	*87,0—90,0*			
Песчаник LSl_1	*57,0*	*129,0—185,0*			
Известняк L_7	*42,0*	*226,0—228,0*			
Песчаник L_7Sl_6	*15,0*	*234,0—245,0*	Итого	*480,0*	

Способы проходки

Способы	Глубина зоны, *м*
Замораживание	—
Бурение	—
Буро-взрывной	*0—590,0*
В том числе с цементацией пород (суммарная мощность зацементированных водоносных пород)	*150,5*

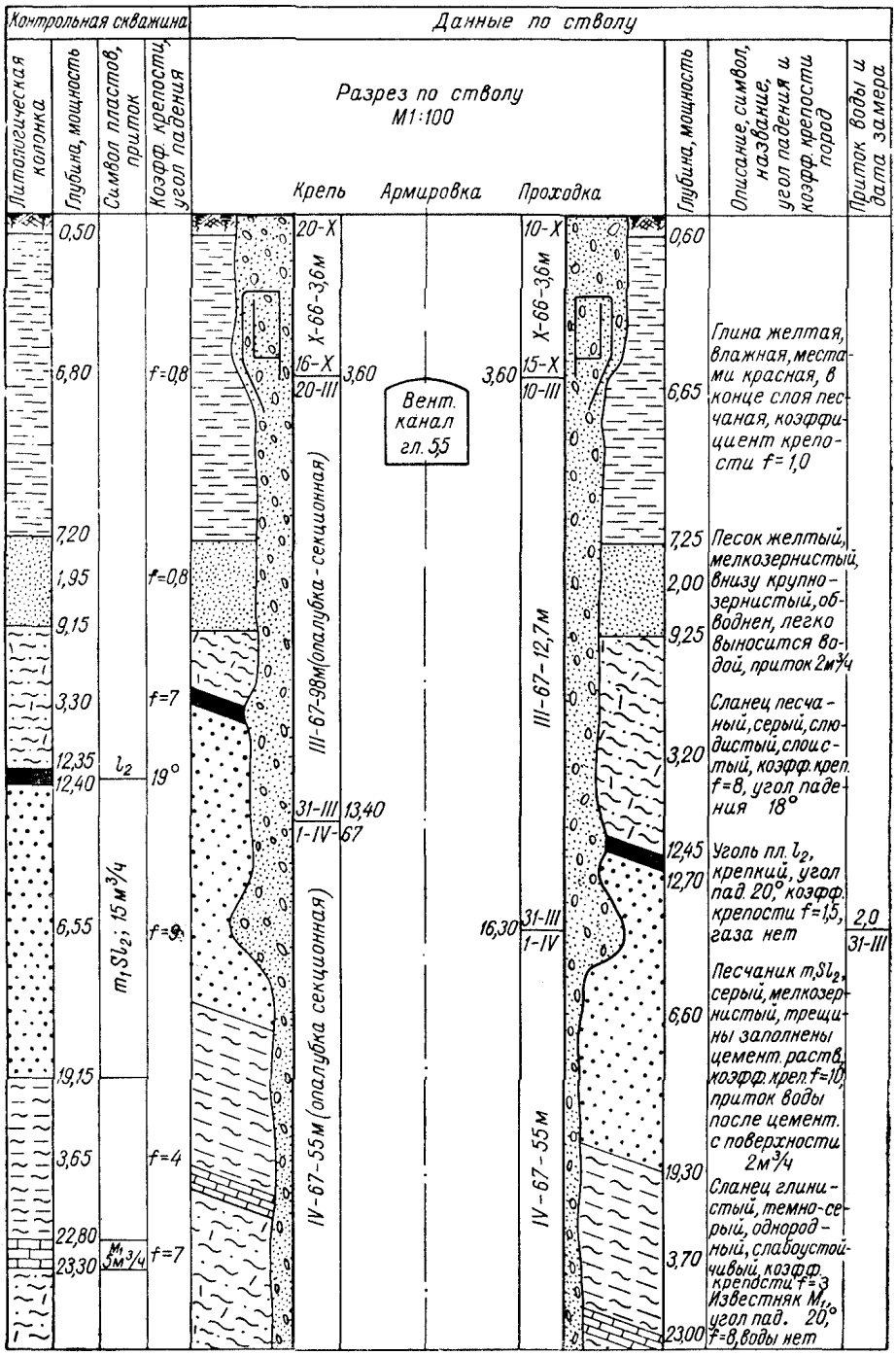
Проектное сечение ствола
М1:50



Дирекционный угол оси подъема 228°10' Дирекционный угол линии разреза 228°10'

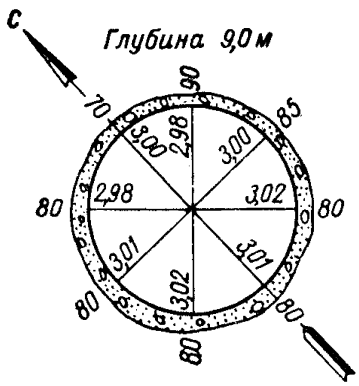
Условные знаки

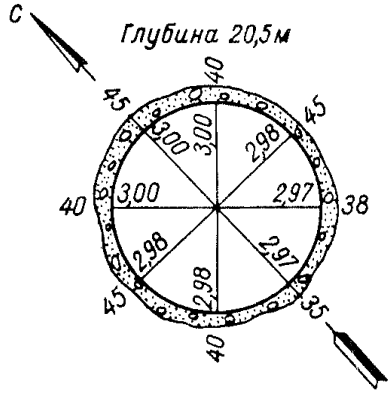
Уголь
Известняк
Песчаник
Сланец песчанистый
Сланец глинистый
Глина
Песок
Аргиллит
Бетонная крепь
Железобетонная крепь
Кирпичная крепь
Бетонитовая крепь
Тюбинги металлические
Тюбинги железобетонные


Контрольная скважина
Данные по стволу
Литологическая колонка
Глубина, мощность
Символ пластов, приток
Коэфф. крепости, угол падения
Разрез по стволу М1:100
Крепь
Армировка
Проходка
Вент. канал гл. 5,5
Глубина, мощность
Описание, символ, название, угол падения и коэфф. крепости пород
Приток воды и дата замера
0,50
6,80
7,20
1,95
9,15
3,30
12,35
12,40
6,55
19,15
3,65
22,80
23,30
f=0,8
f=0,8
f=7
19°
f=9
f=4
f=7
l_2
$m_1 Sl_2$; 15 м³/ч
M_1 5м³/ч
20-X
X-66-3,6м
16-X
20-III
3,60
III-67-98м (опалубка-секционная)
31-III
1-IV-67
13,40
IV-67-55м (опалубка секционная)
10-X
X-66-3,6м
3,60
15-X
10-III
III-67-12,7м
16,30
31-III
1-IV
IV-67-55м
0,60
6,65
7,25
2,00
9,25
3,20
12,45
12,70
6,60
19,30
3,70
23,00
Глина желтая, влажная, местами красная, в конце слоя песчаная, коэффициент крепости f=1,0
Песок желтый, мелкозернистый, внизу крупнозернистый, обводнен, легко выносится водой, приток 2м³/ч
Сланец песчаный, серый, слюдистый, слоистый, коэфф. креп. f=8, угол падения 18°
Уголь пл. l_2, крепкий, угол пад. 20°, коэфф. крепости f=1,5, газа нет
2,0
31-III
Песчаник $m_1 Sl_2$, серый, мелкозернистый, трещины заполнены цемент. раств., коэфф. креп. f=10, приток воды после цемент. с поверхности 2м³/ч
Сланец глинистый, темно-серый, однородный, слабоустойчивый, коэфф. крепости f=3
Известняк M_1, угол пад. 20°, f=8, воды нет

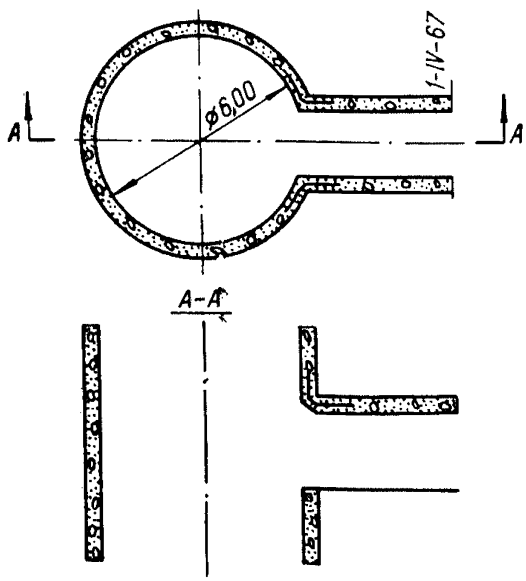
ЭСКИЗЫ

СЕЧЕНИЕ СТВОЛА С ДАННЫМИ В СВЕТУ И В ПРОХОДКЕ НЕ РЕЖЕ ЧЕМ ЧЕРЕЗ 10 *м* ПО ГЛУБИНЕ, ОПОРНЫЕ БАШМАКИ, ОКОЛОСТВОЛЬНЫЕ КАМЕРЫ, СОПРЯЖЕНИЯ, ОБРУШЕНИЯ, ДЕФОРМАЦИЯ КРЕПИ, ДАННЫЕ ТАМПОНАЖА, ЦЕМЕНТАЦИИ И ДРУГИХ СПОСОБОВ ВОДОПОДАВЛЕНИЯ, СТРУКТУРА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ, ДАННЫЕ ВОДОУЛАВЛИВАНИЯ, ЭСКИЗЫ ВЫБРОСОВ УГЛЯ И ПОРОД, ПЕРЕСЕЧЕНИЕ СТВОЛОМ СТАРЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ГАЗОНОСНОСТЬ ПЛАСТОВ И ДР.





Сопряжение ствола с вентиляционным каналом, гор. 5.5
М1:200



Структура пласта l_2



Журнал проходки составляют на чертежной бумаге формата 11 (210 × 297 ГОСТ 2.301—68). На первой и второй страницах журнала (см. стр. 320 и 321) помещают титульный лист и основные данные о проходке ствола, взятые из технического проекта шахты (рудника) и геологического заключения об условиях проходки ствола.

На третьей странице (см. стр. 322) журнала в масштабе 1 : 50 или 1 : 100 изображают проектное горизонтальное сечение ствола с указанием основных размеров, стрелки меридиана, положения осей ствола, положения следа вертикального разреза по стволу, расположения армировки и постоянных подъемных сосудов. Здесь же воспроизводят условные знаки горных пород и материала крепи ствола. Кроме того, указывают дирекционные углы оси подъема и линии разреза по стволу.

Начиная с четвертой страницы и далее, на четных страницах журнала изображают вертикальный разрез по стволу в масштабе 1 : 100.

На нечетных страницах, начиная с пятой, помещают эскизы деталей ствола и вносят необходимые примечания. Каждый лист журнала рассчитывают на 25 *м* глубины ствола.

Первые четыре графы четвертой и всех четных страниц (литологическая колонка, глубина залегания и мощность пород, символ водоносных пород и ожидаемый приток воды из них, коэффициент крепости и угол падения пород) заполняют сразу на всю глубину ствола по данным контрольной скважины.

Если контрольную скважину не проходили, то все необходимые данные берут из материалов, использованных при проектировании ствола, о чем делают соответствующую запись на четвертой странице в строке «Контрольная скважина».

Данные по стволу размещают, как и данные по контрольной скважине, на одной и той же странице. Подробный вертикальный разрез по стволу составляют в направлении падения пород.

На разрезе изображают:

— детали и материал крепи, проемы, оставленные в стенках ствола, водоулавливающие кольца, места вывалов, скважины для цементации, битуминизации пород и т. п.; детали, которые не удается разместить на разрезе или которые требуют дополнительных пояснений (изображения в плоскости плана или в другой плоскости), выносят на нечетные страницы, начиная с пятой;

— даты проходки и возведения крепи и армировки ствола;

— положение забоя на первое число каждого месяца или на дату остановки забоя (условный знак наносят вдоль правой стенки ствола с внутренней стороны); над условным знаком помещают дату положения забоя в отчетном месяце, под этим знаком — дату продолжения проходки в следующем месяце и против условного знака — глубину положения забоя от поверхности. Часть ствола, пройденную за месяц, отмечают стрелками, между которыми указывают месяц, год и подвигание забоя в метрах. Вдоль левой стенки ствола таким же

образом отмечают возведение постоянной крепи, а вдоль вертикальной осевой линии ствола — монтаж армировки (раздельно установку расстрелов и навеску проводников, если эти работы выполняют не одновременно).

За внешним контуром крепи ствола в масштабе показывают пересеченные стволом породы. В графе шестой указывают глубину контактов различных горных пород от земной поверхности, отнесенную к вертикальной оси ствола, и вертикальную мощность слоев горных пород и тел полезных ископаемых. В седьмой графе указывают названия, характеристику и описание пересекаемых пород (цвет, структуру, текстуру, трещиноватость и т. д.), символ пород (угля, известняка, песчаника), угол падения, простирания и коэффициент крепости пород по Протодьяконову. В этой же графе указывают газоносность и выбросоопасность угля и пород, а также полученные данные о водоносности пересекаемых пород по каждому водоносному пласту в отдельности. В восьмой графе в виде дроби указывают приток воды — в числителе приток воды в забой ствола, а в знаменателе суммарный приток воды по всей глубине ствола с учетом водоулавливающих колец. В этой же графе указывают дату установления притока.

Примечания. 1. Характеристику пород дает геолог.

2. К деталям проходки ствола, изображаемым в виде эскизов на пятой и других нечетных страницах, относят:

— сечение ствола в свету и в проходке не реже чем через 10 *м* по глубине с указанием расстояний от центра ствола до стенок постоянной крепи;

— опорные башмаки;

— околоствольные камеры, водоулавливающие кольца, сопряжения с околоствольным двором, водотрубным ходком и другими выработками;

— обрушения стенок ствола с указанием материала забутовки пустот за постоянной крепью, трещины или разрывы постоянной крепи, сигнализирующие о деформации крепи (в примечании к эскизу указывают дату обнаружения деформаций ствола и принятые меры);

— расположение скважин для цементации, силикатизации, химизации и других способов водоподавления;

— структуру пересеченных угольных пластов, выбросы угля, газа и пород, пересеченные стволом старые горные выработки, данные о водоносности пересекаемых пластов и пород.

3. Эскизы составляют в любом удобном масштабе (рекомендуется масштаб 1 : 200). Эскизы и пояснения, относящиеся к четвертой и всем четным страницам, рекомендуется размещать на смежной нечетной (правой) странице (например, эскизы и пояснения, относящиеся к четвертой странице, следует помещать на пятой странице).

4. Водоносные породы в графе 3 и 5 следует окрашивать светло-синим цветом.

Журнал проходки после сооружения ствола и проверки геологических и технических данных подписывают главный инженер проходческого управления, главный маркшейдер и геолог, обслуживающие сооружение ствола.

ПРИЛОЖЕНИЕ 50 (к параграфу 14.12)

МЕТОДЫ ПЕРЕНЕСЕНИЯ ЦЕНТРА И ОСЕЙ СТВОЛА ПОД ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ ЦЕЛИК

При углубке ствола с оставлением предохранительного целика, имеющего углубочное отделение (ходок), центр и оси ствола переносят под целик с помощью двух отвесов, опускаемых в углубочное отделение, координаты отвесов определяют от пунктов подземной маркшейдерской опорной сети в околоствольном дворе. В рассечной камере под целиком в произвольной точке *Т* (рис. 93, *а*) устанавливают теодолит. При визировании на отвесы *1* и *2* на продолжении линий *Т-1* и *Т-2* отмечают точки *1'* и *2'* на стенках ствола. Из решения

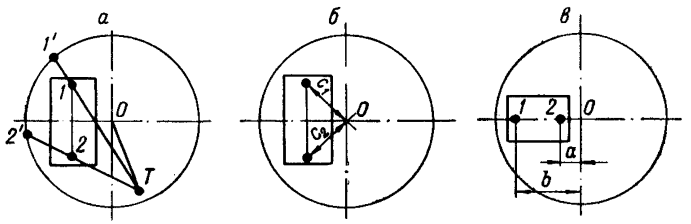


Рис. 93. Перенесение центра и осей ствола под предохранительный целик.

а — при любом расположении отвесов; *б* — при расположении отвесов на линии, перпендикулярной к оси ствола; *в* — при расположении отвесов на оси ствола.

соединительного треугольника *Т-1-2* получают координаты точки *Т* и дирекционные углы линий *Т-1* и *Т-2* и, следовательно, линий *Т-1'* и *Т-2'*. По координатам центра ствола *О* и точки *Т*, решая обратную задачу, получают дирекционный угол линии *Т-О*, длину *Т-О* и угол *2'-Т-О*. Перенесением угла *2'-Т-О* и длины *Т-О* находят положение центра ствола *О* в натуре. Для разбивки оси ствола определяют угол β между осью ствола и направлением *О-Т*.

Если применение теодолита невозможно, то отвесы помещают по оси ствола или перпендикулярно (параллельно) к одной из осей.

При расположении отвесов *1* и *2* на линии, перпендикулярной к оси ствола, для определения положения центра углубляемого ствола по координатам центра ствола и отвесов вычисляют расстояния c_1 и c_2 (рис. 93, *б*). Затем по способу линейной засечки находят положение центра ствола *О* в натуре. Угол, образованный сторонами c_1 и c_2, должен быть в пределах от 60 до 120°. Положение оси ствола

получают построением линии, перпендикулярной к створу отвесов и проходящей через найденный центр ствола.

При расположении отвесов *1* и *2* на линии, совпадающей с осью ствола, отвесы фиксируют непосредственно ось ствола под целиком. Для определения центра ствола *О* выносят в натуру расстояния *b* и *a* (рис. 93, *в*) по створу отвесов; расстояние между отвесами должно быть не менее $\frac{a}{3}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 51 (к параграфу 14.12)

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЦЕНТРА И ОСИ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ ЧАСТИ СТВОЛА

При углубке ствола центр и дирекционный угол оси определяют по элементам крепи и армировки нижней части ствола. Для этого непосредственно над сопряжением шахтного ствола с околоствольным двором на стенках ствола на одном и том же горизонте намечают ряд точек, но не менее трех (*А*, *Б*, *В*, рис. 94). От этих точек опускают отвесы, проволока которых в своей верхней части касается стенок ствола, а в уширенной части сопряжения висит свободно.

Примечание. Съемка стенок ствола в зумпфовой части или непосредственно на участке сопряжения не рекомендуется, так как на этих участках возможны значительные отклонения от проектного сечения.

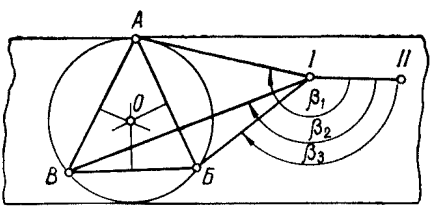


Рис. 94. Определение координат центра ствола с закреплением отвесов непосредственно на стенках ствола.

Координаты отвесов определяют от пунктов опорной сети, находящихся в околоствольном дворе. По координатам отвесов, которые являются вершинами треугольника, вписанного в ствол круглого сечения, графически или аналитически определяют координаты центра ствола *О*.

Для графического определения координат центра ствола в масштабе 1 : 10 или 1 : 20 изображают сетку координат и наносят точки *А*, *Б* и *В*. Центр ствола находят как точку пересечения перпендикуляров, восстановленных из середин хорд *АБ*, *АВ* и *БВ*.

Для аналитического определения координат центра ствола составляют систему трех уравнений окружности с тремя неизвестными

$$(x_A - x_O)^2 + (y_A - y_O)^2 - R^2 = 0;$$

$$(x_Б - x_O)^2 + (y_Б - y_O)^2 - R^2 = 0;$$

$$(x_B - x_O)^2 + (y_B - y_O)^2 - R^2 = 0,$$

где x_A, y_A, $x_Б$, $y_Б$, x_B, y_B — абсциссы и ординаты точек A, $Б$, B; R — радиус сечения ствола; x_O, y_O — координаты центра ствола.

Решая уравнения относительно неизвестных x_O, y_O и R, получают искомые координаты центра ствола.

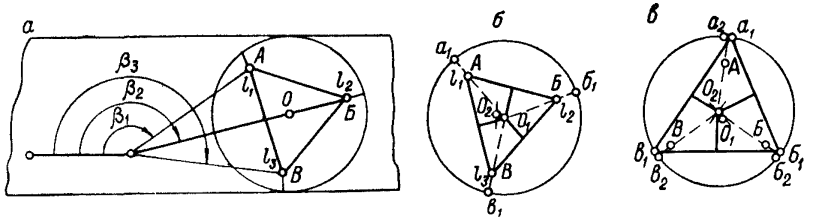


Рис. 95. Определение координат центра ствола при расположении отвесов вблизи стенок ствола.

а — определение координат отвесов; *б*, *в* — определение центра ствола двумя приближениями.

Для контроля целесообразно намечать не три, а четыре точки, что позволяет решать до четырех вариантов систем уравнений.

В том случае, если не представляется возможным выбрать точки непосредственно на стенках ствола на одном и том же горизонте, для определения координат центра ствола опускают три отвеса A, $Б$, B, помещая их ближе к стенкам ствола (рис. 95). Координаты отвесов определяют от ближайших точек опорной сети в околоствольном дворе. На участке ствола, выбранном для определения центра, приблизительно по радиусам измеряют горизонтальные расстояния (l_1, l_2, l_3) от отвесов до стенок ствола. Координаты центра ствола определяют графическим методом последовательных приближений (рис. 95, *б*) в следующем порядке:

— по координатам отвесов A, $Б$, B составляют план их расположения;

— приняв точки A, $Б$ и B за точки окружности, находят в первом приближении ее центр O_1;

— из центра O_1 проводят радиусы через точки A, $Б$ и B и на продолжении этих радиусов откладывают измеренные расстояния l_1, l_2, l_3;

— приняв полученные точки a_1, $б_1$, и $в_1$ за точки окружности, определяют положение центра ствола O_2 во втором приближении;

— при необходимости сделать третье приближение из точки O_2 проводят новые радиусы через точки A, $Б$ и B и аналогично указанному выше находят точки a_2, $б_2$ и $в_2$.

Приняв эти точки за точки окружности, определяют положение центра ствола O_3 в третьем приближении. Обычно точка O_3 оказывается настолько близко от точки O_2, что ее с достаточной степенью точности можно принять за центр ствола.

Дирекционный угол оси ствола определяют по главному центральному расстрелу, ось которого совпадает с осью ствола или параллельна ей. Для этого вдоль нескольких ярусов расстрелов (не менее восьми) опускают два отвеса A и $Б$, помещая их как можно ближе к главному центральному расстрелу (рис. 96). В околоствольном дворе примыканием определяют координаты отвесов x_A, y_A, $x_Б$,

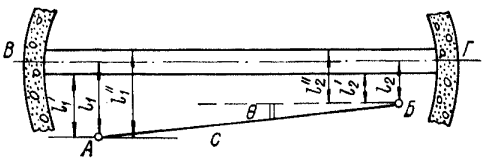


Рис. 96. Определение дирекционного угла оси ствола, направленной вдоль главного расстрела.

$y_Б$ и расстояния между отвесами c. На каждом ярусе измеряют расстояния l'_1, l''_1, l'_2, l''_2 от отвесов до граней полки расстрела.

Дирекционный угол оси ствола $ГВ$ определяют по формуле

$$\alpha_{ГВ} = \alpha_{БА} + \theta.$$

Угол θ может быть найден из формулы

$$\sin\theta = \frac{l_1 - l_2}{c} \text{ или } \theta = \frac{l_1 - l_2}{c}\rho'',$$

где c — расстояние между отвесами;

$$l_1 = \frac{l'_1 + l''_1}{2}; \quad l_2 = \frac{l'_2 + l''_2}{2}.$$

Расстояния l_1 и l_2 определяют как средние из ряда измерений на разных ярусах расстрелов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 52 (к параграфу 14.15)

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВЫБОРА КОЛИЧЕСТВА АРМИРОВОЧНЫХ ОТВЕСОВ И МЕСТ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ

При определении количества армировочных отвесов и выборе мест их расположения рекомендуется соблюдать следующие правила:

— отвесы помещают вблизи крепления проводников к расстрелам или около сочленения расстрелов;

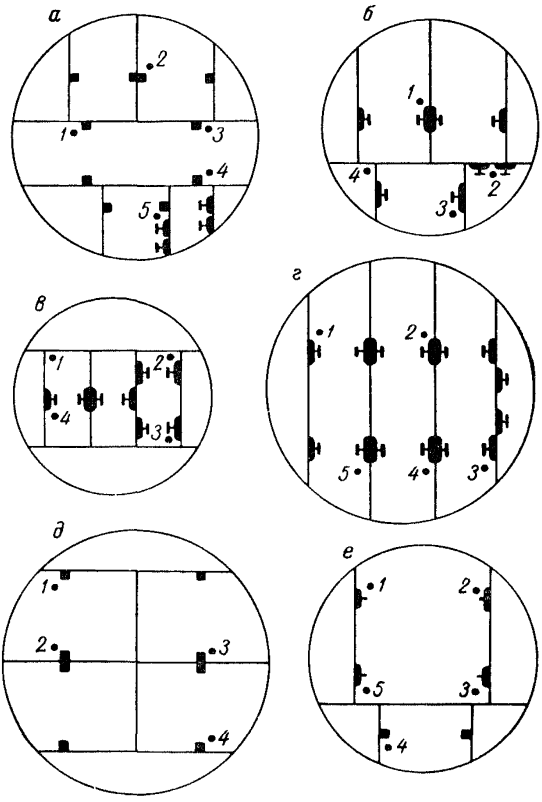


Рис. 97. Расположение отвесов при армировании стволов.

— один из центральных расстрелов устанавливают по двум отвесам;

— группу расстрелов (не более трех), перпендикулярных к центральному, устанавливают по одному отвесу (помещаемому у среднего из них), пользуясь шаблонами (рис. 97, *а*, *б*);

— каждый расстрел, параллельный центральному, устанавливают по одному отвесу, пользуясь шаблонами (рис. 97, *г*, *д*);

— если расстояние между расстрелами превышает 3 *м*, то каждый расстрел устанавливают по двум отвесам (рис. 97, *е*); если группа расстрелов, расположенная перпендикулярно к центральному, включает 4 расстрела и более, то дополнительно устанавливают отвес так, как это показано на рис. 97, *в*.

ПРИЛОЖЕНИЕ 53 (к параграфу 14.18)

ТИПЫ ОТВЕСОВ И ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

Отвесы, используемые при сооружении вертикальных шахтных стволов, в зависимости от назначения подразделяют на три группы: 1) проходческие (центральный, боковые); 2) армировочные (свободные — подвижные, несвободные); 3) отвесы для профильной съемки стенок ствола, расстрелов и проводников.

ПРОХОДЧЕСКИЕ ОТВЕСЫ

Центральный проходческий отвес закрепляют на земной поверхности и опускают по вертикальной оси ствола. В оборудование центрального отвеса входят лебедка, направляющий блок, трос и грузы.

Рекомендуемые типы лебедок указаны в табл. 44.

ТАБЛИЦА 44

ГОСТ	Тип лебедки	Тяговое усилие, *кГ*	Канатоемкость барабана (*м*) при диаметре каната		Вес, *кг*
			2 *мм*	3 *мм*	
7014—63	Лебедка ручная ЛР-1,25	1250	2750	1250	180
5259—68	Лебедки электрические				
	ШВ-160 × 0,7Э . . .	160	960	410	50
	ШВ-220 × 0,5Э . . .	220	960	410	50
	ШВ-320 × 0,35Э . . .	320	960	410	50
	ШМ-630 × 0,7Э . . .	630	6100	2600	460
5259—68	Лебедки пневматические				
	ШВ-630 × 0,35П . . .	630	2500	1070	150
	ШВ-630 × 0,7П . . .	630	6100	2600	380
	ШМ-450 × 0,7П . . .	450	6100	2600	460

Направляющий блок (рис. 98) одновременно служит и центрирующим устройством, поэтому к изготовлению блока предъявляют следующие требования:

— боковой люфт блока не должен быть более 2 *мм*;

— биение ручья не должно быть более 1 *мм*;

— радиус ручья должен быть на 1—2 *мм* больше радиуса троса.

При несоблюдении этих условий необходимо применять центровочную пластинку.

Тросы рекомендуется применять нераскручивающейся свивки (Н) из проволоки высшей марки (В) с покрытием, рассчитанным на средние (СС) или жесткие (ЖС) условия работы.

Трос присоединяют к грузу с помощью коуша (рис. 99) и закрепляют зажимами — барашковым (рис. 100) при диаметре троса менее

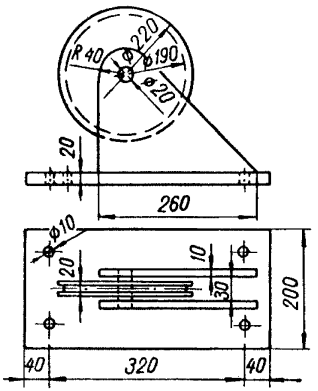


Рис. 98. Направляющий блок.

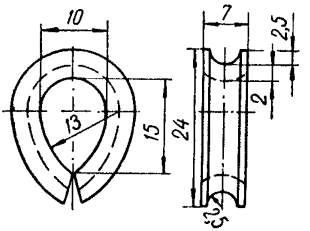


Рис. 99. Коуш.

3 *мм* (из расчета один зажим на 50 *кГ* груза) и зажимом, изображенным на рис. 101, при диаметре троса 3—5 *мм* (если вес груза 100 *кГ*, то помещают три зажима на расстоянии 100 *мм* друг от друга).

Грузы для центральных отвесов рекомендуются трех типов:

— монолитный, весом 100 *кГ* (рис. 102);

— составной с двухстоечной штангой, весом около 110 *кГ* (рис. 103);

— составной с одностоечной штангой (рис. 104); вес груза принимают 110—210 *кГ* в зависимости от длины центральной штанги и числа конических грузов.

Боковые проходческие отвесы закрепляют у стенок по осям ствола. Боковые отвесы могут быть переносными или постоянными, опущенными на всю глубину. В качестве переносного отвеса может служить барабанный отвес (рис. 105).

Основными частями барабанного отвеса являются груз *3* с коническим острием и П-образный стояк *1*, внутри которого помещен барабан *2*. В центре верхней полки стояка имеется отверстие для пропускания троса, который можно закреплять зажимным винтом *6*. Трос наматывают на барабан при помощи рукоятки *4*, которую при рабочем положении отвеса снимают с оси барабана и закрепляют на

квадратном стержне *5* так, чтобы ручка находилась под барабаном. Общий вес отвеса 28 *кГ*. Канатоемкость барабана при диаметре троса 2 *мм* — 100 *м*, при диаметре троса 3 *мм* — 50 *м*.

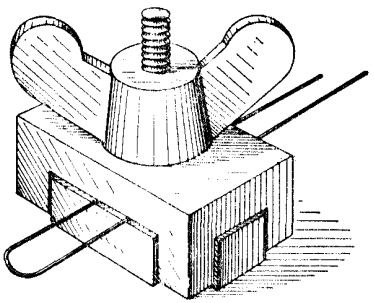


Рис. 100. Барашковый зажим.

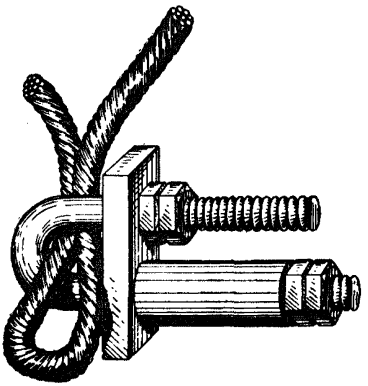


Рис. 101. Зажим для троса.

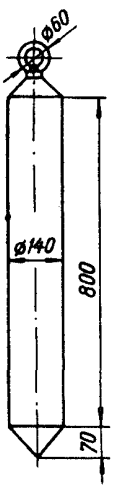


Рис. 102. Монолитный груз.

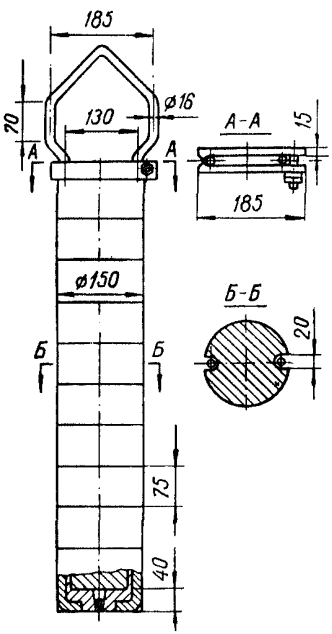


Рис. 103. Составной груз с двухстоечной штангой.

Барабанный отвес крепят в стволе на специальной консоли, которую закрепляют на расстреле при помощи П-образных стяжек *1* (рис. 106, *а*) или при помощи болтов на специальных пластинах,

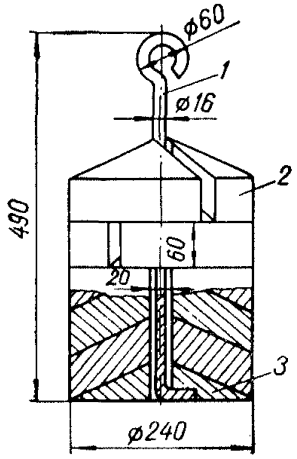


Рис. 104. Составной груз с одностоечной штангой.

1 — штанга; *2* — съемный диск; *3* — основание.

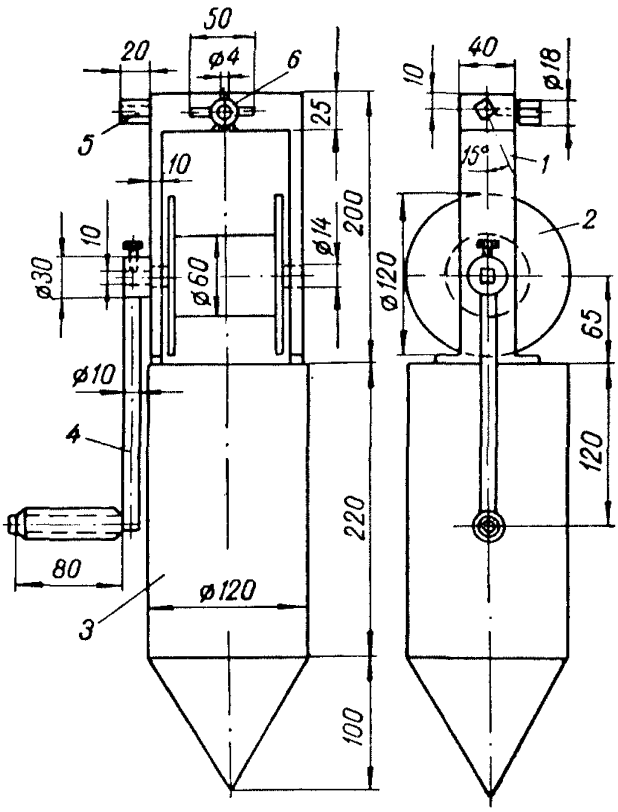
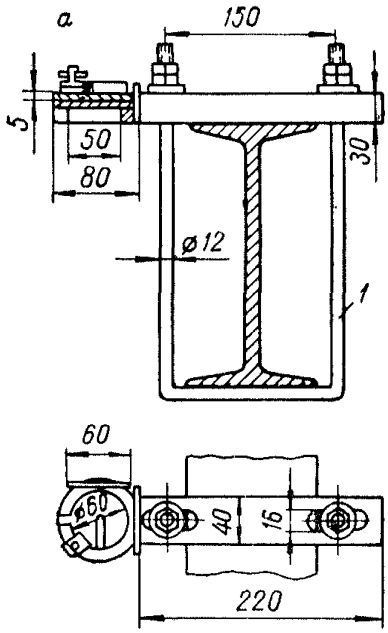


Рис. 105. Барабанный отвес.



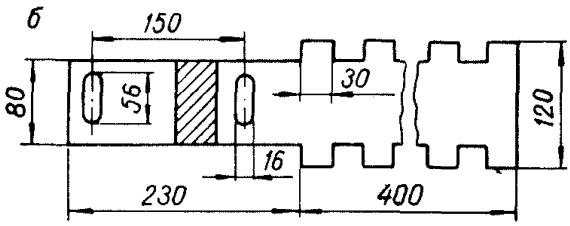


Рис. 106. Приспособление для закрепления барабанного отвеса.

а — консоль; *б* — пластина.

бетонируемых в крепи ствола (рис. 106, *б*). Для того чтобы консоль не испытывала больших нагрузок, рекомендуется подвешивать отвес к специальному крюку, бетонируемому в крепи ствола, или к расстрелу предыдущего яруса. В этом случае консоль будет служить центрирующим устройством.

При опускании боковых отвесов с земной поверхности применяют то же оборудование, что и для центрального отвеса. В качестве ограничителей колебаний используют консоли барабанных отвесов (рис. 106).

АРМИРОВОЧНЫЕ ОТВЕСЫ

Свободные передвижные армировочные отвесы закрепляют на земной поверхности и опускают вслед за монтажным полком. При этом применяют то же оборудование, что и для проходческих отвесов.

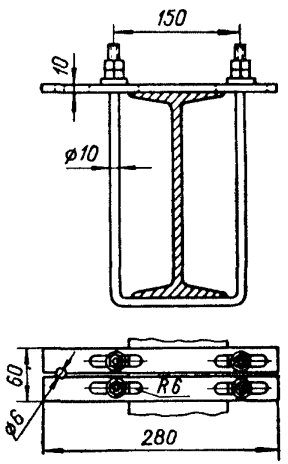


Рис. 107. Ограничитель колебаний.

Наиболее удобным является груз с одностоечной штангой небольшой высоты. Для уменьшения колебаний применяют ограничители (рис. 107) или консоль барабанного отвеса.

Армировочный отвес с подъемным механизмом внутри корпуса применяют для контроля установки расстрелов при армировании.

Отвес (рис. 108, *а*) состоит из цилиндрического корпуса *3*, конической головки *4*, крышки *1* и откидной рукоятки *2*. В корпус отвеса вмонтирован механизм (рис. 108, *б*), состоящий из барабана *5* для размещения троса, червячного винта *6*, червячной шестерни *7*, муфты сцепления *9*, винтового валика *8* с пружиной *10*. Вес отвеса от 30 до 100 *кГ*; канатоемкость барабана при диаметре троса 3 *мм* — 100 *м*, при диаметре проволоки 2 *мм* — 200 *м*.

Перед спуском подвесного рабочего полка отвесы кладут в специальные гнезда на нем и барабаны отвесов при помощи винтового валика освобождают из зацепления с червячными шестернями. По мере спуска полка тросы отвесов свободно разматываются с барабанов. По окончании спуска барабаны снова вводят в зацепление с червячными шестернями и вращением рукоятки каждый отвес устанавливают на необходимую высоту над рабочим полком. Запас троса, необходимый для армирования ствола на всю глубину, размещают на лебедке, расположенной выше.

Несвободные армировочные отвесы опускают с поверхности на полную глубину ствола и после определения среднего положения покоя закрепляют на горизонте околоствольного двора.

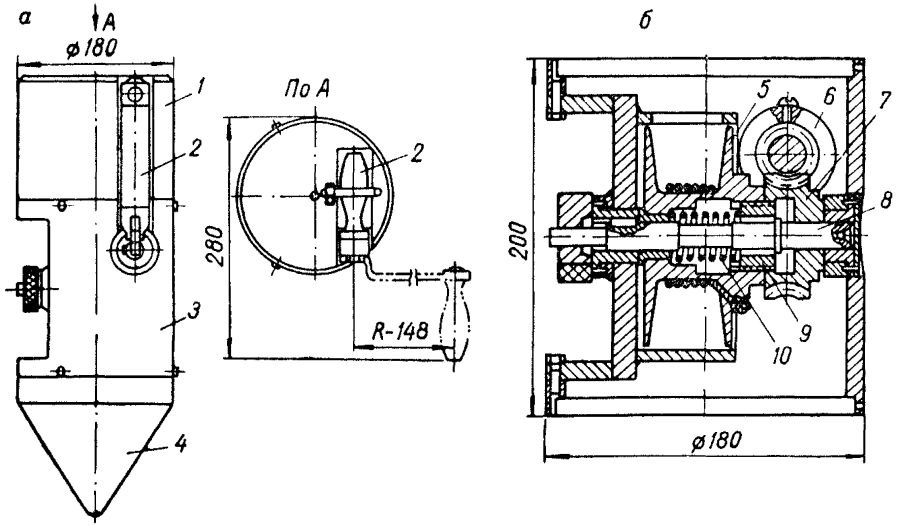


Рис. 108. Армировочный отвес с подъемным механизмом в корпусе.
а — общий вид; *б* — подъемный механизм.

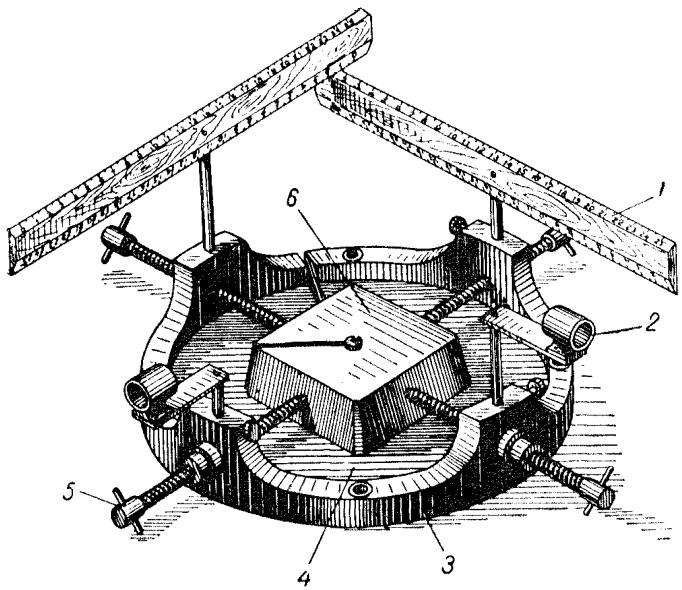


Рис. 109. Проектировочная тарелочка.

ТАБЛИЦА 45

ГОСТ	Диаметр троса, *мм*	Расчетная площадь сечения всех проволок, *мм*²	Расчетный вес 1000 *м* смазанного троса, *кГ*	Расчетное разрывное усилие троса (*кГ*) в зависимости от группы проволоки по временному сопротивлению разрыву, *кГ/мм*²		
				170	180	200
3063—66	1,7	1,74	14,9	266	281	307
	1,8	1,94	16,6	297	314	343
	2,0	2,42	20,8	369	391	428
	2,6	3,77	32,3	576	600	655
	3,0	5,42	46,5	828	862	945
	3,3	6,36	54,6	972	1005	1110
	3,6	7,37	63,2	1125	1170	1285
	4,0	9,62	82,5	1470	1530	1680
3064—66	1,8	1,97	16,8	—	300	334
	2,0	2,29	19,5	—	350	389
	2,1	2,62	23,3	—	400	445
	2,4	3,37	28,7	487	515	557
	2,7	4,21	35,9	608	643	696
	2,8	4,68	39,9	676	715	774
3065—66	2,0	2,32	19,6	—	341	380
	2,2	2,76	23,4	—	406	452
	2,4	3,25	27,5	—	479	533
	2,5	3,76	31,8	—	554	616
	2,7	4,32	36,6	—	637	708
	3,1	5,55	47,0	774	817	876
3066—66	1,9	1,58	14,3	—	241	268
	2,0	1,91	17,3	—	291	324
	2,2	2,27	20,6	—	346	385
	2,4	2,66	24,2	—	406	452
	2,6	3,08	28,0	—	470	523
	2,8	3,53	32,0	—	539	600
	3,1	4,53	41,1	654	692	749
	3,5	5,64	51,2	815	862	930

Примечание. Условное обозначение каната диаметром 2,4 *мм* грузового назначения марки В, оцинкованного по группе СС, нераскручивающегося, с маркировочной группой по временному сопротивлению разрыву 180 *кГ/мм*² — канат 2,4-Г-В-СС-Н-180 ГОСТ 3064—66.

ТАБЛИЦА 46

ГОСТ 9389—60 Проволока стальная углеродистая пружинная					ГОСТ 7372—66 Проволока стальная канатная			
Диаметр, *мм*	Расчетный вес 1000 *м* проволоки, *кГ*	Временное сопротивление разрыву, *кГ/мм²*	Расчетное разрывное усилие, *кГ*	Класс	Диаметр, *мм*	Расчетный вес 100 *м* проволоки, *кГ*	Маркировочные группы по временному сопротивлению разрыву, *кГ/мм²*	Расчетное разрывное усилие, *кГ*
1,4	12,08	230—260	355—400				140	280
1,5	13,87	220—250	390—440		1,6	1,6		
1,6	15,78	220—250	440—500				160	320
1,8	19,94	210—240	535—610	I				
2,0	24,65	200—230	630—720				140	315
2,2	29,83	190—220	720—835		1,7	1,8		
2,5	38,54	180—205	880—1000				160	360
1,5	13,87	185—220	325—390				140	355
1,6	15,78	185—220	370—440		1,8	2,0		
1,8	19,94	180—210	460—535	II			160	405
2,0	24,65	180—210	565—660					
2,2	29,83	170—200	645—760				140	440
2,5	38,54	165—195	810—955		2,0	2,6		
							160	500
1,5	13,87	145—185	255—325					
1,6	15,78	145—185	290—370				120	455
1,8	19,94	140—180	355—460	III	2,2	3,0		
2,0	24,65	140—180	440—565				140	530
2,2	29,83	140—175	530—665					
2,5	38,54	130—165	635—810					
							120	540
					2,4	3,6	140	630
							120	635
					2,6	4,1		
							140	740

Примечания. 1. Условное обозначение проволоки класса II диаметром 1,6 *мм* — проволока II-1,6 ГОСТ 9389—60. Условное обозначение канатной проволоки, оцинкованной по группе покрытия СС, диаметром 2,0 *мм*, марки В, с временным сопротивлением разрыву 160 *кГ/мм²* — проволока канатная 2,0-160-В-СС ГОСТ 7372—66. 2. Проволока оцинкована по группам ЛС, СС и ЖС (легкие, средние и жесткие условия работы), марки В и I.

В комплект оборудования этих отвесов кроме вышеназванных общих деталей входят баки с жидкостью для успокоения колебаний отвесов и проектировочные тарелочки с глазными фиксаторами.

Проектировочная тарелочка (рис. 109) предназначена для решения задачи проектирования и закрепления отвеса в положении покоя. Она состоит из корпуса *3*, съемного донного диска *4*, двух пар взаимно перпендикулярных винтов *5*, пирамиды *6* с разрезным винтом, двух шкал *1* с миллиметровыми делениями и двух фиксаторов для глаз *2*.

ОТВЕСЫ ДЛЯ ПРОФИЛЬНОЙ СЪЕМКИ

Отвесы для профильной съемки стенок ствола, расстрелов и проводников опускают на полную глубину вблизи характерных мест сечения ствола (проводники, сочленение расстрелов, места наименьших зазоров между крепью и подъемными сосудами). Оборудование отвесов для профилирования однотипно с оборудованием несвободных отвесов.

Для проходческих и свободно-подвижных армировочных отвесов рекомендуются тросы и проволоки, характеристика которых приведена в табл. 45 и 46.

Трос или проволоку выбирают с трех-четырехкратным запасом прочности относительно суммарного веса груза и троса (проволоки), а для несвободных армировочных отвесов и отвесов для профилирования — с однократным запасом прочности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 54 (к параграфу 14 23)

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ГРАНИЦ ЛЕДОПОРОДНОГО ОГРАЖДЕНИЯ И ЛЕДОПОРОДНЫХ ЦИЛИНДРОВ *

Ледопородные цилиндры строят на погоризонтных планах, где предварительно должны быть нанесены следующие данные (рис. 110):

— контуры сечения ствола в свету и проходке, построенные радиусами R_1 и R_2;

— проектные контуры внутренней и внешней границ ледопородного ограждения, построенные радиусами R_4 и R_5;

— внешний контур опорного башмака ствола, построенный радиусом R_3;

— устья замораживающих скважин с указанием их номеров, проекций продольных осей, а также высотных отметок точек, расположенных на осях этих скважин.

Кроме того, на погоризонтные планы наносят геологический разрез, помещают таблицу данных по скважинам и основные проектные

* Подготовлено канд. техн. наук В. Г. Николаенко.

параметры (толщина ледопородного ограждения, радиусы распространения холода от замораживающей скважины и др.).

Для построения ледопородных цилиндров средним радиусом распространения холода $R_{ср}$ проводят окружности вокруг каждой скважины. Центры этих окружностей (O_1, O_2, O_3, O_4...) смещают относительно скважин на величину $\Delta R_{ср}$ по направлению от центра скважины к центру ствола.

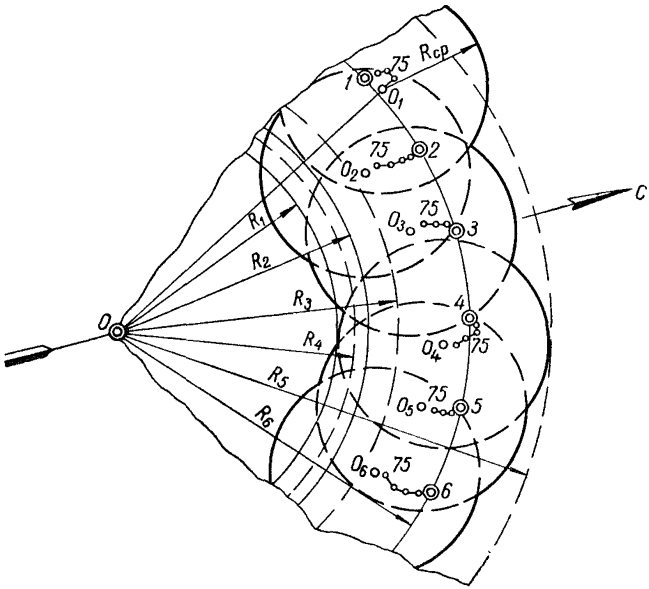


Рис. 110. Определение границ ледопородного цилиндра.

Величины $R_{ср}$ и $\Delta R_{ср}$ определяют из выражений

$$R_{ср} = \frac{r_в + r_н}{2}; \quad \Delta R_{ор} = \frac{r_в - r_н}{2},$$

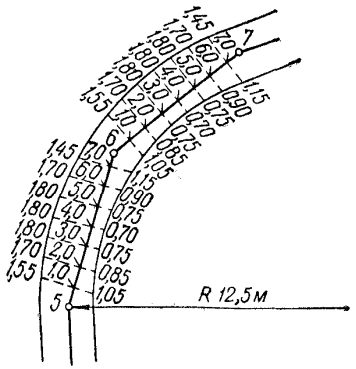
где $r_в$ — радиус распространения холода от замораживающих скважин в направлении к стволу; $r_н$ — радиус распространения холода от замораживающих скважин в направлении от ствола.

Границами ледопородного ограждения вокруг сооружаемого ствола на соответствующих глубинах служат огибающие кривые, соединяющие точки пересечения контуров ледопородных цилиндров. Контуры внешних и внутренних границ ледопородного ограждения рекомендуется обвести цветной линией (желательно синей). Затем сравнивают полученную толщину ледопородного ограждения с расчетной в проекте. Если полученная толщина ледопородного ограждения в отдельных местах окажется менее расчетной или будут выявлены окна между ледопородными цилиндрами, проходят дополнительные замораживающие скважины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 55 (к параграфу 15.2)

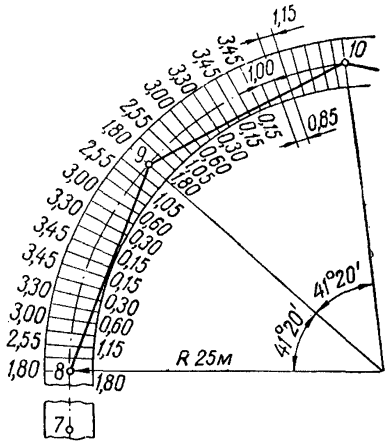
СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ КРИВОЛИНЕЙНЫМ УЧАСТКАМ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

При проходке криволинейных участков горных выработок задание направлений рекомендуется производить способом перпендикуляров или способом радиусов.



Номер точки	Угол	Сторона	Длина стороны, м
5	195°00′	4-5	80,00
6	215°30′	5-6	7,70
7	202°00′	6-7	7,70
		7-8	50,00

Рис. 111. Задание направлений криволинейным участкам выработки в плане способом перпендикуляров.



Номер точки	Угол	Сторона	Длина стороны, м
7	180°00′	7-8	65,00
8	200°40′	8-9	17,65
9	221°20′	9-10	17,65
10	221°20′		

Рис. 112. Задание направлений криволинейным участкам выработки в плане способом радиусов.

Способ перпендикуляров (рис. 111). По перпендикуляру от заданного направления задают расстояния до боков выработки и расстояния от точки поворота до оснований всех перпендикуляров. Расстояния определяют графически по чертежу в масштабе 1 : 50 или 1 : 100.

Способ радиусов (рис. 112). Задают расстояния по верхняку крепи влево и вправо от направления и расстояния между осями соседних боковых стоек по внешней и внутренней сторонам выработки. Расстояния по верхняку крепи влево и вправо от направления опреде-

ляют графически по чертежу крупного масштаба. Расстояния между осями соседних боковых стоек по внешней $l_{внеш}$ и внутренней $l_{внут}$ сторонам выработок вычисляют по формулам

$$l_{внеш} = l + \Delta l;\ l_{внут} = l - \Delta l;\ \Delta l = \frac{b}{2R},$$

где l — расстояние по паспорту между осями рам на прямолинейном участке; b — средняя ширина выработки (по паспорту); R — радиус кривизны.

Количество сторон проектного полигона n определяют по полному углу поворота θ, ширине выработки в свету b и радиусу R криволинейного участка по формуле $n \geqslant \frac{\theta}{\beta}$.

Угол β находят по формуле

$$\sin\frac{\beta}{4} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{b}{R}}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 56 (к параграфу 15.3)

СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ НАПРАВЛЕНИЙ ГОРНЫМ ВЫРАБОТКАМ С УГЛАМИ НАКЛОНА ОТ 6 ДО 50° В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ

Для задания направления выработке в вертикальной плоскости в точке изменения ее уклона устанавливают исходный «осевой» репер или два исходных боковых репера при помощи нивелира.

За исходный осевой репер принимают верх головки отвеса, повешенного в точке на оси выработки с таким расчетом, чтобы вертикальное расстояние от репера до проектного положения головки рельсов откаточных путей равнялось целому числу дециметров (обычно десяти).

За исходные боковые реперы принимают два центра, забитые в бока выработки так, чтобы линия, их соединяющая, была перпендикулярна к оси выработки. Высотную отметку исходных боковых реперов назначают с таким расчетом, чтобы расстояние по нормали к оси выработки до проектного положения головки рельсов откаточных путей было равно целому числу дециметров. Соблюдение уклона при проходке первых 5—10 *м* наклонной выработки контролируют при помощи треугольника-шаблона или висячего полукруга.

ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЫРАБОТКЕ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ОСЕВЫХ РЕПЕРОВ

На вертикальном круге теодолита, отцентрированного под точкой *О* осевого репера, устанавливают отсчет, равный заданному углу наклона выработки — α (рис. 113).

На самую отдаленную точку направления *1* вешают отвес и, наблюдая в трубу теодолита, совмещают верх головки отвеса со средней горизонтальной нитью теодолита. В этом положении отвес закрепляют и измеряют вертикальное расстояние от точки направления до верха головки отвеса h'. При втором положении трубы получают

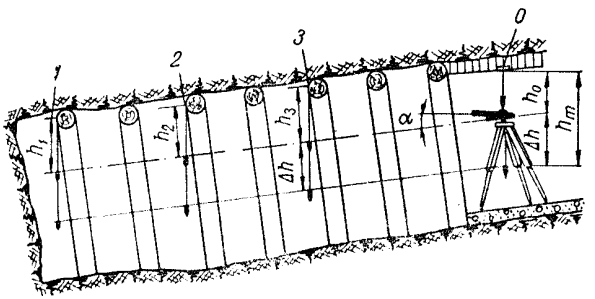


Рис. 113. Задание направления выработке в вертикальной плоскости при помощи осевых реперов.

расстояние h''. Затем вешают отвес так, чтобы расстояние от точки направления до верха головки отвеса равнялось среднему арифметическому из h' и h'', т. е.

$$h = \frac{h' + h''}{2}.$$

Производят контрольное измерение угла наклона. Если правильность выставленного репера подтверждается, то, пользуясь им как ориентиром, устанавливают осевые реперы на всех точках направления. При этом измеряют вертикальные расстояния от верха головок отвесов до соответствующих точек направлений.

Для того чтобы установить осевые реперы по наклонной оси выработки, их приподнимают или опускают на величину

$$\Delta h = h_m - h_0,$$

где h_m — расстояние от точки подвеса исходного осевого репера до верха головки отвеса; h_0 — расстояние от точки подвеса исходного осевого репера до горизонтальной оси теодолита.

---

* Под осевым репером понимают верхнюю плоскость головки отвеса.

ЗАДАНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЫРАБОТКЕ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИ ПОМОЩИ БОКОВЫХ РЕПЕРОВ

Теодолит устанавливают под точкой направления (на штативе или на консоли) между исходными реперами Rp_0, Rp_1 и вновь выставляемыми Rp_{n-1}, Rp_n (рис. 114).

На вертикальном круге теодолита устанавливают отсчет, равный заданному углу наклона выработки $\alpha_н$.

Наблюдая в трубу теодолита, на боках выработки около исходных и вновь выставляемых реперов отмечают след наклонного визирного

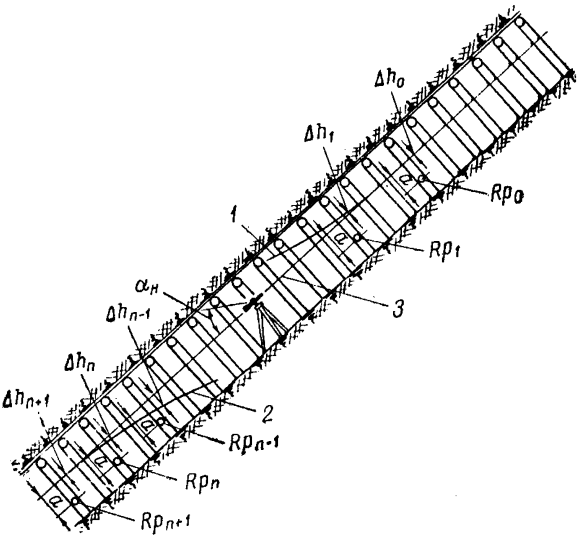


Рис. 114. Задание направления выработке в вертикальной плоскости при помощи боковых реперов.

луча трубы теодолита — «горизонт визирования». Затем трубу переводят через зенит и повторяют работу. Расстояние между метками делят пополам и отмечают средний горизонт визирования. Так как наклон задан непараллельно оси выработки, то для каждой точки вычисляют поправку Δh, на которую исправляют положение меток среднего горизонта визирования. Поправки рассчитывают по нормали к наклонной оси выработки по приближенной формуле

$$\Delta h = \frac{l^2}{2L} \operatorname{tg} \alpha_н,$$

где l — расстояние от теодолита до бока выработки, на которой выставлен данный репер (величину l измеряют с округлением до полудециметров); L — расстояние от точки стояния теодолита до выставленного репера (величину L измеряют вдоль бока выработки с округлением до дециметров); $\alpha_н$ — задаваемый угол наклона.

Так как угол $\alpha_н$ и расстояние l известны, то, чтобы не производить расчетов в выработке, рекомендуется заранее составить таблицу поправок Δh в зависимости от L через каждые 1—2 *м*. Поправку откладывают от среднего горизонта визирования вниз, если репер

находится по выработке выше теодолита, и вверх, если репер находится по выработке ниже теодолита. Вычисленные для каждого репера поправки с соответствующим знаком записывают в журнал измерений.

От исправленных меток горизонта визирования по нормали к наклонной оси выработки измеряют расстояние a до исходных реперов Rp_0, Rp_1 и на таком же расстоянии a от меток в нижней части выработки закрепляют новые реперы Rp_{n-1}, Rp_n, Rp_{n+1} с данными высотными отметками.

ПРИЛОЖЕНИЕ 57 (к параграфу 15 9)

ПРИМЕР ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ СМЫКАНИЯ ЗАБОЕВ

Требуется рассчитать ожидаемую ошибку смыкания встречных забоев при прохождении уклона с горизонта $H_1 = 200$ *м* на горизонт $H_2 = 420$ *м*. Угол наклона ствола 18°. Горизонт H_1 ориентирован через один вертикальный ствол шахты 1, а горизонт H_2 — через один

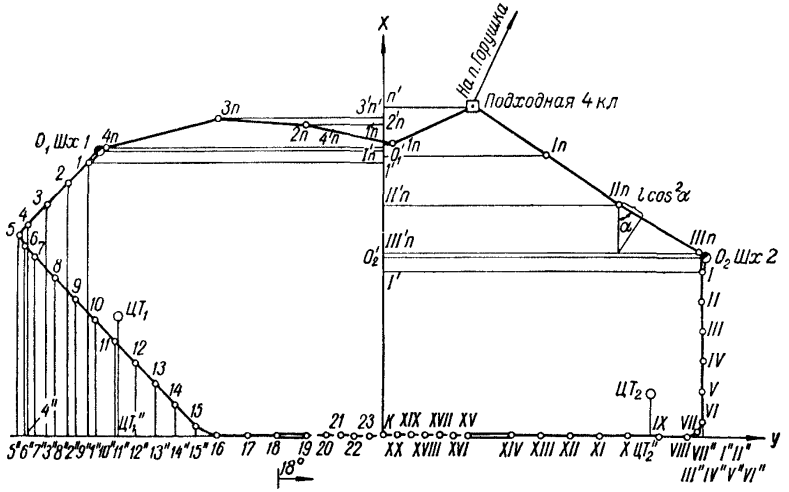


Рис. 115. Полигонометрический ход.

вертикальный ствол шахты 2. Ориентирование производилось независимо дважды. На поверхности от пункта «Подходная» к отвесам O_1 и O_2 (рис.115) проложены двойные висячие ходы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к полигонометрии точности 1 : 10 000. По пунктам этих ходов произведено нивелирование IV класса.

Ожидаемое место встречи забоев — точка K; ответственные направления — в плане KX, перпендикулярное к оси уклона (KY) и по высоте.

Допустимые расхождения встречных забоев: в плане — по направлению (KX) $\pm 0{,}70$ *м*, по высоте $\pm 0{,}30$ *м*.

Предварительная оценка точности смыкания забоев производится в порядке, указанном в параграфе 15.9.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СМЫКАНИЯ ЗАБОЕВ ПО ОТВЕТСТВЕННОМУ НАПРАВЛЕНИЮ В ПЛАНЕ ОТДЕЛЬНО ПО КАЖДОМУ ИЗ ИСТОЧНИКОВ ОШИБОК, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ОБЩУЮ ОШИБКУ

ОШИБКИ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ШАХТ 1 И 2

Среднюю ошибку смыкания забоев от ошибки ориентирования через один шахтный ствол определяют по формуле

$$m_{x_0} = \frac{1}{\rho''} M_0'' R_{y_0}, \qquad (4)$$

где M_0'' — средняя ошибка ориентирования, *сек*; R_{y_0} — проекция линии, соединяющей начальную точку хода с предполагаемой точкой встречи забоев, на направление KY, перпендикулярное к ответственному, *м*.

Полагая в соответствии с параграфом 9.20

$$M_{O_1} = M_{O_2} = \pm \frac{180''}{2\sqrt{2}} = \pm 60''$$

и учитывая, что ориентирование выполнено дважды, для предварительной оценки точности в данном случае принимают

$$M_{O_1} = M_{O_2} = \pm \frac{60''}{\sqrt{2}} = \pm 45''.$$

Величины $R_{yO_1} = O_1'O_1 = 979$ *м* для шахты 1 и $R_{yO_2} = O_2'O_2 = 1092$ *м* для шахты 2 определяют графически по плану с расположением полигонометрического хода (см. рис. 115). Подставив эти величины в формулу (4), находят

$$m_{xO_1} = \pm \frac{1}{206\,000} \cdot 45 \cdot 979 = \pm 0{,}213 \text{ м},$$

$$m_{xO_2} = \pm \frac{1}{206\,000} \cdot 45 \cdot 1092 = \pm 0{,}238 \text{ м}.$$

ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДОВ

Среднюю ошибку смыкания забоев от ошибок измерения углов в висячих полигонометрических ходах при двукратном выполнении работ определяют по формуле

$$m_{x_\beta} = \pm \frac{m_\beta}{\rho\sqrt{2}} \sqrt{\sum R_{y_i}^2}, \qquad (5)$$

где m_β — ошибка измерения углов; $\Sigma R_{y_i}^2$ — сумма квадратов проекций расстояний от вершин всех непосредственно измеренных углов хода до точки смыкания забоев на направление KY, перпендикулярное к ответственному (значения R_{y_i} определяют графически по плану, см. рис. 115).

В соответствии с параграфом 9.4 ошибку измерения углов в шахте $m_{\beta_ш}$ принимают равной $\pm 20''$; ошибку измерения углов в полигонометрических ходах на земной поверхности $m_{\beta_п}$ (параграф 2.3) принимают равной $\pm 5''$.

Определение величины $\sum R_{yi}^2$ для подземных полигонометрических ходов

Вершины хода	R_{y_i}, м	$R_{y_i}^2$, м²	Вершины хода	R_{y_i}, м	$R_{y_i}^2$, м²
1	1013	$10\,262 \cdot 10^2$	I	1092	$11\,925 \cdot 10^2$
2	1085	11 772	II	1092	11 925
3	1157	13 386	III	1092	11 925
4	1227	15 055	IV	1092	11 925
5	1250	15 625	V	1092	11 925
6	1232	15 178	VI	1092	11 925
7	1198	14 352	VII	1078	11 621
8	1128	12 724	VIII	1043	10 878
9	1058	11 194	IX	944	8 911
10	988	9 761	X	844	7 123
11	918	8 427	XI	744	5 535
12	848	7 191	XII	644	4 147
13	778	6 053	XIII	544	2 959
14	708	5 013	XIV	444	1 971
15	638	4 070	XV	294	864
16	568	3 226	XVI	245	600
17	463	2 144	XVII	196	384
18	363	1 318	XVIII	147	216
19	263	691	XIX	98	96
20	194	376	XX	49	24
21	146	213			
22	98	96			
23	49	24	$\sum R_{y_i}^2 = 295\,033 \cdot 10^2$		

Определение величины $\sum R_{yi}^2$ для полигонометрического хода на земной поверхности

Вершины	R_{y_i}, м	$R_{y_i}^2$, м²	Вершины	R_{y_i}, м	$R_{y_i}^2$, м²
Подходная	298	$888 \cdot 10^2$	Iп	551	$3\,036 \cdot 10^2$
1п	22	4	IIп	804	6 464
2п	273	745	IIIп	1079	11 642
3п	574	3294			
4п	962	9254			$\sum R_{y_i}^2 = 35\,330 \cdot 10^2$

Подставив эти величины в формулу (5), получают среднюю ошибку смыкания забоев:

— от ошибок измерения углов в подземных полигонометрических ходах

$$m_{x\beta_ш} = \pm \frac{20''}{206\,000\sqrt{2}} \sqrt{2950{,}3 \cdot 10^4} = \pm 0{,}372 \text{ м};$$

— от ошибок измерения углов в полигонометрических ходах на земной поверхности

$$m_{x\beta_п} = \pm \frac{5''}{206\,000\sqrt{2}} \sqrt{353{,}3 \cdot 10^4} = \pm 0{,}032 \text{ м}.$$

ОШИБКИ ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ СТОРОН В ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ХОДАХ

Среднюю ошибку смыкания забоев от ошибок измерения длины сторон в полигонометрических ходах при двукратном выполнении работ определяют по формуле

$$m_{x_l} = \sqrt{\frac{\mu^2 \sum l_i \cos^2 \alpha_i}{2} + \lambda^2 L^2 \cos^2 \gamma}, \qquad (6)$$

где μ — коэффициент влияния случайных ошибок измерения длины сторон; λ — коэффициент влияния систематических ошибок измерения длины сторон; l_i — длина стороны полигонометрического хода (определяют графически по плану, см. рис. 115); L — длина замыкающей полигонометрического хода, т. е. расстояние между начальными точками полигонометрических ходов в шахте или между конечными точками полигонометрических ходов на земной поверхности (определяют графически по плану, см. рис. 115); α_l — угол между стороной полигонометрического хода и ответственным направлением KX (определяют графически по плану, см. рис. 115); γ — угол между замыкающей и ответственным направлением KX (определяют по плану, см. рис. 115).

В соответствии с параграфом 9.4 принимают $\mu = \pm 0{,}0005$ и $\lambda = \pm 0{,}00005$. Величины $l_i \cos^2 \alpha_i$ определяют графически, двойным проектированием (по плану рис. 115).

Определение $\sum l_i \cos^2 \alpha_i$ для подземных полигонометрических ходов

Стороны	$l_i \cos^2 \alpha_i$, м	Стороны	$l_i \cos^2 \alpha_i$, м	Стороны	$l_i \cos^2 \alpha_i$, м
1—2	51	10—11	50	I—II	100
2—3	51	11—12	50	II—III	100
3—4	51	12—13	50	III—IV	100
4—5	28	13—14	50	IV—V	100
5—6	32	14—15	50	V—VI	100
6—7	22	15—16	14	VI—VII	35
7—8	50			VII—VIII	5
8—9	50				
9—10	50				

$$\sum l_i \cos^2 \alpha_i = 1189 \text{ м}$$

Определение $\sum l_i \cos^2 \alpha_i$ для полигонометрического хода на земной поверхности

Стороны	$l_i \cos^2 \alpha_i$, *м*	Стороны	$l_i \cos^2 \alpha_i$, *м*
Подх.—1п	50	Подх.—1п	85
1п—2п	10	Iп—IIп	90
2п—3п	5	IIп—IIIп	80
3п—4п	25		

$$\sum l_i \cos^2 \alpha_i = 335 \text{ м}$$

Величина $L \cos \gamma$, равная стороне 1′—I′, для подземных ходов составляет 360 *м* и, равная стороне 4′п—IIIп, для ходов на земной поверхности составляет 355 *м*.

Подставив эти величины в формулу (6), получают среднюю ошибку смыкания забоев:

— от ошибок измерения длины сторон в подземных полигонометрических ходах

$$m_{x l_{ш}} = \pm \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-8} \cdot 1189}{2} + 25 \cdot 10^{-10} \cdot 129\,600} = \pm 0{,}022 \text{ м};$$

— от ошибок измерения длины сторон в полигонометрическом ходе на земной поверхности

$$m_{x l_{п}} = \pm \sqrt{\frac{25 \cdot 10^{-8} \cdot 335}{2} + 25 \cdot 10^{-10} \cdot 126\,025} = \pm 0{,}020 \text{ м}.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ СРЕДНЕЙ ОШИБКИ СМЫКАНИЯ ЗАБОЕВ ПО ОТВЕТСТВЕННОМУ НАПРАВЛЕНИЮ В ПЛАНЕ (*КХ*)

Общую среднюю ошибку смыкания забоев по ответственному направлению в плане вычисляют по формуле

$$M_x = \pm \sqrt{m^2_{x_{O_1}} + m^2_{x_{O_2}} + m^2_{x_{\beta_{ш}}} + m^2_{x_{\beta_{п}}} + m^2_{x_{l_{ш}}} + m^2_{x_{l_{п}}}};$$

$$M_x = \pm \sqrt{(0{,}213)^2 + (0{,}238)^2 + (0{,}372)^2 + (0{,}032)^2 + (0{,}022)^2 + (0{,}020)^2} =$$

$$= \pm \sqrt{0{,}2424} = \pm 0{,}492 \text{ м}.$$

Отсюда ожидаемая ошибка составит $M_{ож} = 3M_x = \pm 1{,}476$ *м*, что превосходит установленный допуск.

Для того чтобы обеспечить смыкание забоев в пределах установленного допуска, повышают точность работ. Целесообразнее всего применить гироскопический способ определения опорных дирекционных углов для стороны 18—19 в полигонометрическом ходе, проложенном от отвеса O_1 до точки встречи забоев, и для стороны XV—XVI — в полигонометрическом ходе, проложенном от отвеса

O_2. Если угловую невязку в полигонах, замкнутых в дирекционных углах, распределяют поровну на все углы, а поправку гирокомпаса определяют независимо для каждого опорного дирекционного угла, среднюю ошибку смыкания забоев от ошибок измерения углов в подземных полигонометрических ходах с учетом ошибок ориентирования начальной и промежуточной опорных сторон определяют по формуле

$$m^2_{x\beta O} = \frac{m^2_\beta}{\rho^2}\{[D^2_{(\text{ц. т}, i)\,y}] + [R^2_{(n,\,\text{к})\,y}]\} + \frac{m^2_{\alpha_1}}{\rho^2} D^2_{(\text{ц. т-1})\,y} + \\ + \frac{m^2_{\alpha_2}}{\rho^2}(D_{(\text{ц. т}-n)\,y} + R_{(n-\text{к})\,y})^2; \qquad (7)$$

где $[D^2_{(\text{ц. т}, i)\,y}]$ — сумма квадратов проекций на ось Y расстояний от центра тяжести хода, замкнутого в дирекционных углах, до каждого из пунктов этого хода; $[R^2_{(n,\,\text{к})\,y}]$ — сумма квадратов проекций на ось Y расстояний от каждого пункта висячего хода до конечного пункта этого хода; $D_{(\text{ц. т-1})\,y}$ — проекция на ось Y расстояния от центра тяжести хода, замкнутого в дирекционных углах, до начального пункта этого хода; $D_{(\text{ц. т}-n)\,y}$ — то же, до последнего пункта этого хода; $R_{(n-\text{к})\,y}$ — проекция замыкающей висячего хода на ось Y; m_{α_1} — ошибка ориентирования начальной опорной стороны в ходе, замкнутом в дирекционных углах; m_{α_2} — то же, последней опорной стороны; m_β — ошибка измерения углов.

Координаты центра тяжести хода определяют по формулам

$$x_{\text{ц. т}} = \frac{[x]}{n}; \quad y_{\text{ц. т}} = \frac{[y]}{n},$$

где x, y — координаты соответствующих вершин хода (для хода, проложенного от отвеса O_1, — вершин 1, 2, 3, . . ., 18, а от отвеса O_2 — вершин I, II, . . ., XV); n — число вершин хода.

Из вычислений величины ΣR^2_{yi} для подземных полигонометрических ходов для вершины 18 (ход от отвеса O_1) находят $R_{(n-k)\,y} = 363$ и $[R^2_{(n,\,\text{к})\,y}] = 2718 \cdot 10^2$ и для вершины XIV (ход от отвеса O_2) — $R_{(n-k)\,y} = 444$ и $[R^2_{(n,\,\text{к})\,y}] = 4155 \cdot 10^2$.

Используя гирокомпас МВТ2 при условии, что весь комплекс измерений проводят дважды, принимают $m_{\alpha_1} = \pm 45''$ и $m_{\alpha_2} = \pm 30''$. Подставив эти величины в формулу (7), с учетом двукратного выполнения работ получают среднюю ошибку смыкания забоев:

— от ошибок измерения углов и ориентирования начальной и промежуточной опорных сторон в ходе от отвеса O_1 до точки K

$$m^2_{x(\beta,\,O_1)} = \frac{20^2}{2 \cdot 206\,000^2}(132{,}4 \cdot 10^4 + 27{,}2 \cdot 10^4) + \\ + \frac{45^2}{206\,000^2} \cdot 0{,}8 \cdot 10^4 + \frac{30^2}{206\,000^2}(560 + 363)^2 = 0{,}0075 + \\ + 0{,}0004 + 0{,}0181 = 0{,}0260;$$

$$m_{x(\beta,\,O_1)} = \pm 0{,}161 \text{ м};$$

Вычисление величин $[D^2_{(ц.\ т,\ i)y}]$

Ход от отвеса O_1			Ход от отвеса O_2		
Вершины хода	$D_{(ц.\ т,\ i)\ y}$, м	$D^2_{(ц\ т,\ i)\ y}$, м²	Вершины хода	$D_{(ц.\ т,\ i)\ y}$, м	$D^2_{(ц.\ т,\ i)\ y}$, м²
1	89	$79 \cdot 10^2$	I	175	$306 \cdot 10^2$
2	162	262	II	175	306
3	232	538	III	175	306
4	303	918	IV	175	306
5	326	1062	V	175	306
6	308	949	VI	175	306
7	274	751	VII	164	269
8	204	416	VIII	125	156
9	133	177	IX	25	6
10	65	42			
	2096			1364	
11	3	0			
12	75	56	X	74	55
13	144	207	XI	173	299
14	214	458	XII	273	745
15	283	801	XIII	372	1383
16	357	1274	XIV	472	2228
17	460	2116			
18	560	3136			
	2096			1364	

$[D^2_{(ц.\ т,\ i)y}] = 13\,242 \cdot 10^2$ $\qquad$ $[D^2_{(ц.\ т,\ i)\ y}] = 6980 \cdot 10^2$

— от ошибок измерения углов и ориентирования начальной и промежуточной опорных сторон в ходе от отвеса O_2 до точки K

$$m^2_{x(\beta,\ O_2)} = \frac{20^2}{2 \cdot 206\,000^2}(69{,}8 \cdot 10^4 + 41{,}6 \cdot 10^4) + \frac{45^2}{206\,000^2} \cdot 3{,}1 \cdot 10^4 +$$
$$+ \frac{30^2}{206\,000^2}(472 + 444)^2 = 0{,}0052 + 0{,}0015 + 0{,}0178 = 0{,}0245,$$
$$m_{x(\beta,\ O_2)} = \pm 0{,}157\ м.$$

С учетом ошибок измерения углов в ходе на земной поверхности и длины сторон в подземном ходе и ходе на земной поверхности общую среднюю ошибку смыкания забоев получат равной

$$M_x = \pm \sqrt{m^2_{x(\beta,\ O_1)} + m^2_{x(\beta,\ O_2)} + m^2_{x\beta_п} + m^2_{x l_п} + m^2_{x l_ш}} =$$
$$= \pm \sqrt{0{,}0260 + 0{,}0245 + 0{,}0010 + 0{,}0004 + 0{,}0005};$$
$$M_x = \pm \sqrt{0{,}0524} = \pm 0{,}229\ м.$$

Отсюда ожидаемая ошибка будет

$$M_{ож} = 3M_x = 3 \cdot 0{,}229 = \pm 0{,}687 \text{ м},$$

что не превышает установленного допуска.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ СМЫКАНИЯ ЗАБОЕВ ПО ВЫСОТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОТДЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОШИБОК

Предельную ошибку смыкания забоев по высоте от ошибки передачи высотной отметки через шахтный ствол определяют по формуле

$$m_{h_{ст}} = \pm \frac{\Delta h}{\sqrt{2}}; \qquad (8)$$

$$\Delta h = 10 + 0{,}2H, \text{ мм},$$

где Δh — предельное расхождение между двумя независимыми определениями глубины шахтного ствола (параграф 9.9); H — глубина шахтного ствола, *м*.

Подставляя значения $H_1 = 200$ *м* и $H_2 = 420$ *м* в формулу (8), получают:

— от ошибки передачи высотной отметки через ствол шахты 1

$$m_{h_{ст.1}} = \frac{10 + 0{,}2 \cdot 200}{\sqrt{2}} = \pm 0{,}035 \text{ м};$$

— от ошибки передачи высотной отметки через ствол шахты 2

$$m_{h_{ст.2}} = \frac{10 + 0{,}2 \cdot 420}{\sqrt{2}} = + 0{,}066 \text{ м}.$$

Ошибку смыкания забоев по высоте от ошибок геометрического нивелирования на земной поверхности определяют по формуле

$$m_{h_п} = \pm 20\sqrt{L}, \text{ мм},$$

где L — длина хода, *км*,

$$L = [(\text{Подх.} - 4\text{п}) + (\text{Подх.} - \text{IIIп})] = 1300 + 918 = 2218 \text{ м}.$$

Эта ошибка составит

$$m_{h_п} = \pm 20\sqrt{2{,}22} = \pm 0{,}030 \text{ м}.$$

Ошибку смыкания забоев по высоте от ошибок геометрического нивелирования в шахте (ход от отвеса O_1 до точки 19) определяют по формуле

$$m_{h_ш} = \pm 50\sqrt{L}, \text{ мм},$$

где L — длина хода, *км*,

$$L_{(O_1\text{-}19)} = 1{,}605 \text{ км},$$

откуда эта ошибка составит

$$m_{h_{\text{ш. }O_1}} = \pm 50\sqrt{1{,}60} = \pm 0{,}063 \text{ м}.$$

Ошибка смыкания забоев по высоте от ошибок геометрического нивелирования в шахте (ход от отвеса O_2 до точки XV) при $L_{(\text{I-XV})} = 1330$ м составит

$$m_{h_{\text{ш. }O_2}} = \pm 50\sqrt{1{,}33} = \pm 0{,}058 \text{ м}.$$

Ошибку смыкания забоев по высоте от ошибок тригонометрического нивелирования по слепому наклонному шахтному стволу от точки 19 до точки встречи забоев K определяют по формуле

$$m_{h_{\text{т}}} = \pm \frac{\Delta h}{\sqrt{2}}; \quad \Delta h = \pm 10\sqrt{n_1 + n_2}, \text{ мм},$$

где Δh — предельное расхождение между двумя независимыми определениями превышения начальной точки хода относительно конечной; n — число сторон в одном и другом ходе тригонометрического нивелирования.

Отсюда эта ошибка составит

$$m_{h_{\text{т}}} = \pm \frac{10\sqrt{n_1 + n_2}}{\sqrt{2}} = \pm \frac{10\sqrt{11+11}}{\sqrt{2}} = \pm 0{,}033 \text{ м}.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ СРЕДНЕЙ ОШИБКИ СМЫКАНИЯ ЗАБОЕВ ПО ВЫСОТЕ

Учитывая полученные ошибки смыкания от различных источников при двукратном выполнении всего комплекса измерений, находят общую среднюю ошибку смыкания забоев по высоте

$$M_z = \pm \frac{1}{2}\sqrt{\frac{m^2_{h_{\text{ст. 1}}} + m^2_{h_{\text{ст. 2}}} + m^2_{h_{\text{п}}} + m^2_{h_{\text{ш. }O_1}} + m^2_{h_{\text{ш. }O_2}} + m^2_{h_{\text{т}}}}{2}} =$$

$$= \pm \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}[(0{,}035)^2 + (0{,}066)^2 + (0{,}030)^2 + (0{,}063)^2 +}$$

$$\overline{+ (0{,}058)^2 + (0{,}033)^2]} = \pm \frac{1}{2}\sqrt{0{,}00745} = \pm \frac{1}{2} 0{,}086 = \pm 0{,}043 \text{ м}.$$

Отсюда ожидаемая ошибка будет

$$M_{\text{ож}} = \pm 3M_z = \pm 3 \cdot 0{,}043 = \pm 0{,}129 \text{ м},$$

что не превышает установленного допуска, равного $\pm 0{,}300$ м.

ПРИЛОЖЕНИЕ 58 (к параграфу 16.3)

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПЕРЕДАВАЕМОЙ ПРИ ВВОДЕ ШАХТЫ В СТАДИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

При вводе шахты в стадию строительства передают следующую графическую документацию:

1. План земной поверхности участка шахтного строительства.
2. План земной поверхности участка жилищного строительства.
3. План земной поверхности участка промышленной площадки.
4. Картограмму расположения планшетов съемки земной поверхности.
5. Планы и профили подземных коммуникаций, имеющихся в натуре на участках строительства.
6. План расположения пунктов геодезических и съемочных сетей района заинтересованности, осевых пунктов запроектированных шахтных стволов, пунктов трасс коммуникаций и пунктов разбивочной сети.
7. Кроки и схемы конструкции пунктов и реперов.
8. Геологическую карту участка месторождения.
9. Вертикальные геологические разрезы по разведочным линиям.
10. Горизонтальные геологические разрезы на проектных горизонтах горных работ.
11. Геологические разрезы по скважинам.
12. Гипсометрические карты боковой поверхности тел полезных ископаемых.
13. Карты качества и свойств тел полезных ископаемых.
14. Чертежи к подсчету запасов полезных ископаемых.
15. Гидрогеологическую карту и разрезы к ней (при сложных гидрогеологических условиях залегания месторождения).
16. Генеральный план поверхности шахты.
17. Планы и разрезы блоков зданий и отдельных промышленных зданий и сооружений.
18. Планы и профили трасс коммуникаций.
19. Вертикальные разрезы по шахтным стволам.
20. Планы околоствольных горных выработок, приемных площадок и камер гидроподъема.
21. Планы и разрезы отдельных камер.
22. План вскрытия шахтного поля и вертикальные разрезы к нему по основным вскрывающим выработкам.
23. Планы подготовки тел полезных ископаемых к эксплуатации.
24. Чертежи главного технологического комплекса.
25. Чертежи для прохождения и армирования шахтных стволов.

26. Чертежи горных и земельных отводов.

27. Чертежи предохранительных целиков под зданиями, сооружениями и природными объектами.

28. Чертежи барьерных целиков между шахтными полями, границ безопасного ведения горных работ и барьерных целиков у затопленных горных выработок.

Примечание. Чертежи, указанные в пунктах 16—28, являются проектными и служат для перенесения геометрических элементов названных объектов в натуру.

При вводе шахты в стадию эксплуатации передают следующую графическую документацию:

1. План земной поверхности территории экономической заинтересованности шахты.
2. План поселка.
3. План промышленной площадки.
4. Картограмму расположения планшетов планов земной поверхности.
5. Планы и профили подземных коммуникаций.
6. План расположения пунктов геодезических и съемочных сетей района заинтересованности, осевых пунктов шахтных стволов, коммуникаций и пунктов разбивочной сети.
7. Кроки и схемы конструкции пунктов и реперов, находящихся на территории экономической заинтересованности шахты.
8. Геологическую карту.
9. Вертикальные геологические разрезы по разведочным линиям.
10. Горизонтальные геологические разрезы на проектных горизонтах горных работ.
11. Геологические разрезы по скважинам и по горным выработкам.
12. Гипсометрические карты боковой поверхности тел полезных ископаемых.
13. Карты качества и свойств тел полезных ископаемых.
14. Чертежи к подсчету запасов полезных ископаемых.
15. Гидрогеологическую карту и разрезы к ней (при сложных гидрогеологических условиях залегания месторождения).
16. Вертикальные разрезы по шахтным стволам и журналы проходки.
17. Планы горных выработок околоствольных дворов, приемных площадок и камер гидроподъема.
18. План вскрытия шахтного поля и вертикальные разрезы к нему по основным вскрывающим выработкам.
19. Планы горных выработок.
20. Планы расположения пунктов подземной маркшейдерской опорной и съемочной сетей.
21. Профили проводников и стенок вертикальных шахтных стволов.

22. Продольные профили транспортных горных выработок и проложенных в них путей.

23. Чертежи горных и земельных отводов.

24. Чертежи предохранительных целиков под зданиями, сооружениями и природными объектами.

25. Чертежи барьерных целиков между шахтными полями, границ безопасного ведения горных работ и барьерных целиков у затопленных горных выработок.

ПРИЛОЖЕНИЕ 59 (к параграфу 16.6)

СРОКИ ХРАНЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

ЧЕРТЕЖИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ХРАНЕНИЮ В ТЕЧЕНИЕ ТРЕХ ЛЕТ СО ДНЯ ОКОНЧАНИЯ РАБОТ С НИМИ

1. Планы поверхности отвалов полезного ископаемого на складе, отвалов некондиционных полезных ископаемых и хранилищ отходов обогатительных фабрик.

2. Чертежи по перенесению в натуру проектного положения главного технологического комплекса, блоков и отдельных промышленных зданий и сооружений, коммуникаций.

3. Разрезы горных выработок открытых разработок по горизонтам горных работ в поперечном направлении (для определения объемов по профильным линиям).

4. Профили стенок вертикальных шахтных стволов (контрольные).

5. Продольные профили транспортных горных выработок и профили проложенных в них путей (контрольные).

6. Чертежи по учету состояния и движения запасов и потерь полезного ископаемого в недрах.

Примечание. Три года хранят журналы измерений и вычислений, послужившие основой составления названных чертежей.

ЧЕРТЕЖИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ХРАНЕНИЮ ДО ЛИКВИДАЦИИ ОТДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И ДО ПОГАШЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

1. План расположения пунктов разбивочной сети и осевых пунктов шахтных стволов.

2. Кроки и схемы конструкции реперов и пунктов.

3. Исполнительные чертежи введенных в эксплуатацию главного технологического комплекса, блоков и отдельных промышленных зданий и сооружений и коммуникаций.

4. Исполнительные профили стенок вертикальных шахтных стволов.

5. Исполнительные продольные профили транспортных горных выработок и проложенных в них путей.

6. Геологические разрезы по уступам открытых разработок, мелким скважинам, отдельным подземным выработкам и очистным забоям.

Примечание. До этого же времени хранят журналы вычислений, послужившие основой составления названных чертежей; журналы измерений хранят не менее трех лет.

ЧЕРТЕЖИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ХРАНЕНИЮ ДО ЛИКВИДАЦИИ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

1. Планы участков земной поверхности, отведенных под склады полезных ископаемых (для определения объемов), некондиционных полезных ископаемых, под хранилища отходов обогатительных фабрик и отвалы пород (для определения емкостей).
2. Чертежи по изучению сдвижения земной поверхности и горных пород под влиянием подземных разработок и по изучению оползневых явлений на карьерах и отвалах.
3. Проекции горных выработок на вертикальную плоскость по каждому пласту с углами падения 60° и более (для всего шахтного поля в целом).
4. Чертежи по лавам и по выемочным участкам.
5. Проекции горных выработок на вертикальную плоскость по каждому блоку.
6. Планы горных выработок по каждому подэтажному горизонту блока.
7. Планы горных выработок по отдельным участкам.
8. Планы расположения пунктов маркшейдерской опорной сети в горных выработках.
9. Карта залегания рыхлых и коренных пород вскрыши в изолиниях мощности.
10. Гипсометрическая карта боковой поверхности пласта, пластообразной залежи, рудного тела, жилы.
11. Геологические разрезы по глубоким скважинам.
12. Чертежи, характеризующие качество и свойства полезного ископаемого.

Примечание. До этого же времени хранят журналы вычислений послужившие основой для составления этих чертежей; журналы измерений должны хранить не менее трех лет.

ЧЕРТЕЖИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ПОСТОЯННОМУ ХРАНЕНИЮ (УНИЧТОЖЕНИЮ НЕ ПОДЛЕЖАТ)

1. План земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия.
2. План промышленной площадки.
3. Картограмма расположения планшетов планов.
4. План расположения пунктов маркшейдерской опорной и съемочной сетей на земной поверхности.

5. Чертежи, горных выработок, отражающие вскрытие, подготовку и разработку.

6. Разрезы по вертикальным шахтным стволам.

7. Чертежи околоствольных горных выработок и приемных площадок.

8. Геологическая карта.

9. Вертикальные геологические разрезы по разведочным линиям.

10. Горизонтальные геологические разрезы по горизонтам горных работ.

Примечание. Для приисков как при открытом, так и при подземном способе разработки россыпей постоянному хранению подлежат все горногеологические чертежи. Постоянно хранят журналы вычислений, послужившие основой составления этих чертежей; журналы измерений хранят не менее трех лет.

М-ВО УГОЛЬНОЙ ПРОМ-СТИ СССР

ВСЕСОЮЗ. НАУЧ.-ИССЛЕД. ИН-Т ГОРНОЙ ГЕОМЕХАНИКИ И МАРКШ. ДЕЛА

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

Издание 2-е

Редактор издательства Т. М. Пономарева.
Переплет художника Ю. И. Прошлецова.
Техн. редактор Н. П. Старостина.
Корректоры В. Н. Михалевич, Н. А. Соколова.

Сдано в набор 4/VIII 1972 г. Подписано к печати 22/XI 1972 г. М-38489.
Формат бумаги 60 × 90¹/₁₆. Бумага № 2. Печ. л. 22¹/₂. Уч.-изд. л. 22,98.
Тираж 15 000 экз. Заказ № 1906/227. Цена 1 р. 36 к.

Издательство «Недра». Ленинградское отделение. 193171, Ленинград, С-171, ул. Фарфоровская, 12.

Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Московский проспект, 91.

gost.e-ecolog.ru