

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО ИМ. Д. Н. ОГЛОБЛИНА»

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных и самостоятельных
работ по дисциплине
«Маркшейдерия. Маркшейдерские работы при строительстве подземных
сооружений и шахт»**

уровень профессионального высшего образования «специалитет»
специальность 21.05.04 «Горное дело»
специализация «Маркшейдерское дело»

Рассмотрено

на заседании кафедры
«Маркшейдерское дело»
им. Д.Н. Оглоблина
Протокол № 7
от 13 января 2020 г.

Утверждено

на заседании
учебно-издательского
совета ДонНТУ
Протокол № ____
от _____ 2020 г.

Донецк
2020

УДК 528.3:622.1(076)

ББК 26.12:33.12я73

М54

Рецензент:

Хохлов Борис Валентинович - кандидат технических наук, старший научный сотрудник Республиканского академического научно-исследовательского и проектно-конструкторского института геомеханики и маркшейдерского дела.

Составители:

Козловский Геннадий Игнатьевич - кандидат технических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ»;

Грищенко Николай Николаевич - доктор технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ»;

Мирный Вячеслав Васильевич - кандидат технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ»;

Грищенко Андрей Николаевич - старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ».

Практикум по выполнению лабораторных и самостоятельных работ по дисциплине «Маркшейдерия. Маркшейдерские работы при строительстве подземных сооружений и шахт» [Электронный ресурс]: уровень проф. высш. образования «специалист» специальность 21.05.04 «Горное дело» специализация «Маркшейдерское дело» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина; сост.: Г.И. Козловский, Н.Н. Грищенко, В.В. Мирный, А.Н. Грищенко. – Электрон. дан. (1 файл). - Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. – 58 с.

В практикуме изложены основные положения дисциплины и методы решения основных маркшейдерско-геодезических задач при строительстве шахт. Теоретические обоснования сопровождаются примерами аналитических расчетов.

Практикум рекомендован к изданию методической комиссией специальности 21.05.04 "Горное дело" специализации «Маркшейдерское дело» (протокол № 7) и предназначены для подготовки специалистов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации "Маркшейдерское дело" очной и заочной форм обучения.

УДК 528.3:622.1(076)

ББК 26.12:33.12я73

М54

Содержание

1 ПРОМЫШЛЕННАЯ ПЛОЩАДКА СТРОЯЩЕЙСЯ ШАХТЫ И МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЗАСТРОЙКЕ ЕЕ ПРОЕКТНЫМИ ОБЪЕКТАМИ	6
1.1 Общие положения	6
1.2 Вынос и закрепление на местности проектного контура земельного отвода под <u>промышленную площадку</u> <u>строящейся шахты</u>	13
1.3 Вынос и закрепление на местности центра и осей вертикального ствола	17
1.4 Вынос и закрепление на промышленной площадке шахты проектных осей зданий и сооружений (на примете здания котельной)	23
1.5 Лабораторная работа №1.1. Вынос и закрепление на местности контура земельного отвода, центра и осей стволов, осей зданий и сооружений строящейся шахты	29
1.5.1 Постановка задачи	29
1.5.2 Исходные данные для выполнения лабораторной работы	29
1.5.3 Последовательность выполнения работы	29
2 ВЕРТИКАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ	33
2.1 Общие положения	33
2.2 Постановка задачи	35
2.3 Основные виды маркшейдерских работ и подготовка исходного материала для подсчета объемов земляных работ	
2.4 Методика подсчета объемов земляных работ	36
2.4.1 Общие положения	37
2.4.2 Расчет объемов земляных работ при плоских формах проектных поверхностей в секторах и корректировке предварительных объёмов срезки и насыпи грунта изменением высотного положения в проектных поверхностях	37
2.4.2.1 Постановка задачи	41
2.4.2.2. Исходные данные и предварительный выбор формы и высотного положения проектных поверхностей после планировки	41
2.4.2.3 Последовательность подсчета объемов земляных работ	41
2.4.3 Подсчёт объемов земляных работ при плоских проектных поверхностях в секторах и корректировки предварительных объемов в срезке и	42

насыпи грунта изменением уклонов проектных поверхности	46
2.4.3.1 Постановка задачи	46
2.2.3.2 Исходные данные, предварительные параметры проектных плоскостей и последовательность расчета объемов земляных работ	46
2.4.4 Подсчет объемов земляных работ при топографической форме проектной поверхности в секторах и корректировки предварительных объемов изменением высотного положения проектных поверхностей	51
2.4.4.1 Постановка задачи	51
2.4.4.2 Исходный графический материал и выбор предварительных параметров проектных поверхностей	52
2.4.4.3 Последовательность подсчета объемов земляных работ	53
2.5 Лабораторная работа № 2.1. Вертикальная планировка участка земной поверхности	56
2.5.1 Постановка задачи	56
2.5.2 Исходные данные для выполнения лабораторной работы по выданному преподавателю коэффициенту N	57
2.5.3 Последовательность выполнения лабораторной работы	60
3 ОДНОКАНАТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ ШАХТ И МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СООТНОШЕНИЕМ ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	63
3.1 Краткая характеристика основных элементов подъемной установки	63
3.2 Основные понятия и геометрические элементы одноканатной подъемной установки	73
3.3 Методика маркшейдерской проверки соотношений геометрических элементов подъемной установки с привязкой съемок к осевым пунктам ствола	76
3.4 Особенности методик проверки однобарабанных подъемных установок	93
3.5 Лабораторная работа №3.1. Маркшейдерская проверка соотношений геометрических элементов одноканатной подъемной установки с "привязкой" съемок к осям ствола	
3.5.1 Постановка задачи	93
3.5.2 Исходные данные для выполнения работы	93
3.5.3 Последовательность выполнения лабораторной	94

	работы	
3.6	Маркшейдерская проверка соотношений геометрических элементов одноканатной шахтной подъемной установки с привязкой съемок к фактическому положению осей подъемной машины	94
3.6.1	Предварительные замечания	
3.6.2	Последовательность и методика работ	99
3.6.3	Особенности съемок и измерений при проверке двухбарабанных и с одним цилиндрическим барабаном подъемной установки	99
3.7	Лабораторная работа № 3.2. Маркшейдерская проверка соотношения геометрических элементов одноканатной подъемной установки с "привязкой" съемок к осям подъемной машины	103
3.7.1	Постановка задачи	
3.7.2	Исходные данные и методика решения поставленных задач	104
4	ОКОЛОСТВОЛЬНЫЙ ДВОР. ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ПРОВЕРКИ ИХ	105
4.1	Общие сведения	
4.2	Составление проектного плана околоствольного двора	110
4.2.1	Геометрические параметры плана околоствольного двора	110
4.2.2	Расчет геометрических параметров выработок околоствольного двора и построение проектного плана	114
4.2.3	Аналитические расчеты параметров проектного полигона в «замкнутом контуре» выработок (с использованием значений «тангенсов» Т)	117
4.2.4	Составление рабочих чертежей и проектного плана выработок околоствольного двора	121
4.3	Замена криволинейных участков хордами и составление проектного маркшейдерского плана околоствольных выработок	127
4.4	Высотная увязка по выработкам околоствольного двора	
4.5	Лабораторная работа №4.1. Плановая и высотная увязки выработок околоствольного двора	127
4.5.1	Постановка задачи	131
4.5.2	Последовательность выполнения лабораторной работы	134
		134

1 ПРОМЫШЛЕННАЯ ПЛОЩАДКА СТРОЯЩЕЙСЯ ШАХТЫ И МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ЗАСТРОЙКЕ ЕЕ ПРОЕКТНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

1.1 Общие положения

Промышленная площадка представляет собой участок поверхности, предназначенный для проходки стволов, строительства зданий, сооружений, подземных коммуникаций и других объектов, необходимых для эффективной работы шахты (см. рис. 1.2 и табл. 1.1). Расположение объектов и взаимная увязка их предусмотрены проектом строительства шахты, составленным специализированной проектной организацией (Донгипрошахтом). Вынос на местность и контроль за соблюдением геометрических элементов строящихся объектов осуществляется маркшейдерской службой.

Основными задачами маркшейдерской службы при застройке промышленной площадки являются:

1. Вынос и закрепление на местности проектного контура земельного отвода под промышленную площадку.
2. Вынос и закрепление на местности центров и осей запроектированных стволов.
3. Вынос и закрепление на местности осей, высотных реперов и других геометрических элементов запроектированных зданий, сооружений и подземных коммуникаций.
4. Систематический контроль за соблюдением проектных геометрических параметров строящихся объектов.
5. Исполнительные съемки построенных объектов.
6. Составление и своевременное пополнение маркшейдерской документации.
7. Оперативное решение геометрических задач, возникающих при строительстве тех или иных объектов.

В данном разделе рассмотрены лишь пункты 1, 2, 3, 5 необходимые для: получения студентом навыков работы с проектной документацией; овладения методикой аналитических расчетов по выноске на местность геометрических элементов строящихся зданий и сооружений; приобретения навыков самостоятельного решения геометрических задач, возникающих при строительстве; более глубокого изучения учебного материала курса.

Исходным материалом для выполнения маркшейдерских работ при застройке промплощадки являются:

1. Проектные координаты угловых точек земельного отвода, выделенного в установленном порядке, под промышленную площадку строящейся шахты.
2. Проектные координаты центров и дирекционные углы осей стволов.
3. Топографический план местности в границах горного отвода, масштаба 1:5 000.

Здесь, из-за необходимости размещения рисунков на формате А:4 топографический план представлен в масштабе 1:25000 (рис. 1.1.).

4. Генплан и разбивочный план промплощадки шахты масштаба 1:500.

По приведенной выше причине, названные планы представлены в масштабе 1:2000 (рис. 1.2 и 1.3). Экспликация зданий представлена в табл. 1. При этом, из-за загруженности рисунков, исключены некоторые элементы: не показан рельеф местности, внутренние дороги, подпорные стенки, ограждения и т.п. Расположение осей зданий (рис. 1.2) и строительные координаты (рис. 1.3) показаны соответственно лишь для трех объектов и для 7-ми точек.

5. Рабочие чертежи строящихся на промплощадке объектов.

6. Маркшейдерско-геодезическое обоснование на промплощадке и в пределах шахтного поля.

Важнейшим материалом для разбивочных работ на промплощадке являются: разбивочный план; рабочие чертежи объектов, подлежащих строительству на промплощадке; подходной пункт (пункты) с известными координатами и дирекционными углами минимум на два направления; реперы высотного обоснования.

На разбивочном плане (рис. 1.3) показаны:

1. Строительная сетка, за начало и оси которой, приняты центр и оси одного ствола. В нашем случае, центр и оси скипового ствола.

2. Проектируемые к строительству здания, сооружения, подземные коммуникации и т.п.

3. Абсолютные высотные отметки условного нуля (нулевого горизонта) по каждому проектному объекту.

4. Строительные координаты (расстояния от линий сетки): характерных угловых точек зданий и сооружений; точек поворота подземных коммуникаций, дорог и т.п.).

Для прямоугольных зданий строительные координаты указываются минимум двух угловых точек, расположенных по диагонали или на длинной стороне, если здание расположено под углом к сетке. При сложной конфигурации координаты даются для угловых точек, отображающих форму объекта.

На разбивочном плане линии строительной сетки нанесены через 100м и имеют буквенные обозначения (например, ОА, +1А, +2А, -1А, -2А по оси X' и ОБ, +1Б, +2Б, -1Б, -2Б по оси Y'). Положение характерной точки объект задается в виде расстояний до ближайших буквенных линий, например: -1А-26.80; -2Б-10.35. Это значит, что рассматриваемая точка удалена: на -26,80м от горизонтальной линии сетки с оцифровкой -1А и на расстояние -10,35м от вертикальной линии -2Б (рис. 1.3, объект 16). Тогда условные координаты той же точки (относительно осей скипового ствола) равны: X'=-126,80м, Y'=-210,35м.

За начало условной системы координат на промплощадке принят центр скипового ствола. Ось направляют по оси ствола снизу-вверх (рис. 1.2, 1.3). Рабочие чертежи строящихся зданий и сооружений являются исходными данными для непосредственной выноски и закрепления на местности осей строящихся

объектов. На чертежах в крупном масштабе 1:200 даны: планы и оси объекта на различных горизонтах, вертикальные разрезы в характерных сечениях, конструкция и параметры фундаментов, детали различных узлов, условные отметки основных горизонтов и деталей. За условный нуль проектом принят, как правило, уровень пола первого этажа здания (рис. 1.4).

Абсолютные высотные отметки условного нуля и строительные координаты угловых точек объектов указаны на разбивочном плане (рис. 1.3), ориентировки цифровых и буквенных осей объектов в рабочих чертежах - на генплане (рис. 1.2, объекты 4,7,16).

Исходной геодезической основой для маркшейдерских работ на промплощадке шахты являются подходные пункты (в нашем случае пункты XXII, XXIII, XXIV на рис. 1.1, 1.5, 1.6).

До начала строительства, вблизи земельного отвода под промплощадку, закладывают «Подходной» пункт (пункты).

Место закрепления пункта (пунктов) выбирают с учетом: необходимости многолетней сохранности, видимости хотя бы на два пункта сети, удобства использования для маркшейдерско-геодезического обеспечения строительных работ.

Определение координат «Подходного» пункта (пунктов) производится вставкой в государственную геодезическую сеть методами триангуляции, трилатерации или прокладкой полигонометрии не ниже 4-го класса (рис. 1.1). Координаты «Подходного» пункта (пунктов) могут определяться также с использованием спутниковых навигационных систем (GPS и др.).

В этом разделе практикума рассматриваются три задачи:

1. Вынос и закрепление на местности контура ABCD земельного отвода под промышленную площадку (рис. 1.1).

2. Разбивка и закрепление на промплощадке осей вертикальных стволов.

3. Разбивка и закрепление осей здания (на примере котельной).

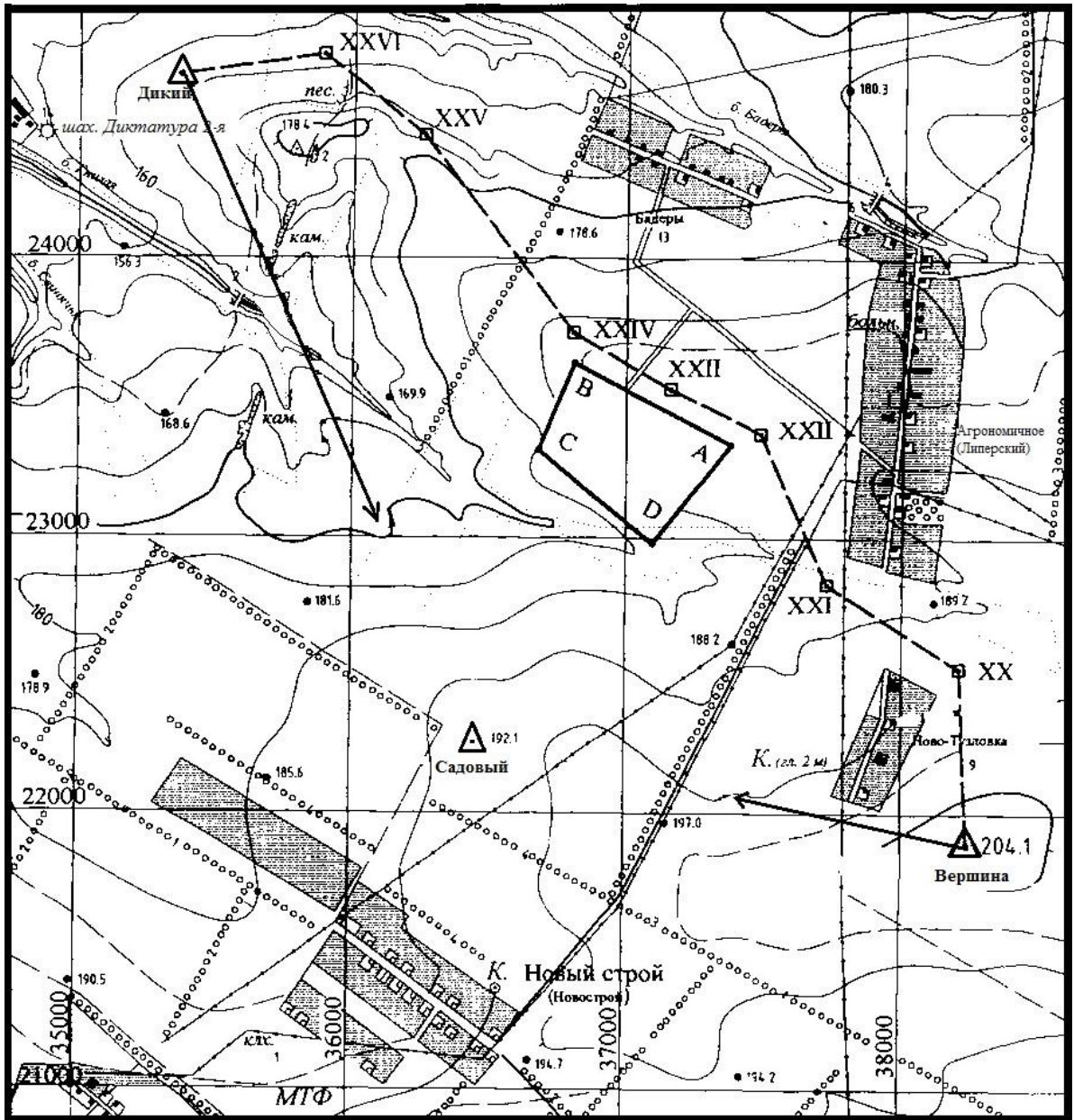


Рис. 1.1 - Фрагмент топографического плана с земельным отводом ABCD под промплощадку шахты. М 1:25000

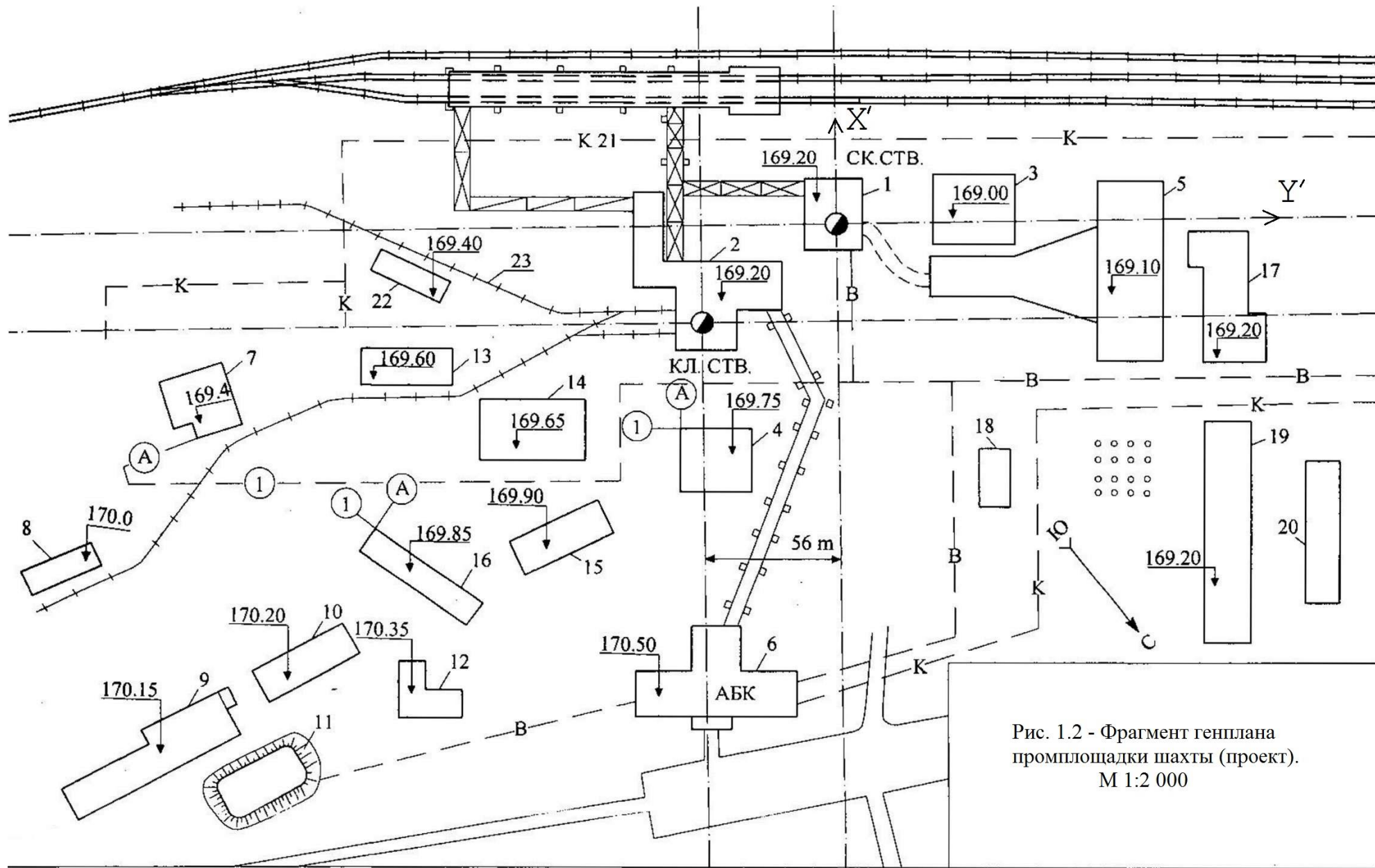


Рис. 1.2 - Фрагмент генплана
 промплощадки шахты (проект).
 М 1:2 000

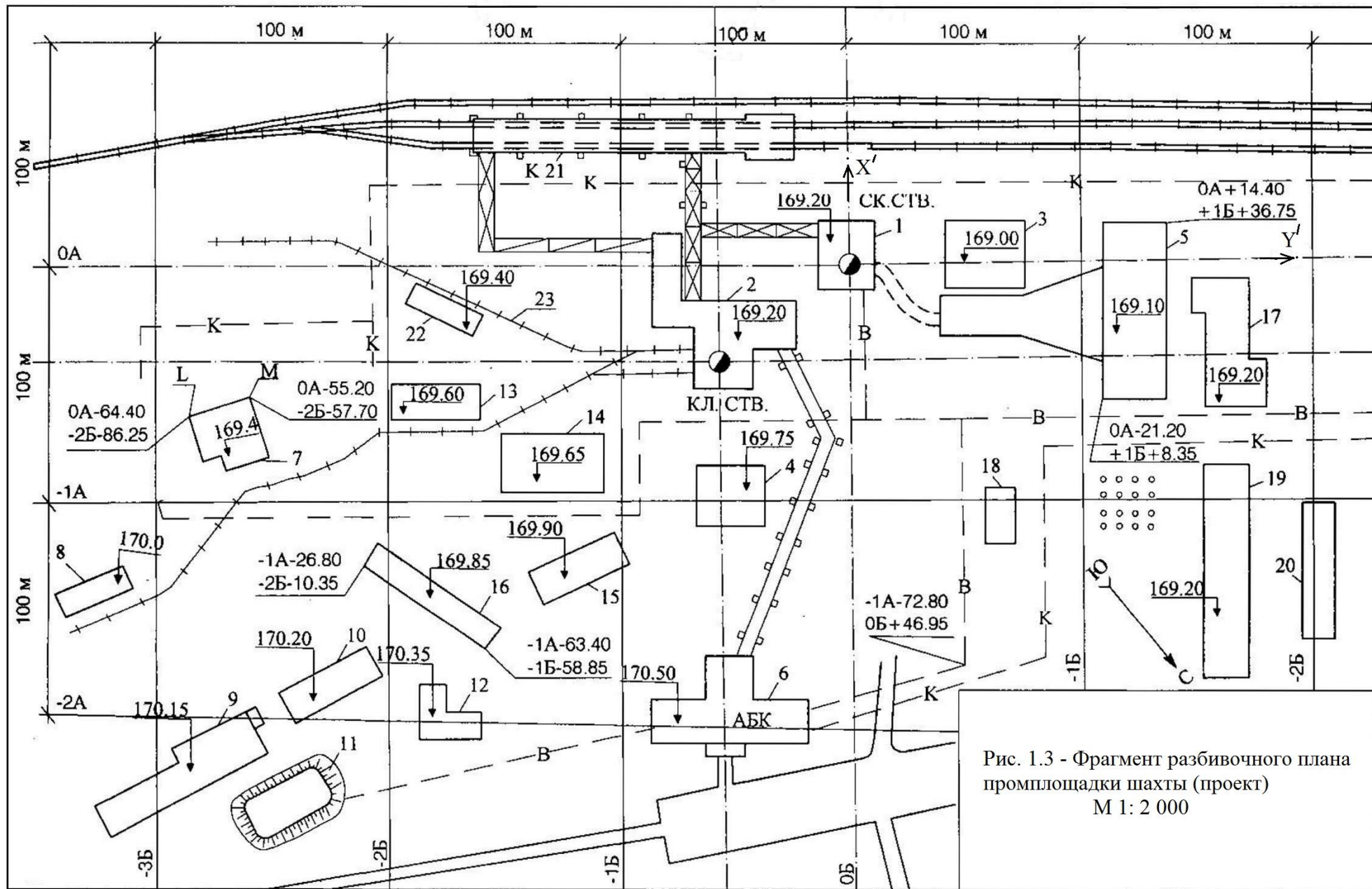


Рис. 1.3 - Фрагмент разбивочного плана
 промплощадки шахты (проект)
 М 1 : 2 000

План на отметке 0.000

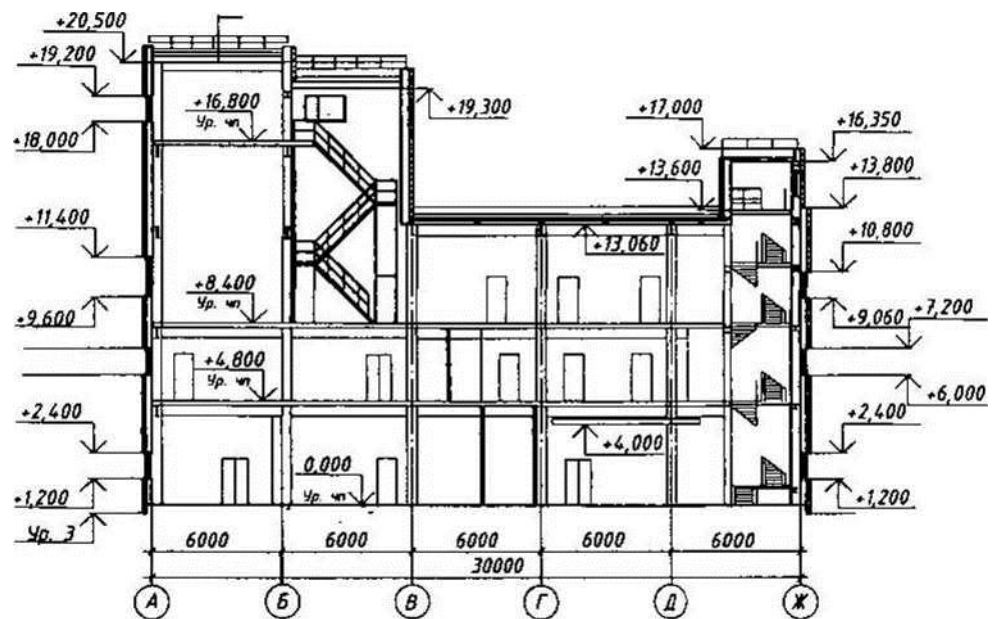
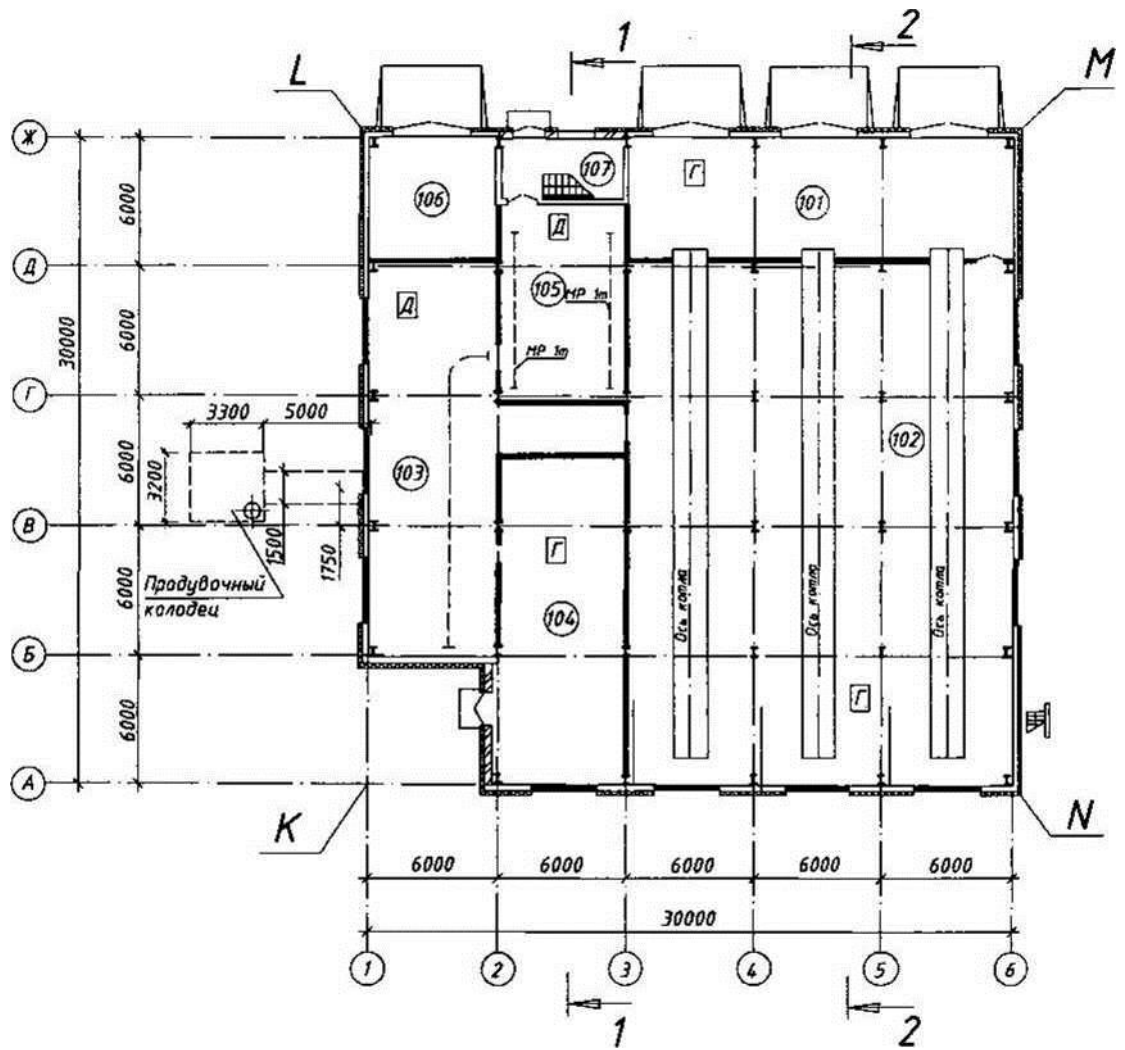


Рис. 1.4 - Котельная. План на отметке 0.000 и разрез 1-1

Таблица 1.1 – Экспликация зданий и сооружений на фрагментах генплана и разбивочного плана (рис. 1.2 и 1.3)

NN на выкопировках	Наименование
1	Надшахтное здание скипового ствола
2	Надшахтное здание клетьевого ствола
3	Здание подъема скиповой ствoла
4	Здание подъема клетьевого ствoла
5	Вентилятор ВИД-47У
6	Административно-бытовое здание
7	Котельная
8	Цех ремонта шахтных вагонеток
9	Здание ремонтно-строительного цеха
10	Плотницкая
11	Резервуар воды
12	Электроцех
13	Цех восстановления арочной крепи
14	Механические мастерские
15	Материальный склад
16	Электростанция
17	Материальный склад
18	Медпункт
19	Компрессорная
20	Градирня
21	Бункеры угля и породы
22	Цех распиловки лесоматериалов
23	Рельсовый путь шахтных вагонеток

1.2 Вынос и закрепление на местности проектного контура земельного отвода под промышленную площадку строящейся шахты.

Строительство начинается после выноски и закрепления на местности контура земельного отвода под промышленную площадку проектируемой шахты. Земельный отвод - это участок земной поверхности, выделенный (в установленном порядке) органами местного самоуправления для строительства зданий и сооружений шахты. Контур земельного отвода задается координатами угловых точек его.

Исходным геодезическим обоснованием для выноски контура земельного отвода является заранее заложенный «Подходной» пункт (пункты).

Пусть земельный отвод представлен четырехугольником ABCD, а подходными являются пункты XXII, XXIII, XXIV полигонометрии 4-го класса, проложенной между пунктами триангуляции «Вершина» и «Дикий» (рис.1.1).

Координаты названных пунктов для рассматриваемого здесь примера представлены в табл. 1.2, а для вариантов лабораторной работы в табл. 1.5.

Задача сводится к выноске угловых точек земельного отвода по известным координатам их. Каждая угловая точка может быть вынесена независимо полярным способом с ближайшего подходного пункта при наличии прямой видимости. Однако более рациональным и доступным является метод прокладки проектного полигона по предварительно вычисленным длинам сторон и углам при вершинах хода. При отсутствии прямой видимости подходных пунктов последний метод является единственно возможным.

Решение задачи рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Составить проектный план полигона для выноски земельного отвода под промышленную площадку шахты.

На листе формата А-3 наносят скиповой ствол и с учетом координат центра ствола и дирекционного угла оси α' разбивают и оцифровывают координатную сетку, ориентируя её так, чтобы ось ствола с проектным дирекционным углом α' была горизонтальна и направлена слева направо. Рекомендуемый масштаб плана 1:2 000 (рис. 1.5).

По координатам наносят: подходные пункты XXII, XXIII, XXIV, угловые точки земельного отвода А, В, С, D и прочерчивают проектный полигон XXII-XXIII-В-С-D-А-XXIII.

Такая графическая подготовка позволит осознанно вести дальнейшие вычисления и своевременно выявлять возможные грубые ошибки в расчетах, сличая результаты вычислений с графически измеренными величинами.

2. Вычисляют длины и дирекционные углы сторон полигона XXII-XXIII-В-С-D-А-XXIII, а также линий XXII-XXIII и XXIII-XXIV между исходными пунктами (решая обратные геодезические задачи).

$$l_i = \sqrt{(Y_{in} - Y_{is})^2 + (X_{in} - X_{is})^2} \quad (1.1)$$

$$\alpha_i^T = \arctg \frac{Y_{in} - Y_{is}}{X_{in} - X_{is}} \quad (1.2)$$

где l_i , α_i^T - длина (горизонтальное проложение) и табличное значение дирекционного угла i -той стороны (линии);

$X_{in}, X_{is}, Y_{in}, Y_{is}$ - координаты «передней» и «задней» точек i -той стороны (линии).

По знакам числителя и знаменателя в формуле 1.2 определяют четверть окружности и с учетом этого определяют значение дирекционного угла α_i стороны (линии).

3. Вычисляют левые по ходу углы в вершинах проектного полигона и контрольный угол XXII-XXIII-XXIV на исходных подходных пунктах.

$$\beta_i = \alpha_{in} - (\alpha_{iz} \pm 180^\circ) \quad (1.3)$$

где β_i - левый по ходу угол в i -ой вершине;

α_{in}, α_{iz} - дирекционные углы «передней» и «задней» (по отношению к вершине хода) сторон хода.

Если окажется $\beta_i < 0$, то прибавить 360°

Сумма вычисленных углов β_i в замкнутом ходе XXIII-B-C-D-A-XXIII должна быть равна теоретической сумме, определяемой из выражения:

$$\sum \beta_T = 180^\circ \cdot (n - 2) \quad (1.4)$$

где n -количество внутренних углов хода.

Углы XXII-XXIII-B и XXIII-B-C в фактическую сумму углов замкнутого полигона не включаются, поскольку они являются примычными к исходной стороне геодезического обоснования.

Вычисление длин, дирекционных углов и левых по ходу углов полигона рекомендуется вести в формуляре табл. 1.3.

4. По результатам вычислений производят вынос и закрепление на местности угловых точек контура земельного отвода под промплощадку шахты:

а) на исходном подходе пункте XXIII центрируют теодолит и измеряют контрольный угол XXII-XXIII-XXIV, затем откладывают вычисляемый угол XXII-XXIII-B и по визирному лучу вычисленное расстояние $l_{XXIII-B}$. Закрепляют точку В (рис. 1.5).

б) переставляют теодолит в точку В и аналогично, откладывают угол β_B и расстояние l_{B-C} , закрепляют точку С.

Так последовательно выносят и закрепляют на местности все угловые точки земельного отвода. Контролем является совпадение вынесенной с точки А вершины XXIII с её фактическим положением на местности.

Угловые точки земельного отвода надежно закрепляют путем бетонирования центров (кусков рельс, швеллеров, арматуры) на глубину 500мм ниже уровня промерзания грунта. Рядом устанавливают хорошо видимые щиты, с целью сохранности знака, при производстве строительных работ.

Таблица 1.2 - Координаты угловых пунктов земельного отвода, центра скипового ствола и дирекционный угол оси скипового ствола, направленной к зданию подъема (оси Y' на рис. 1.3), для рассматриваемого в тексте примера.

Пункты	X	Y	Примечание
А	23323,000	37405,000	Проектный дирекционный угол оси скипового ствола (по направлению к зданию подъема) равен 304°00'00"
В	23625,000	36832,000	
С	23319,000	36665,000	
В	22970,000	37124,000	
XXII	23338,125	37473,216	
XXIII	23504,350	37125,620	
XXIV	23690,267	36892,714	
Ск. Ств.	23299,000	36911,000	
Кл. ств.	23234,280	36934,280	

Таблица 1.3 – Вычисление длин и левых по ходу углов проектного полигона с образцом заполнения (к рис. 1.5)

NN точек	Y	X	$Y_n - Y_s$	$X_n - X_s$	l	α^T	α	β
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ход XXII-XXIII-В-С-D-A-XXIII-В								
XXII	37473,216	23338,125						
			-347,596	+ 166,225	385,297	64°44226	295°55774	
XXIII	37125,620	23504,350						176°78028
			-293,620	+120,650	317,442	67°66199	292°33802	
В	36832,000	23625,00						
С	и т.д. (до получения $l_{A-XXIII}$, $\alpha_{A-XXIII}$, $\beta_{A-XXIII}$)							
						$\sum \beta_{факт}$		
						$\sum \beta_{теор}$		
Вычисление контрольного угла XXII-XXIII-XXIV								
XXII								
XXIII								
XXIV								

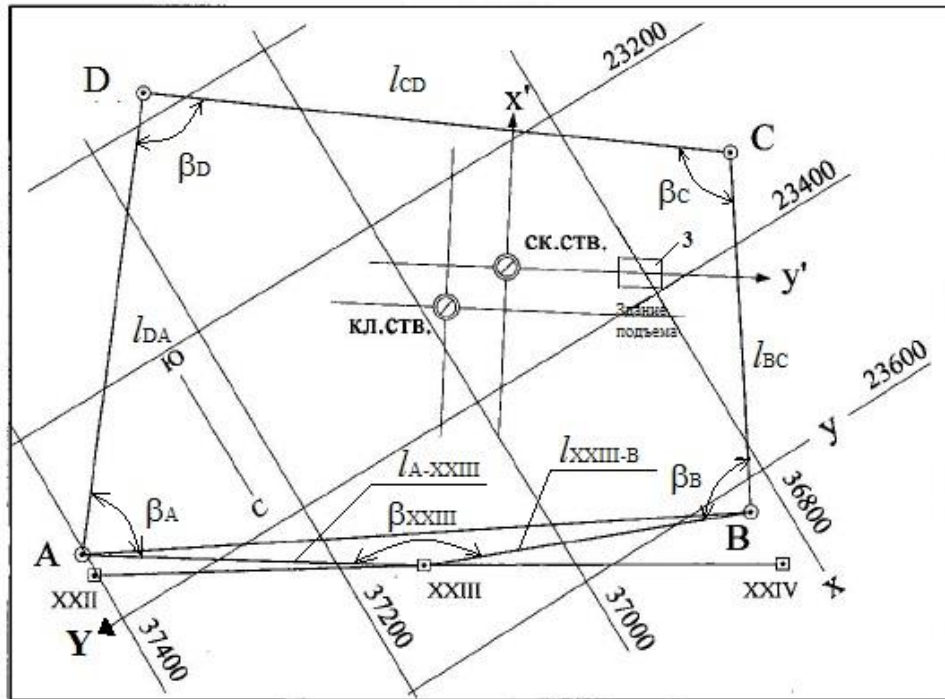


Рис. 1.5 - Схема проектного полигона для разбивки и закрепления на местности контура земельного отвода под промплощадку шахты (ксерокопия с масштаба 1:2 000)

1.3 Вынос и закрепление на местности центра и осей вертикального ствола

Под центром понимают геометрический центр горизонтального сечения ствола, а под осями - две взаимно перпендикулярные прямые, проведенные через центр, одна из которых параллельна основным несущим расстрелам ствола.

В проектной документации положение ствола на местности задано координатами центра и дирекционным углом одной из осей. В задачу маркшейдерской службы входит вынос и надежное закрепление каждой полуоси ствола, минимум тремя знаками. Работа весьма важна, поскольку осевые пункты ствола являются исходной геодезической основой для проходки и армировки ствола, возведения копра, монтажа подъемной машины, разбивки строящихся на промплощадке зданий и сооружений, и т.д. Закладка осевых пунктов производится после вертикальной планировки земной поверхности, до начала проходки ствола.

Пусть необходимо произвести вынос и закрепление центров и осей скипового и клетьевого стволов, положения которых на местности задано проектными координатами центров $X_{СК} = 23299,000$; $Y_{СК} = 36911,000$; $X_{КЛ} = 23234,280$; $Y_{КЛ} = 36934,280$ и дирекционным углом $\alpha_{0СК} = 304^{\circ}00'00''$ оси скипового ствола направленной к зданию подъема (объект 3 на рис. 1.2 и 1.3).

Исходными для выноски центров и осей стволов являются подходные пункты XXII, XXIII, XXIV (рис. 1,1), координаты которых для рассматриваемого здесь примера приведены в табл. 1.2.

На первый взгляд вынос центров стволов может быть осуществлен полярным способом или способом угловых засечек (при наличии прямой видимости). Но, учитывая значительную удаленность, целесообразно для непосредственной выноски заложить опорные пункты вблизи ствола. К тому же и инструкция «Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах» требует закрепления на промплощадке не менее четырех плановых пунктов, в том числе - два пункта вблизи шахтного ствола. Поэтому решение задачи рекомендуется вести в следующей последовательности:

1. Составляют рабочий план промышленной площадки в масштабе 1:2 000.

На лист А-3 снимают ксерокопию в масштабе 1:1 с рис. 1.2 и с учетом координат центра и дирекционного угла оси α_0 скипового ствола разбивают и оцифровывают координатную сетку (рис. 1.6), в масштабе 1:2 000.

По координатам наносят подходные пункты XXII, XXIII, XXIV и контур земельного отвода ABCD.

2. На промплощадке, в местах обеспечивающих длительную сохранность и удобство съемок, бетонируют пункты опорной плановой сети, в том числе один вблизи проектируемых стволов. Пусть в нашем примере такими будут пункты E, F (рис. 1.6 и 1.7). По методике полигонометрии 4-го разряда прокладывают ход XXII-XXIII-E-F и определяют координаты пунктов и дирекционные углы сторон (табл. 1.4). Пусть в данном примере оказалось $\alpha_{E-F} = 227^\circ 33' 40''$; $X_F = 23350,258$; $Y_F = 36925,620$.

3. Анализируют рабочий план (рис. 1.6.) и намечают места бетонировки осевых пунктов стволов с учетом:

- возможности длительной сохранности при будущей застройке промплощадки зданиями и сооружениями;
- удобства использования их для будущих разбивочных работ и контроля за соблюдением геометрических элементов строящихся объектов;
- возможности визирования хотя бы с одного крайнего пункта оси на подшивную площадку копра, после застройки промплощадки зданиями и сооружениями;
- недопустимости расстояний менее 15 м между смежными пунктами.

4. Вычисляют угловые и линейные параметры необходимые для выноски центров стволов.

Для конкретности методику рассмотрим на примере скипового ствола. Из рис. 1.7 следует, что для выноски центра СК необходимо определить значение угла β_F и расстояния l_{F-CK} . Вычисляют:

- а) Табличное значение дирекционного угла α_{F-CK}^T линии F-СК (рис. 1.6).

$$\alpha_{F-CK}^T = \operatorname{arctg} \frac{Y_{CK} - Y_F}{X_{CK} - X_F} \quad (1.5)$$

где X_{CK}, Y_{CK}, Y_F, X_F - координаты центра ствола (даны в проекте) и точки F (получены из хода XXII-XXIII-E-F).

По знакам числителя и знаменателя определяют четверть окружности и с учетом её вычисляют дирекционный угол α_{F-CK} линии F-СК.

б) Расстояние l_{F-CK} от точки F до центра ствола СК.

$$l_{F-CK} = \sqrt{(Y_{CK} - Y_F)^2 + (X_{CK} - X_F)^2} \quad (1.6)$$

в) Левый по ходу угол β_F .

$$\beta_F = \alpha_{F-CK} - (\alpha_{E-F} \pm 180^\circ) \quad (1.7)$$

где α_{E-F} - дирекционный угол линии EF полученный из приведенного выше хода.

Пусть в нашем примере оказалось: $l_{F-CK} = 53,302\text{м}$; $\alpha_{F-CK} = 195^\circ 9' 14.1''$; $\beta_F = 195,91941 - (227^\circ 33' 44.0'' \pm 180^\circ) = 148^\circ 58' 50.1''$.

5. Выносят и закрепляют временными знаками центр и оси скипового ствола.

В пункте F центрируют теодолит, откладывают вычисленный угол β_F , по визирному лучу теодолита откладывают вычисленное горизонтальное расстояние l_{F-CK} и закрепляют на местности центр скипового ствола в точке СК (рис. 1.7).

Переставляют теодолит на точку СК и откладывают угол β_{CK} .

$$\beta_{CK} = \alpha_{0CK} - (\alpha_{F-CK} \pm 180^\circ) \quad (1.8)$$

(в нашем случае, $\beta_{CK} = 304^\circ 00' 00.0'' - (195^\circ 9' 14.1'' \pm 180^\circ) = 288^\circ 08' 05.9'' = 288^\circ 04' 50.0''$)

По визирному лучу (в заранее намеченных, в соответствии с пунктом 2, местах) забивают временные знаки (колья, штыри) осевых пунктов I_C, II_C, III_C. Переводят зрительную трубу через зенит и закрепляют ось пунктами IV_C, V_C, V_C.

По нормали к первой оси аналогично закрепляют пунктами VII_C, VIII_C ... XII_C вторую ось скипового ствола.

б. Временные знаки осевых пунктов заменяют постоянными, путем бетонирования, на глубину 500 мм ниже уровня промерзания грунта, кусков рельс, швеллера или П-образной арматуры.

После полного затвердения бетона производят, по изложенной выше методике, повторный вынос центра ствола и повторный вынос и закрепление осевых точек ствола на постоянных знаках. Осевые точки выносят при двух положениях зрительной трубы. Закрепляют их сверлением на знаках углублений диаметром 2 мм на глубину 5-7 мм. В отверстие запрессовывают медную проволоку.

7. Полигонометрией 1-го разряда с подходных пунктов ХХІІ, ХХІІІ, ХХІV, заснимают центры всех осевых пунктов, с вычислением координат в государственной и условной системах.

Условная система координат должна соответствовать проектному разбивочному плану промплощадки (рис. 1.3). За начало её принимают центр одного ствола (в нашем примере, центр скипового ствола). Ось Y' направляют по оси ствола в сторону подъемной машины. Ось X' перпендикулярно к Y' (рис. 1.6).

Условная система координат существенно упрощает разбивочные работы, поскольку в проектной документации все здания и сооружения прямо или косвенно «привязаны» к осям ствола.

Между государственной и условной системами координат существует следующая математическая связь:

$$\begin{aligned} X_i &= X_C + X'_i \cdot \cos \theta - Y'_i \cdot \sin \theta \\ Y_i &= Y_C + X'_i \cdot \sin \theta + Y'_i \cdot \cos \theta \end{aligned} \quad (1.9)$$

$$\begin{aligned} X'_i &= (X_i - X_C) \cdot \cos \theta + (Y_i - Y_C) \cdot \sin \theta \\ Y'_i &= (Y_i - Y_C) \cdot \cos \theta - (X_i - X_C) \cdot \sin \theta \end{aligned} \quad (1.10)$$

где X_i, Y_i - координаты i -той точки в государственной системе координат;

X'_i, Y'_i - координаты той же i -той точки в условной системе координат;

X_C, Y_C - координаты в государственной системе начала условной системы;

θ - дирекционный угол оси абсцисс условной системы.

В рассматриваемом здесь примере (рис. 1.6): $X_C = X_{СК}, Y_C = Y_{СК}$ (координаты центра скипового ствола, см. табл. 1.2); $\theta = \alpha_{0СК} - 90^\circ = 304^\circ - 90^\circ = 214^\circ$ (см. табл. 1.2 и рис. 1.6).

8. Геометрическим нивелированием IV класса определяют высотные отметки всех центров осевых пунктов скипового и клетьевого стволов.

9. По результатам съемки (по координатам) наносят осевые пункты на рабочий план (рис. 1.6) и проставляют высотные отметки их.

Вынос и закрепление центра и осевых пунктов $I_K, II_K \dots XII_K$ (рис. 1.6 и 1.7) клетьевого ствола производится аналогично.

Осевые пункты стволов являются основным геодезическим обоснованием для разбивочных работ на промышленной площадке строящейся шахты. При строительстве зданий, расположенных на осях ствола, рекомендуется оси ствола дополнительно переносить и закреплять стенными знаками на вновь построенных зданиях.

Таблица 1.4 - Вычисление координат полигонометрического хода XXII-XXIII-E-F

Пункты	Гориз. углы β°	Дирекц. углы α_0	Длины сторон $l_0, \text{ м}$	$\Delta Y, \text{ м}$	$\Delta X, \text{ м}$	$Y, \text{ м}$	$X, \text{ м}$
1	2	3	4	5	6	7	8
XXII							
		295°55774					
XXIII	118°08529					37125,620	23504,350
		233°64306	202,488	-163,072	-120,038		
E	173 °69134					36962,568	23421,451
		227°33440	50,248	-36,948	-34,054		
F						36925,620	23350,258

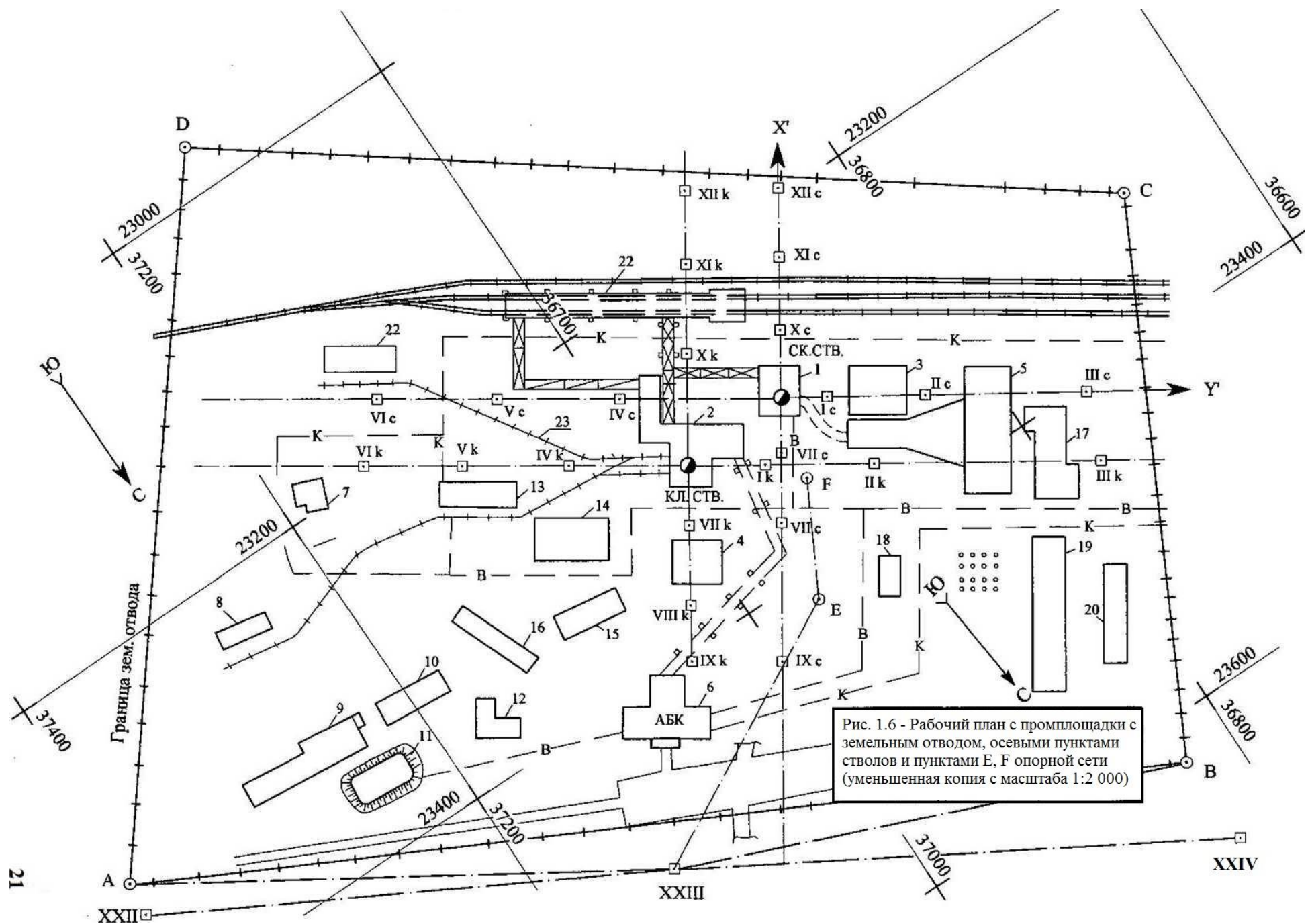


Рис. 1.6 - Рабочий план с промплощадки с земельным отводом, осевыми пунктами стволов и пунктами Е, F опорной сети (уменьшенная копия с масштаба 1:2 000)

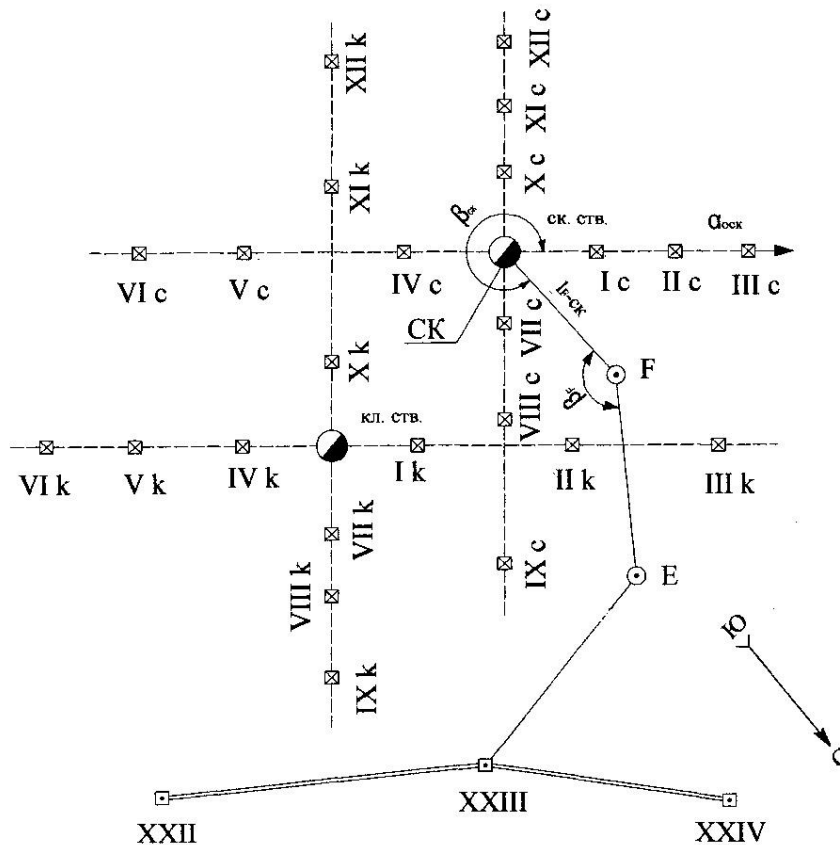


Рис. 1.7 – Схема разбивки и закрепления центра и осей ствола

1.4 Вынос и закрепление на промышленной площадке шахты проектных осей зданий и сооружений (на примере здания котельной)

Строительство любого объекта начинается с выноса и закрепления на местности проектных осей и реперов нулевого горизонта с условной нулевой отметкой. Исходным материалом являются: генплан, разбивочный план промплощадки, рабочие чертежи объекта с погоризонтными планами и вертикальными разрезами в характерных сечениях.

Пусть необходимо разбить и закрепить на промплощадке оси проектируемой к строительству котельной, план которой на горизонте с условной отметкой $\pm 0,00$ и вертикальный разрез I-I представлен на рис. 1.4.

При этом для удобства дальнейшего изложения материала, точки пересечения наружных осей обозначим буквами К, L, М, N (рис. 1.8).

Положение котельной и её осей показано на рис. 1.2 и 1.3 (объект 7).

1. Анализируют рабочие чертежи объекта, сопоставляют их с данными генплана и разбивочного плана.

Особое внимание уделяют ориентированию буквенных и цифровых осей на указанных планах (из-за загруженности на рис. 1.2 положения осей указано только для объектов 4,7,16).

Убедившись в отсутствии противоречий и ошибок, намечают методику разбивки объекта.

2. Определяют исходные пункты для разбивочных работ.

Если на местности закреплена знаками строительная сетка, рационально использовать её. Однако в большинстве случаев строительная сетка имеет место лишь в проектной документации. Поэтому здесь разбивку котельной (на рис. 1.2 и 1.3 объект 7) будем вести от осевых пунктов клетьевого ствола с использованием условных координат их.

Согласно рис. 1.3 строительные координаты (расстояния до линий строительной сетки) угловых точек котельной равны:

Для точки L OA-64,40 и -2Б-86,25; для точки М OA-55,20 и -2Б-57,70.

Тогда условные координаты относительно осей скипового ствола тех же угловых точек равны: $X'_L = -64,40$; $Y'_L = -286,25$; $X'_M = -55,20$; $Y'_M = -257,70$.

Ближайшими к котельной являются осевые пункты IV_K , V_K , VI_K клетьевого ствола (рис. 1.6).

Пусть в нашем примере по результатам съемки условные координаты пункта VI_K оказались равными $X'_{VI_K} = -42,000м$; $Y'_{VI_K} = -239,415м$.

3. Производят разбивку и закрепление осей котельной (рис. 1.8).

На осевом пункте VI_K центрируют теодолит. Визируют на пункт IV_K , переводят зрительную трубу через зенит, по визирному лучу откладывают горизонтальное расстояние l_{VI_K-P} и закрепляют временным знаком точку Р. Операции повторяют при втором положении вертикального круга теодолита.

$$l_{VI_K-P} = Y'_M - Y'_{VI_K} \quad (1.11)$$

$$l_{VI_K-P} = -257,700 - (-239,425) = |-18,285|_м$$

Переставляют теодолит в точку Р, под углом $\beta_P = 90^\circ$ откладывают горизонтальное расстояние l_{P-M} и закрепляют точку М (угловую точку пересечения осей Ж и 6 здания котельной).

$$l_{P-M} = \Delta X'_{VI_K-M} = X'_M - X'_{VI_K}$$

(1.12)

$$l_{P-M} = -55,200 - (-42,000) = |-13,2|_м$$

Переставляют теодолит в точку М, откладывают угол $\beta_M = 90^\circ$, проектное расстояние $l_{M-L} = 30,000м$ и закрепляют точку L (вторую угловую точку котельной).

$$\alpha_{M-L}^T = \arctg \frac{Y'_L - Y'_M}{X'_L - X'_M} \quad (1.13)$$

$$\alpha_{M-L}^T = \arctg \frac{-286,25 - (-257,70)}{-64,40 - (-55,20)} = 72^\circ 08' 20''$$

$$\alpha_{M-L} = 180^\circ + 72^\circ 08' 20'' = 252^\circ 08' 20''$$

$$\beta_M = \alpha_{M-L} - \alpha_{M-P} \quad (1.14)$$

$$\beta_M = 252^\circ 08' 20'' - 00^\circ 00' 00'' = 252^\circ 08' 20''$$

Под углом 90° к линии М-Л аналогично закрепляют точку N. Не снимая с т.М теодолит, откладывают проектные интервалы между осями и закрепляют временными знаками точки d', z', v', b' и $2', 3', 4', 5'$ расположенные на соответствующих осях здания. Переставляют теодолит в точку N и по нормали к линии N-M по проектному расстоянию l_{N-K} закрепляют угловую точку K и осевые точки $5'', 4'', 3'', 2''$. По линии K-L, по проектным расстояниям закрепляют точки d'', z'', v'', b'' .

Измеряют диагонали l_{M-K} , l_{N-L} и сравнивают их с вычисленными. Итак, мы закрепили временными знаками (деревянными кольями с гвоздем, обозначающим центр знака) оси проектируемой котельной. Но они будут уничтожены при выполнении земляных работ. Поэтому, по створу каждой оси, за пределами будущего котлована (или траншеи) под фундаменты забивают П-образные скобы и теодолитом переносят на них оси в виде четких надпилов болгаркой или ручной ножовкой по металлу (рис. 1.8),

При больших размерах зданий и большом количестве осей, по согласованию со строителями, осевыми скобами закрепляют крайние (наружные) и лишь наиболее важные внутренние оси, например, $б, 3, 1$ и $A, B, Ж$ (рис. 1.8).

Иногда, оси здания закрепляют на опалубке, представляющей собой закопанные в грунт деревянные столбы, обшитые (в верхней части) одним рядом досок. Опалубка сооружается параллельно крайним осям здания на расстоянии 5-10м от них. На опалубку теодолитом выносят крайние оси здания. Внутренние оси закрепляют, откладывают (горизонтально) проектные расстояния. Закрепляют ось гвоздями или надпилами на верхней грани досок опалубка.

После закрепления осей выносят и закрепляют вблизи здания два нулевых репера с условной отметкой $\pm 0,00$. Абсолютное значение отметки условного нулевого горизонта указано на разбивочном плане, рабочих чертежах и других проектных документах (рис. 1.2 и 1.3). Закрепляться реперы могут грунтовыми или боковыми знаками на близко расположенных объектах (бетонные столбы, здания).

В нашем случае, (по разбивочному плану) абсолютная отметка условного нуля котельной равна $Z_{H_0} = 169,45$. Ближайшими надежными высотными пунктами являются осевые пункты V_K, VI_K клетьевого ствола. Пусть абсолютные отметки их равны: $Z_{V_K} = 169,010$; $Z_{VI_K} = 168,905$.

В удобном месте устанавливают нивелир. После проверки контрольного превышения $Z_{V_K-VI_K}$, на пункте VI_K устанавливают нивелирную рейку и берут отсчет O_{VI_K} (рис. 1.9). Вычисляют горизонт инструмента $ГИ$ и превышение ΔZ горизонта инструмента над выносимым репером RpH_0 .

$$ГИ = Z_{VIK} + O_{VIK} \quad (1.15)$$

$$\Delta Z = ГИ - Z_{H_0} \quad (1.16)$$

где Z_{H_0} - абсолютная проектная отметка нулевого репера.

Пусть $O_{VIK} = 1480$.

Тогда: $ГИ = 168,905 + 1,480 = 170,385$; $\Delta Z = 170,385 - 169,450 = 0,935$

В месте закладки грунтового нулевого репера аккуратно забивают штырь диаметром ≥ 30 мм, (длиной~1200мм) на глубину пока отсчет по установленной на нем рейке не станет равным $O_{H_0} = \Delta Z$ (в нашем случае, равным 0,935). В этом положении верхнюю часть штыря (в грунте и над земной поверхностью) заливают бетоном.

Для закрепления нулевого репера на бетонном столбе (или стене здания) по визирному лучу нивелира прочерчивают метку А (рис. 1.9). Рулеткой откладывают расстояние ΔZ (0,935м) и закрепляют знак нулевого репера с отметкой Z_{H_0} .

Если вычисленное по формуле (1.16) $\Delta Z > 0$, то для выноса нулевого репера ΔZ от $ГИ$ (от визирного луча нивелира). При $\Delta Z < 0$, ΔZ откладывают вверх от метки А.

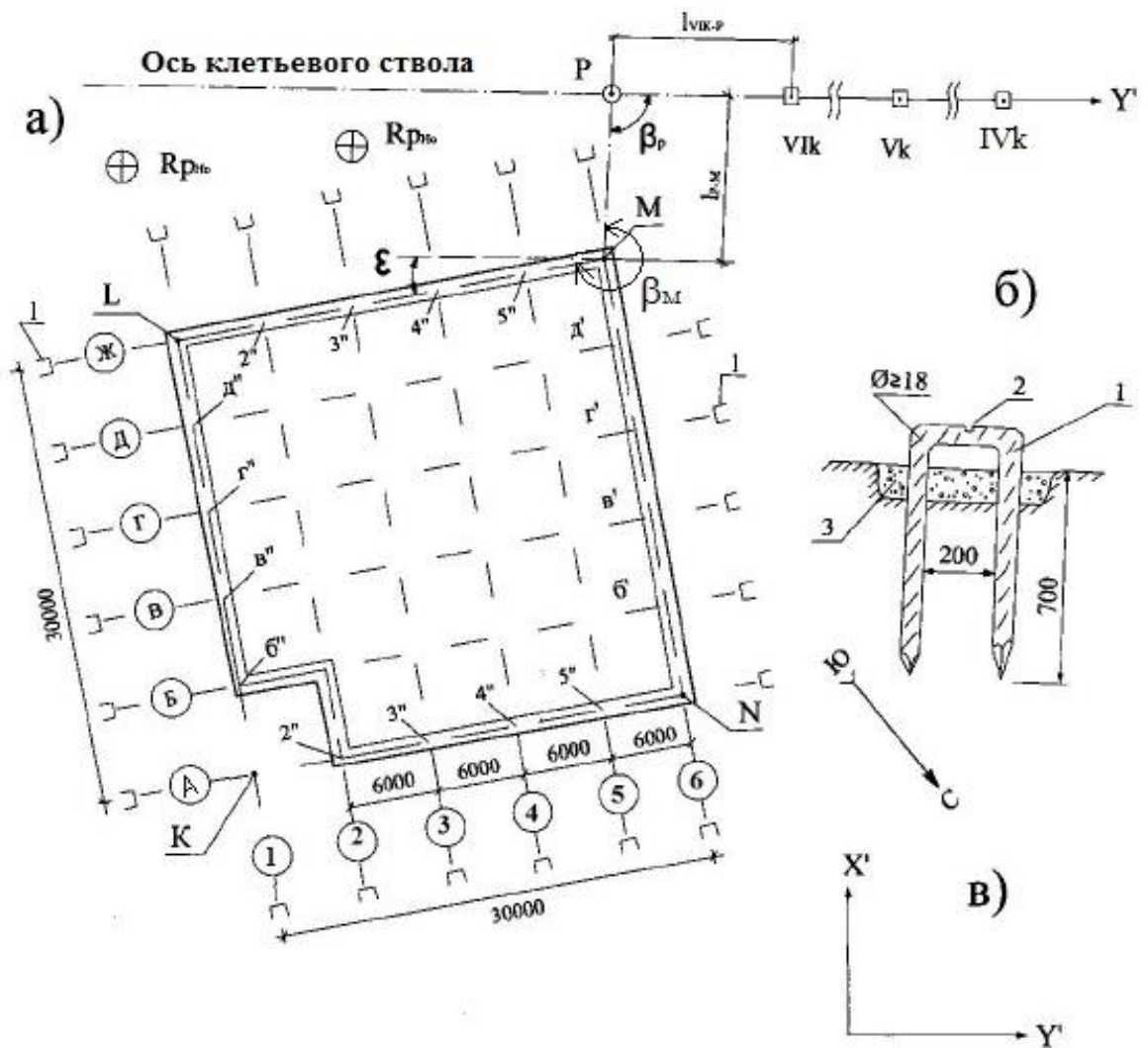


Рис. 1.8 - Схема разбивки осей котельной

- а) схема выноса и закрепления осей;
- б) конструкция осевой скобы;
- в) ориентирование осей условных координат на промплощадке;
- 1 - П-образная осевая скоба;
- 2 - осевая метка;
- 3 - бетон;
- ⊕R_{пн0} - репер с условной отметкой ±0.000.

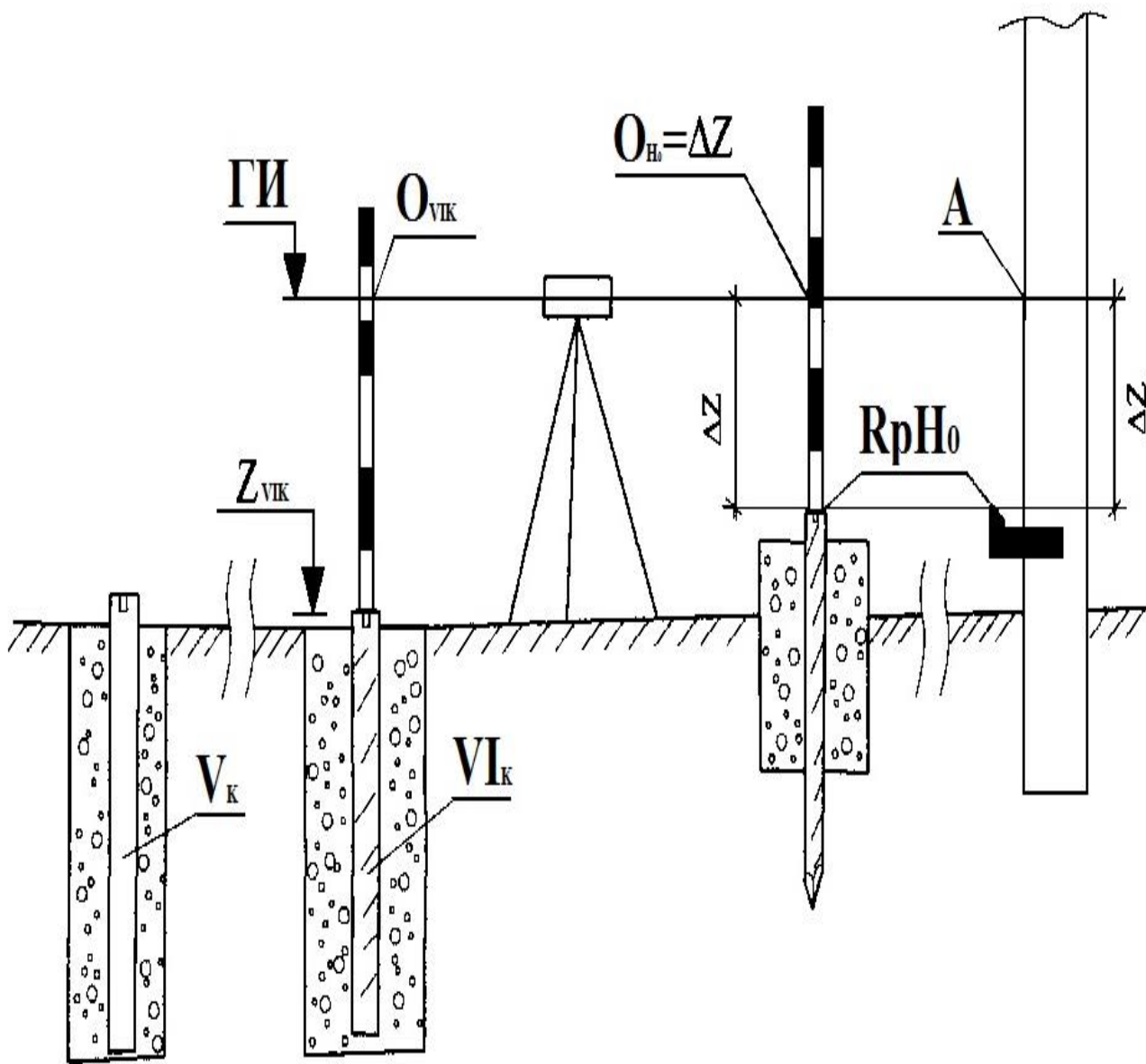


Рис. 1.9 - Схема выноса и закрепления нулевого репера

1.5 Лабораторная работа №1.1. Вынос и закрепление на местности контура земельного отвода, центра и осей стволов, осей зданий и сооружений строящейся шахты

1.5.1 Постановка задачи

Для строительства новой шахты выделен, в установленном порядке, участок земельного отвода под промышленную площадку.

Проектной организацией составлен проект с комплектом необходимых чертежей для строительства зданий, сооружений и подземных коммуникаций на промышленной площадке.

Необходимо произвести аналитические расчеты, графические построения и изложить методику выполнения работ по решению следующих задач:

1. Вынос и закрепление на местности земельного отвода под промышленную площадку шахты.
2. Вынос и закрепление на местности центров и осей вертикальных стволов.
3. Разбивка и закрепление на промышленной площадке осей, намечаемой к строительству котельной.

1.5.2 Исходные данные для выполнения лабораторной работы

1. Фрагмент топографического плана с земельным отводом и ходом полигонометрии для определения подходных пунктов шахты (рис. 1.1).

2. Выкопировки с генплана и разбивочного плана промышленной площадки в масштабе 1:2 000 (рис. 1.2 и 1.3)

3. План котельной на условной отметке 0,00 и вертикальный разрез в сечении 1-1 (рис. 1.4).

4. Исходные цифровые данные определяются в табл. 1.5, в соответствии с выданным преподавателем вариантом N в пределах 00,1÷30,0, т.е. с одним знаком после запятой. Первые две цифры соответствуют номеру варианта. Цифра после запятой указывает на «подвариант», что увеличивает разнообразие исходных цифровых данных (например: N=00,5; N=17,6 и т.п.).

1.5.3 Последовательность выполнения работы

1. Получить от преподавателя номер варианта N в пределах 00,1÷30,0. По формулам колонки 4 табл. 1.5 вычислить значение параметров для своего варианта, округлив их (см. примечание к табл. 1.5), и занести их в колонку 5 той же таблицы.

2. Снять ксерокопии в масштабе 1:1 с рисунков 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 для исходного графического материала.

3. Изучить методику решения поставленных задач по параграфам 1.1-1.4.
4. Произвести последовательно аналитические расчеты и графические построения по своему варианту в соответствии с изложенным в 1.2, 1.3, 1.4.
5. Составить и защитить у преподавателя отчет по лабораторной работе.

В пояснительной записке к лабораторной работе полностью изложить постановку задачи (1.5.1) и исходные данные по своему варианту, заполнив колонку 5 табл. 1.5. Последовательно, отдельно по каждой задаче (см. 1.5.1) изложить кратко методику выполнения работ с приведением используемых формул, аналитических расчетов и рисунков (1.1-1.9). Ксерокопии с рисунков 1.1, 1.2, 1.3 должны быть сняты в масштабе 1:1, т.е. иметь масштаб 1:2 000. Рисунок 1.6 (рабочий план промплощадки) необходимо также составить в масштабе 1:2 000 с учетом данных своего варианта:

- скопировать в масштабе 1:1 рисунок 1.2 и, с учетом заданных координат центра и дирекционного угла оси скипового ствола, вычертить и оцифровать координатную сетку, нанести оси X', Y' условной системы координат;

- по координатам нанести контур земельного отвода, подходные пункты и опорные пункты EF (предварительно вычислив их координаты);

- по координатам нанести осевой пункт VI_K клетьевого ствола, остальные осевые пункты стволов нанести схематично с учетом требований пункта 2 в 1.3;

- скорректировать положение котельной на рис. 1.6 по результатам выноски осей на местность.

Таблица 1.5 - Исходные цифровые данные для выполнения лабораторной работы № 1.1 по заданному преподавателем варианту N в пределах 00,1÷30,0 (двухзначное целое число с одним знаком после запятой. Выданный вариант N=...

NN п/п	Наименование	Единицы измерения	Формулы для определения значений параметров	Значения параметров по выданному варианту N
1	2	3	4	5
1	Координаты угловых точек земельного отвода под промплощадку шахты	м	$X_A=23325,00-3N$ $Y_A=37408,00-2N$ $X_B=23627,0+N$ $Y_B=36830,0-N$ $X_C=23320,0+N$ $Y_C=36662,00-N$ $X_D=22972,00-3N$ $Y_D=37123,00-2N$	
2	Координаты центра скипового ствола: - в государственной системе; - в условной системе.	м	$X_{СК}=23301,00-N$ $Y_{СК}=36912,00-N$ $X'_{СК}=0,00$ $Y'_{СК}=0,00$	
3	Дирекционный угол оси скипового ствола, направленной от ствола к зданию подъемной машины: - в государственной системе; - в условной системе.	°	$\alpha_{0СК}=307^\circ+0^\circ5N$ $\alpha'_{0СК}=90^\circ+0^\circ5N$	
4	Дирекционный угол оси X' в условной системе координат	°	$\alpha_{X'}=217^\circ+0^\circ5N$	
5	Координаты центра клетьевого ствола: - в государственной системе; - в условной системе.	м	$\begin{cases} X_{кл} \\ Y_{кл} \end{cases}$ Вычислить по формулам (1.10) $X'_{кл}=-40,50$ $Y'_{кл}=-55,70$	
6	Координаты подходных пунктов шахты в гос. системе координат: - пункта XXII; - пункта XXIII; - пункта XXIV.	м	$X=23389,580$ $Y=37475,430$ $X=23502,670-N$ $Y=37127,420+N$ $X=23752,150$ $Y=36804,810$	

Продолжение таблицы 1.5

7	Высотные отметки подходных пунктов: - пункта XXII; - пункта XXIII; - пункта XXIV.	м	169,87 170,45 170,79	
8	Измеренные левые углы в полигоне от подходного пункта XXIII до пункта F у стволов: - XXII-XXIII-E - XXIII-E-F	°	$122^{\circ}51333+1^{\circ}15*N$ $141^{\circ}56000-1^{\circ}40*N$	
9	Вычисленные горизонтальные проложения сторон хода от пункта XXIII до пункта F	м	$l_{XXIII-E} = 176,588 + 1,000 * N$ $l_{E-F} = 89,556 + 3,000 * N$	
10	Строительные координаты угловых точек котельной (рис. 1.4): - точки M; - точки L.	м	$X' = OA - (41,30 + N)$ $Y' = -2B - (36,45 + N)$ $X' = OA - (41,30 + N + 30\sin(10^{\circ} + N))$ $Y' = -2B - (36,45 + N + 30\cos(10^{\circ} + N))$	
11	Координаты осевого пункта VI _к клетьевого ствола - условная система координат.	м	$X'_{VIK} = -40,500м$ $Y'_{VIK} = -(200 + 0,5 * N)$	
12	Абсолютная отметка нулевого горизонта Z_{H_0} (абсолютная отметка нуля) котельной	м	$169,20 + 0,02 * N$	
13	Абсолютная отметка осевого пункта VI _к клетьевого ствола (рис. 1.5 и 1.9)	м	$169,104 + 0,01 * N$	
14	Отсчет O_{VIK} по рейке на пункте VI _к при выносе нулевых реперов RpH ₀ котельной (рис. 1.9)	мм	$1466 + 2 * N$	

Примечание: Значения в колонке 5 табл. 1.5 округлить:

- до метра в пунктах 1,2;
- до 0,1 метра в пунктах 5,10;
- до 0,01 метра в пунктах 7,11,12,13,14;
- до 0,001 метра в пунктах 6,9;
- до градуса в пунктах 3,4;
- до секунды в пункте 8.

2 ВЕРТИКАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ УЧАСТКОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

2.1 Общие положения

Под вертикальной планировкой понимают работы, связанные с приведением фактического рельефа земной поверхности до проектного путем срезки грунта в одних и отсыпки его в других точках планируемого участка. При этом оптимальным является вариант, когда объем срезки грунта равен объему насыпи. Это существенно снижает затраты на выполнение земельных работ. Наиболее часто вертикальная планировка имеет место на участке земельного отвода, выделенного под строительство промышленного или гражданского объекта, например, под промплощадку для строительства шахты. Работы выполняются до начала застройки участка земельного отвода по заранее утвержденному проекту. Это улучшает технологические, транспортные условия строительства и упрощает рельефное (ландшафтное) благоустройство территории после застройки земельного отвода.

Исходным материалом для составления проекта вертикальной планировки являются: топографический план участка земельного отвода и прилегающей территории; характеристика надземных и подземных коммуникаций; генплан застройки земельного отвода с взаимной высотной увязкой зданий, сооружений, транспортных путей. Учитывается также необходимость обеспечения нормального стока атмосферных вод и рельефной вязки с окружающей территорией. Проект вертикальной планировки участок (земельный отвод) делится (как правило): на сектор с горизонтальной площадкой (для разгрузочно-погрузочных работ, под козловые краны, железнодорожные пути (и т.д.) и секторы с теми или иными уклонами. При необходимости между секторами предусматривают строительство подпорных стенок для откосов (при большом перепаде высот).

Проект вертикальной планировки (с подсчетом объемов земельных работ), составляет проектная организация с учетом: генплан застройки, рельефа местности, необходимости высотные увязки между проектируемыми к строительству зданиями и сооружениями. Проект часто составляется последовательно в нескольких вариантах, до получения оптимального варианта. Пример плана представлен на рисунке 2.1. Иногда проект вертикальной планировки составляется маркшейдером, с утверждением его руководством организации, для которой выделен земельный отвод под строительство объекта. Обычно это имеет место на небольших по площади участках местности.

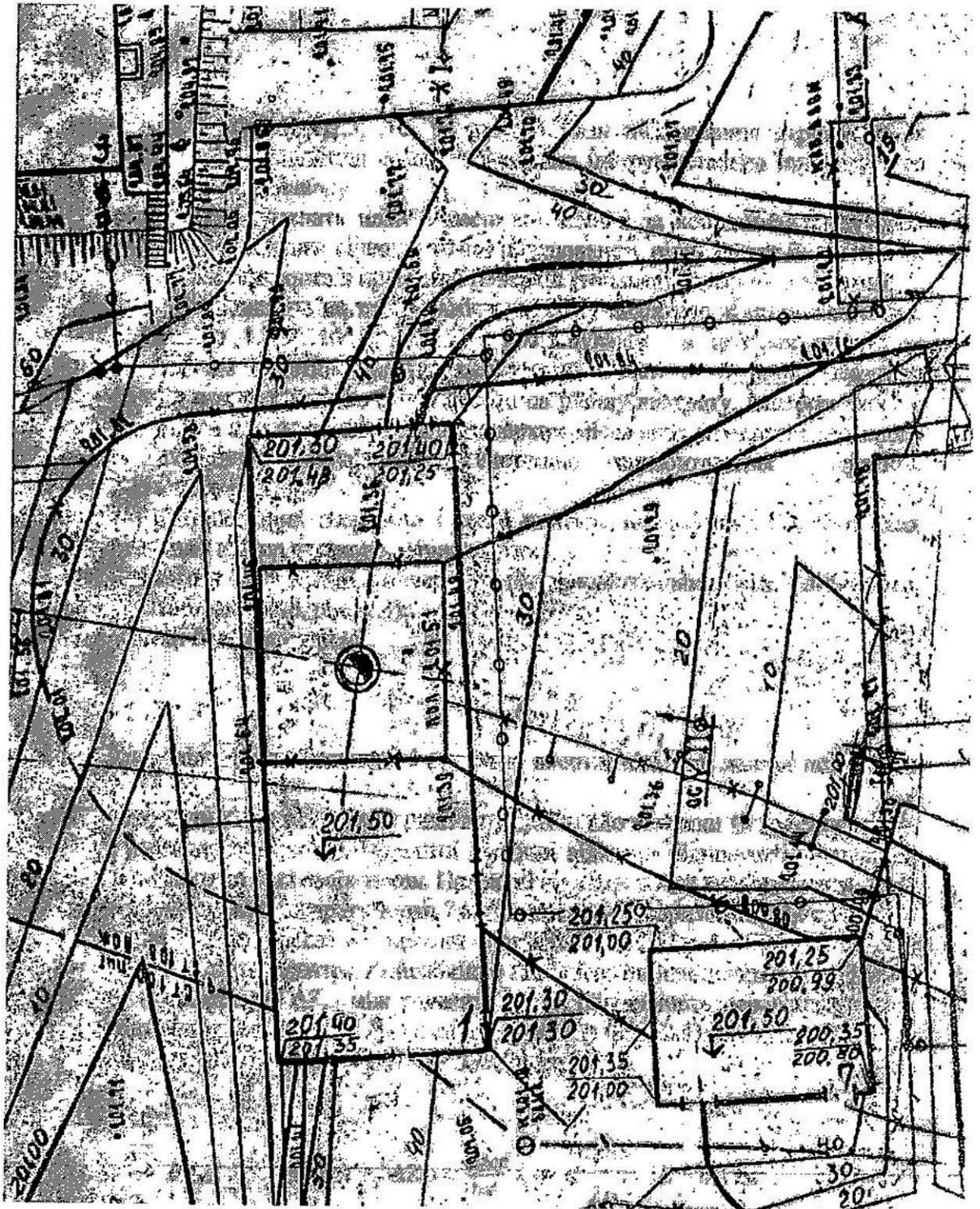


Рис. 2.1 – Фрагмент генплана промышленной площадки воздухопадающего ствола шахты с горизонталями вертикальной планировки

При производстве земляных работ по вертикальной планировке в задачи маркшейдера входит:

1. Вынос и закрепление на местности контура земельного отвода;

2. Разбивка и закрепление точек квадратной сетки со стороной $a=20$ (реже $a=10$), в пределах земельного отвода и небольшой по ширине полосе вокруг него, для определения фактических отметок земной поверхности в них;

3. Определение геометрическим нивелированием фактических отметок земной поверхности в точках разбитой квадратной сетки. Вычисление рабочих отметок (величин срезки или насыпи грунта) и проставление их на "сторожках" у точек сетки. Последние необходимы для исполнителей вертикальной планировки;

4. Постоянный контроль за срезкой и насыпью грунта до проектных высотных отметок;

5. Контрольный подсчет проектных и фактических выполненных земляных работ.

Из изложенного следует, что рассматриваемые в данном практикуме вопросы весьма актуальны для студентов маркшейдерской специальности.

2.2 Постановка задачи

Последовательность и методику решения вопросов, связанных с вертикальной планировкой участков земной поверхности, целесообразно излагать на примере. Это позволит студентам глубже понять сущность рассматриваемых вопросов, применяемые для их решения методы; формулы и аналитические расчеты.

Пусть, местными органами государственной власти, шахте выделен земельный участок под промышленную площадку проектируемого к проходке вентиляционного ствола. Границы земельного отвода заданы координатами угловых точек I-II-III-IV-V и представлены на рис. 2.2.

Земельный отвод и прилегающая к нему территория имеют сложный рельеф с существенными перепадами высотных отметок земной поверхности.

Необходимо: произвести вертикальную планировку участка, с условием обеспечения равенства объемов срезки и насыпи грунта; объемы земляных работ.

При этом, в результате анализа проектного генплана застройки участка земельного отвода, фактического рельефа, высотных отметок по квадратной сетке и рекогносцировки на местности, решено:

1. Земельный отвод (для вертикальной планировки) разделить на три сектора (рис. 2.2);

2. В секторе А проектная поверхность должна быть горизонтальной с уклоном $-0,005$ для стока атмосферных вод;

3. В секторах В и С проектная поверхность должна представлять наклонные плоскости или спокойную топографическую поверхность, заданную проектными горизонталями.

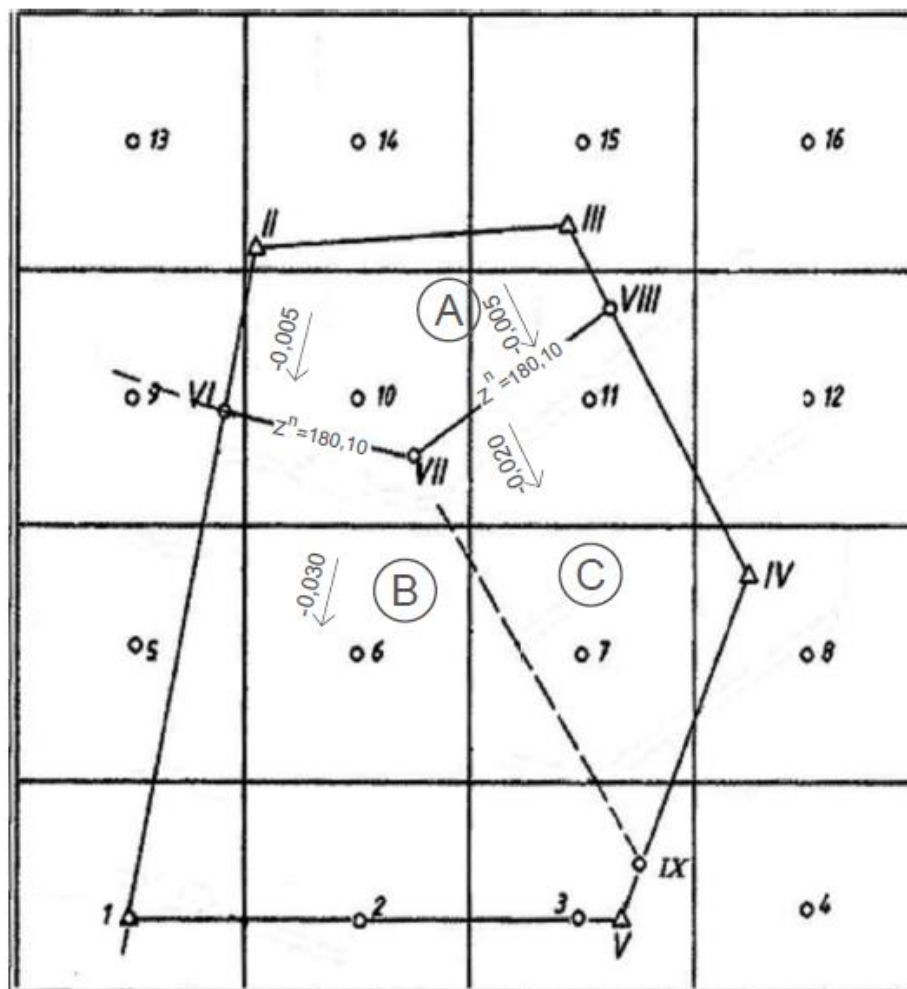


Рис. 2.2 – План земельного отвода с исходными и предварительными параметрами для расчета объемов земляных работ, при плоских проектных поверхностях с указанными уклонами в секторах А, В и С (уменьшенная копия масштаба 1:500)

2.3 Основные виды маркшейдерских работ и подготовка исходного материала для подсчета объемов земляных работ

Для приведения фактической земной поверхности к проектной, исполнителю необходимо знать глубину срезки или высоту насыпи грунта в рассматриваемых точках земельного отвода. Этот параметр называют рабочей отметкой. Значение его определяется разностью проектной и фактической отметок в рассматриваемой точке. Поскольку значение рабочей отметки меняется от точки к точке земельного отвода, то рабочие отметки принято определять и задавать исполнителю в точках квадратной сетки со стороной $a = 20$ м (реже $a = 10$ м). С учетом этого маркшейдеру, на рассматриваемом этапе, необходимо выполнить работы в следующей последовательности.

1. Вынести на местность контур земельного отвода и закрепить постоянными знаками угловые точки I-II-III-IV-V. Для выноски использовать ближайшие геодезические пункты. Методика выноса изложена в 1.2.

2. Разбить и закрепить на местности (кольями) точки нивелировки по квадратной сетке в пределах земельного отвода и полосе прилегающей территории. Разбивку (применительно к нашему примеру) начать с углового пункта I и контурной линии I - V земельного отвода с тем, чтобы обеспечить связь сетки с контуром отвода.

3. Произвести (от ближайшего геодезического репера) геометрическое нивелирование по точкам квадратной сетки и вычислить отметки земной поверхности.

4. Составить план земельного отвода. На листе бумаги вычертить и оцифровать координатную сетку масштаба 1:500. По координатам нанести угловые точки земельного отвода и его контур (в нашем примере контур I-II-III-IV-V (рис. 2.2)).

5. Нанести на план точки нивелирования по квадратной сетке со стороной $a=20$ м, в строгом соответствии с порядком разбивки. В нашем примере точку 1 совместить с угловой точкой I земельного отвода и линии 1-4 совместить с линией I-V. Проставить номера точек и фактические отметки земной поверхности в них.

6. Изучить имеющуюся документацию, совместно с владельцем земельного отвода провести рекогносцировку на местности и согласовать основные вопросы:

- о делении участков подсчета объемов земляных работ на секторе;
- о форме и уклонах проектной поверхности в секторах;
- о предварительном высотном положении горизонтальной площадки.

В нашем примере о высотной отметкой $Z_{VI-VII-VIII}^n$ на линии VI-VII-VIII.

8. Проставить предварительные параметры проектных поверхностей на плане (рис. 2.2). Если проектная поверхность в секторах B, C имеет топографическую форму, заданную горизонталями, то проектные параметры представляют на плане, представленном на рис. 2.7.

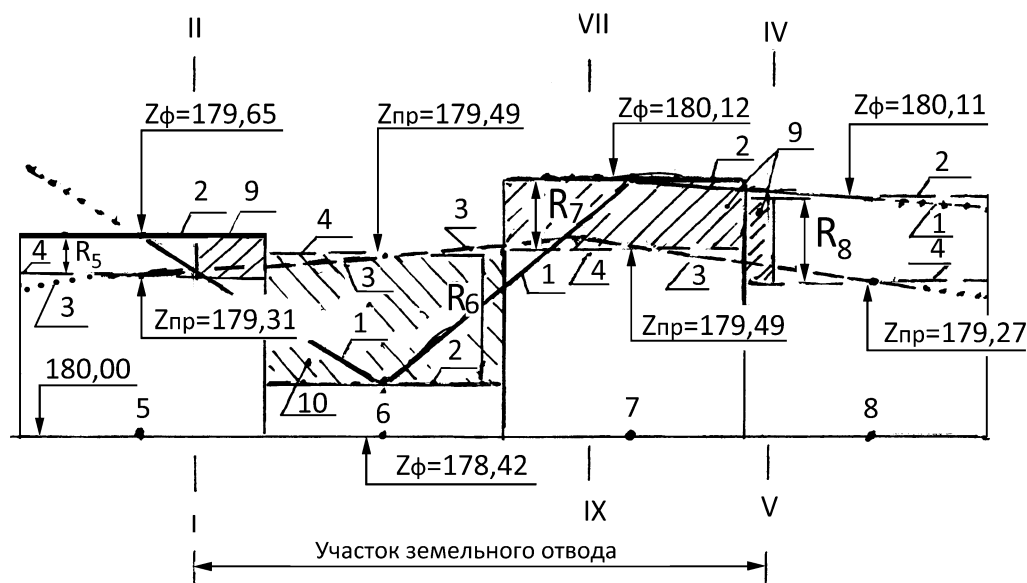
2.4 Методика подсчета объемов земляных работ

2.4.1 Общие положения

Объем земляных работ, это объем грунта между проектной и фактической земными поверхностями. Значение его на элементарном по площади участке определяется произведением площади элементарного участка на разность проектной и фактической отметок, иначе произведением площади на рабочую отметку. При отрицательном значении разности имеет место срезка грунта, при положительном - насыпка грунта.

1. Участок нивелирование по сетке разбивают на квадраты со стороной "а" так, чтобы точка нивелирования оказалась в центре квадрата (рис. 2.2).

2. Фактическую и проектную отметку в точке нивелирования распространяют на всю площадь квадрата, тем самым условно заменяют фактическую и проектную поверхности на ступенчатые с соответствующим значением высотных отметок (рис. 2.3) в квадрате, площадь которого полностью расположена в контуре участка подсчёта, равна произведению площади квадрата на разность проектной и фактической отметок земной поверхности в точке нивелирования, а в квадрате лишь частично расположена в контуре - произведение площади части квадрата на разность проектной и фактической отметок земной поверхности в точке нивелирования.



- 1,2 - Фактический и условно замененный ступенями профиль земной поверхности до вертикальной планировки;
- 3, 4 - Фактический и условно замененный ступенями профиль земной поверхности после вертикальной планировки;
- 9, 10 - Срезка и насыпка грунта.

Рис. 2.3 – Профили земной поверхности по линии 5-8 (рис. 2.2) к методике подсчета объемов земляных работ. Масштабы: гор. 1:500, верт. 1:50 (уменьшенная копия с оригиналов указанных масштабов)

3. Вычисляют рабочие отметки в точках нивелирования

$$R_i = Z_{пр_i} - Z_{ф_i} \quad (2.1)$$

где R_i – рабочая отметка (глубина срезки или высота насыпи грунта);
 $Z_{пр_i}$, $Z_{ф_i}$ – проектная и фактическая отметки земной поверхности.
 При $R_i > 0$ имеет место насыпка грунта, а при $R_i < 0$ – срезка грунта.

4. Вычисляет веса и весовые значения рабочих отметок в точках нивелирования, распространяя последние условно на площадь полного квадрата ($S_{кв} = a^2$).

Примем вес рабочей отметки в квадрате, полностью расположенном в контуре земельного отвода, за единицу ($P_{\text{кв}}=1$). Тогда с учетом сказанного в пункте 2, для любого квадрата (в том числе и неполного) справедливы следующие зависимости:

$$P = \frac{S_{\text{ч}}}{S_{\text{кв}}} \quad (2.2)$$

$$R_{\text{в}} = R \cdot P, \text{ м} \quad (2.3)$$

$$V_{\text{кв}} = S_{\text{кв}} \cdot R_{\text{в}}, \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

где $P, R_{\text{в}}, V_{\text{кв}}$ - вес рабочей отметки в точке нивелирования рассматриваемого квадрата; весовое значение рабочей отметки условно рассматриваемое на всю площадь квадрата; объем земляных работ, в части или полном квадрате, расположенных внутри контура земельного отвода (без учета коэффициента разрыхления и уплотнения грунта);

$S_{\text{ч}}, S_{\text{кв}}$ - площадь части и полного квадрата, расположенных в контуре отвода;

R - рабочая отметка в точке нивелирования соответствующего квадрата.

Веса рабочих отметок определяют по плану масштаба 1:500 (рис. 2.2). Методика расчёта (на примере квадрата точки 5) представлена на рис.2.4. Графические измеряют в мм^2 площадь a-b-c-d части квадрата расположенной внутри контура подсчета и относят к площади всего квадрата, также в мм^2 . В нашем примере:

$$P_5 = \frac{S_{abcd}}{S_{\text{кв}}} = \frac{480 \text{ мм}^2}{(40 \cdot 40) \text{ мм}^2} = 0,30$$

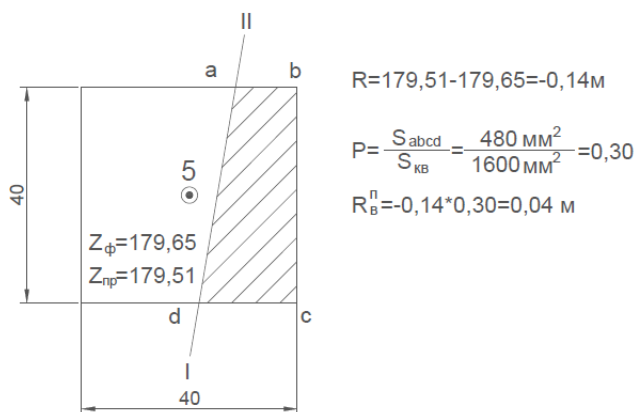


Рис. 2.4 – К методике определения рабочей отметки R , веса P рабочей отметки, весового значения рабочей отметки $R_{\text{в}}$ (на примере квадрата с точкой 5 (рис. 2.2))

5. Вычисляют общие объемы срезки и насыпи грунта на участке подсчета с учетом коэффициентов разрыхления и уплотнения грунта.

Поскольку в формуле (2.4) S_{KB} величина постоянная для всех квадратов, то общие объемы срезки и насыпи грунта определяют из выражений:

$$V_{CF} = \sum | -R_B | \cdot S_{KB} \cdot K_p \quad (2.5)$$

$$V_{HAC} = \frac{\sum | +R_B | \cdot S_{KB}}{K_y} \quad (2.6)$$

где $| -R_B |, | +R_B |$ - абсолютные значения отрицательных и положительных весовых значений рабочих отметок;

S_{KB} - площадь полного квадрата, m^2 (в нашем примере $S_{KB} = 400 m^2$);

K_p, K_y - коэффициент разрыхления грунта при срезке и коэффициент уплотнения грунта при "укатке" насыпи (зависит от свойств грунта и способа уплотнения).

Объем земляных работ зависит от правильной формы и высотного положения земной поверхности после планировки. Предварительный выбор их (при проектировании) зависит от многих факторов:

- рельефа земельного участка и прилегающей территории;
- генплан застройки земельного отвода и необходимой высотной увязки между проектными зданиями и сооружениями;
- существующих и проектных трубопроводных коммуникаций на прилегающей территории;
- необходимости обеспечения нормального стока атмосферных вод;
- необходимости транспортной увязки земельного отвода с прилегающей территорией (например, железнодорожных путей).

Подсчёт объемов земляных работ производят в два этапа. На первом этапе анализируют имеющуюся документацию и с учётом результатов рекогносцировки местности определяют: деление участка подсчета на секторы, если в этом есть необходимость; проектную форму и высотное положение проектной поверхности после вертикальной планировки. По предварительно принятым параметрам проектных поверхностей рассчитывают предварительный объем срезки и насыпи грунта. При этом разность между названными объемами оказывается, как правило, весьма существенной.

На втором этапе корректирует предварительные параметры (меняют высотное положение или уклоны проектных поверхностей) так, чтобы объем срезки и насыпи грунта стали равны. Такой результат будем называть оптимальным.

Конкретные методики корректировки предварительных параметров и определение оптимальных объемов земляных работ рассматривается в следующих трех параграфов 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4. В них даны три варианта вертикальной планировки одного и того же земельного отвода I-II-III-IV-V (рис.2.2). В 2.4.2 проектные поверхности, представленные плоскостями с различными, но постоянными, уклонами в секторах. Корректировка предварительных объемов земляных работ производится изменением предварительных уклонов проектных поверхностей. В 2.4.4, в отличии от первых двух, проектная поверхность в секторах B, C имеет топографическую

форму и представлена графически проектными горизонталями (рис. 2.7). Последнее существенно сказывается на методику расчёта предварительных объемов земляных работ.

2.4.2 Расчет объемов земляных работ при плоских формах проектных поверхностей в секторах и корректировке предварительных объёмов срезки и насыпи грунта изменением высотного положения в проектных поверхностях

2.4.2.1 Постановка задачи

Под строительство промышленного объекта, местными органами государственной власти, выделен на незастроенной территории земельный участок I-II-III-IV-V (рис. 2.2). Положение контура земельного отвода задано координатами угловых точек.

Необходимо произвести вертикальную планировку участка так, чтобы объем срезки и насыпи грунта были равны между собой.

2.4.2.2 Исходные данные и предварительный выбор формы и высотного положения проектных поверхностей после планировки

Исходным графическим и числовым материалом для подсчета объемов земляных работ являются:

1. План земельного отвода в масштабе 1:500 нанесенный на лист бумаги по координатам угловых точек (рис. 2.2);
2. Нанесенные на план точки нивелирования по квадратной сетке и высотные отметки земной поверхности в них по результатам нивелирования;
3. Очерченное на плане квадраты со стороной "а" (в нашем примере $a=20$ м) так, чтобы точки нивелирования оказались в центре соответствующих квадратов;
4. Предварительные значения параметров поверхностей в секторах после вертикальной планировки.

Пусть, в результате анализа имеются документации, факторов, приведённых в 2.4.1 и результатов рекогносцировки местности, решение разделить земельный отвод на три сектора со следующими параметрами проектных поверхности в них (рис. 2.2):

- сектор А (контур VI-II-III-VIII-VI) - горизонтальная площадка с уклоном - 0,005 (для стока атмосферной воды) и предварительной высотной отметкой на линии VI-VII-VIII 180,10 м;
- сектор В (контур I-VI-VII-IX-V) - плоская поверхность с уклоном - 0,030;
- сектор С (контур VII-VIII-IV-IX) - плоская поверхность с уклоном - 0,020.

5. Коэффициент разрыхления и уплотнения грунта принимать равными $K_p=1,25$, $K_y=0,9$ (из-за отсутствия фактических данных).

2.4.2.3 Последовательность подсчета объемов земляных работ

Из формул 2.5, 2.6 видно, что основными параметрами для определения объемов земляных работ являются суммы весовых значений положительных $\sum |+R_B|$ и отрицательных $\sum |-R_B|$ значений рабочих отметок. Здесь вычисления их следует вести в формуляре табл. 2.1, поскольку предусмотрена корректировка предварительных объемов срезки и насыпи грунта изменением предварительного высотного положения проектных плоскостей, то есть изменением проектной высотной отметки на линии VI-VII-VIII.

1. В графе 1, 2 табл. 2.1 заносят номера точек нивелирования по квадратной сетке и фактические отметки Z_{ϕ} земной поверхности, в квадратах частично или полностью расположенных внутри контура земельного отвода (см. рис. 2.2). Точки нивелирования в квадратах, полностью расположенных вне контура, в таблицу не заносят, поскольку они не влияют на срезку или насыпку грунта (в нашем примере точки 4 и 19).

2. На плане прокачивает линию VII-IX сопряжения плоскостей с уклонами -0,030 и -0,020. Для этого на плане проводят до взаимного пересечения горизонтали 179,50: в секторе В по отметке $Z_{VI-VII-VIII} = 180,10$ и уклону -0,030; в секторе С по отметке $Z_{VI-VII-VIII} = 180,10$ и уклону -0,020. Через точку пересечения названных горизонталей прочерчивают линию VII-IX разграничение секторов В и С.

3. На плане пунктиром продлевают линии VI-VII и VII-VIII за контур отвода, графически измеряют расстояния от точек нивелирования до названных линий и заносит их в графу 3. В графе 4 проставляют проектный уклон, с учётом сектора и его продолжения за внешний контур. Например, в строке точки 8 уклон $i = -0,020$, в строке точки 14 $i = +0,005$.

4. В графах 5,6 проставляют превышения ΔZ (со знаком) проектные отметки $\Delta Z_{\text{мп}}^{\text{п}}$ земной поверхности:

$$\Delta Z = l \cdot i \quad (2.7)$$

$$\Delta Z_{\text{мп}}^{\text{п}} = \Delta Z_{VI-VII-VIII}^{\text{п}} + \Delta Z \quad (2.8)$$

где l, i - измеренные по плану расстояния (м) от точки до линии VI-VII-VIII и уклон проектной плоскости в секторе;

$\Delta Z_{VI-VII-VIII}^{\text{п}}$ - проектная отметка на линии VI-VII-VIII.

5. По формулам 2.1 и 2.2 вычисляют и расставляют в графах всем, 8 рабочие отметки "R" (со знаком + или -) и веса "P" рабочих отметок.

Внизу таблицы подсчитывают: $\sum(P_{-R})$ - сумму весов в точках с отрицательным значением рабочих отметок; $\sum(P_{+R})$ - сумму весов в точках с положительным значением рабочих отметок; $\sum|P|$ - общую сумму весов по абсолютной величине; $\sum|P|^T$ - теоретическую сумму весов по абсолютной величине; невязку $f = \sum|P| - \sum|P|^T$.

Поскольку за единицу веса принят вес рабочей отметки полного квадрата, то

$$\sum |P|^T = S_{от} / S_{кв} \quad (2.9)$$

где $S_{от}$ - площадь земельного отвода, измеренная по плану масштаба 1:500 (рис. 2.2);

$S_{кв}$ - площадь полного квадрата.

Таблица 2.1 - Вычисление сумм весовых значений $\sum(-R_в), \sum(+R_в)$ при предварительных параметрах плоских проектных плоскостей в секторах: $Z_{VI-VII-VIII} = 180,10$, $i_A = -0,005$, $i_B = -0,030$, $i_C = -0,020$ и оптимальных параметров тех же плоскостей: $Z_{VI-VII-VIII}^o = 179,90$, $i_A^o = -0,005$, $i_B^o = -0,030$, $i_C^o = -0,020$ (рис. 2.2, 2.5)

При предварительных параметрах						При оптимальных параметрах					
NN точ ек	Факти ческая отмет ка $Z_{ф}$, м	Расст оянее до лини и VI- VII- VIII l, м	Уклон i	Прев ышен ие ΔZ	Проектн ая отметка $Z_{пр}^n, v$	Рабо чая отмет ка R	Вес P	Весо вое значе ние $R_в^n, м$	Проек тная отметк а $Z_{пр}^o$, м	Рабо чая отмет ка $R^o, м$	Весо вое значе ние $R_в^o, м$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	178,11	40,7	-0,030	-1,23	178,86	+0,75	0,22	+0,16	178,66	+0,55	+0,12
2	177,10	36,3	-0,030	-1,09	179,01	+1,91	0,50	+0,25	178,81	+1,71	+0,86
3	178,14	31,3	-0,030	-0,94	179,46	+1,02	0,44	+0,45	178,96	+0,82	+0,36
5	179,65	19,7	-0,030	-0,59	179,51	-0,14	0,30	-0,04	179,31	-0,34	-0,10
6	178,42	15,8	-0,030	-0,47	179,63	+1,21	1,00	+1,21	179,43	+1,01	+1,01
7	180,12	20,5	-0,020	-0,41	179,69	-0,41	0,99	-0,43	179,49	-0,61	-0,60
8	180,11	31,6	-0,020	-0,63	179,47	-0,64	0,11	-0,07	179,27	-0,84	-0,09
9	180,73	0,8	-0,030	-0,02	180,08	-0,65	-0,01	-0,04	179,88	-0,85	-0,05
10	180,41	3,4	+0,00 5	+0,02	180,12	-0,29	0,99	-0,29	179,92	-0,49	-0,49
11	180,57	4,7	-0,020	-0,69	180,01	-0,56	0,82	-0,46	179,81	-0,76	-0,62
12	180,29	15,7	-0,020	-0,31	179,79	-0,50	-0,01	-0,01	179,59	-0,70	-0,01
14	182,03	22,5	+0,00 5	+0,11	180,21	-1,82	0,07	-0,13	180,01	-2,02	-0,14
15	181,92	11,6	+0,00 5	+0,06	180,16	-1,76	0,06	-0,11	179,96	-1,96	-0,18
			$\sum(P_{-R}) = 2,33$ $\sum(P_{+R}) = 3,26$ $\sum P = 5,59$ $\sum P ^T = 5,57$ $f_p = +0,02$			$\sum(-R_в^n) = 1,58$ $\sum(+R_в^n) = 2,77$ $V_{ср}^n = 727м^3$ $V_{нас}^n = 1231м^3$			$\sum(-R_в^o) = 2,28$ $\sum(+R_в^o) = 2,35$ $V_{ср}^o = 1049м^3$ $V_{нас}^o = 1044м^3$		

В нашем примере $\sum|P|^T = \frac{2228}{400} = 5,57$. Невязку $f = \sum|P| - \sum|P|^T$ распределяют с обратным знаком на веса $1 \div 3$ точек в неполных квадратах. Невязка не должна превышать $0,1 \cdot \sum|P|^T$.

6. По формуле 2.3 вычисляют и заносят в графу 9 весовые значения рабочих отметок со знаком внизу таблицы проставляют: $\sum|-R_{\pm}^n|$ - сумму отрицательных весовых значений рабочих отметок, т.е. в квадратах срезки грунта; $\sum|+R_{\pm}^n|$ - положительных весовых значений рабочих отметок, т.е. в квадратах насыпи грунта. В нашем примере $\sum|-R_{\pm}^n| = 1,58$; $\sum|+R_{\pm}^n| = 2,77$ (см. табл. 2.1).

7. Подсчитывают по формулам 2.5, 2.6 объёмы срезки и насыпи грунта при предварительно принятых форме и высотном положении проектных поверхности, т.е. При предварительных параметрах проектных поверхностей в секторах.

Примем коэффициент разрыхления грунта при срезке $K_p=1,15$, а коэффициент уплотнения при укатки грунта $K_y=0,9$. Тогда в нашем примере при предварительно принятых параметрах:

$$V_{\text{ср}}^n = 1,58 \cdot 400 \cdot 1,15 = 727 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{нас}}^n = 2,77 \cdot 400 / 0,9 = 1231 \text{ м}^3$$

Разность

$$Q^n = V_{\text{ср}} - V_{\text{нас}} \quad (2.10)$$

В нашем примере $Q^n = -504 \text{ м}^3$ или 26% от суммарного объема.

8. Для устранения полученной разности Q^n вычисляют поправку Δh к предварительной высотной отметке $Z_{VI-VII-VIII}^n$ и оптимальную отметку $Z_{VI-VII-VIII}^o$, при которых объём срезки равен объём насыпи грунта.

Очевидно должно соблюдаться условие:

$$Q^n = S_{\text{ср}} \cdot \Delta h \cdot K_{\text{ср}} + S_{\text{нас}} \cdot \Delta h / K_y$$

Откуда

$$\Delta h = \frac{Q^n}{S_{\text{ср}} \cdot K_{\text{ср}} + S_{\text{нас}} / K_y} \quad (2.11)$$

$$Z_{VI-VII-VIII}^o = Z_{VI-VII-VIII}^n + \Delta h \quad (2.12)$$

где $S_{\text{ср}}$ – площадь срезки грунта, определяемая из выражения:

$$S_{\text{ср}} = \sum(P_{-R}) \cdot S_{\text{кв}} \quad (2.13)$$

$S_{\text{нас}}$ – площадь срезки грунта, определяемая из выражения:

$$S_{\text{нас}} = \sum(P_{+R}) \cdot S_{\text{кв}} \quad (2.14)$$

Z^o, Z^n – оптимальная и предварительная отметки на линии VI-VII-VIII.

В нашем примере $\Delta h = \frac{-504}{2,31 \cdot 400 \cdot 1,15 + 3,26 \cdot 400 / 0,9} = -0,20$ м,

$$Z_{VI-VII-VIII}^o = 180,10 - 0,20 = 179,90 \text{ м.}$$

9. При оптимальной отметке $Z_{VI-VII-VIII}^o$ вычисляют и проставляют в графах 10, 11, 12 табл. 2.1 оптимальные проектные отметки $Z_{пр}^o$ проектных поверхностей; оптимальные рабочие отметки R^o ; весовые значения оптимальных рабочих отметок $R_{в}^o$.

Поскольку исправление предварительной отметки $Z_{VI-VII-VIII}^n$ на величину Δh вызывает изменение на ту же величину проектных и рабочих отметок во всех точках расчёта, то:

$$Z_{пр}^o = Z_{пр}^n + \Delta h \quad (2.15)$$

$$R^o = R^n + \Delta h \quad (2.16)$$

Что касается весового значения оптимальных рабочих отметок в графе 12, то они вычисляются по формуле 2.1 по значениям R^o и P .

10. Внизу графы 10÷12 подсчитывают и проставляют суммы: $\Sigma(-R_{в}^o)$ и $\Sigma(+R_{в}^o)$. Используя указанные суммы по формулам 2.5, 2.6 определяют оптимальные объемы срезки насыпи грунта.

В нашем примере (табл. 2.1) $\Sigma(-R_{в}^o) = 2,28$; $\Sigma(+R_{в}^o) = 2,35$. Тогда

$$V_{ср}^n = 2,28 \cdot 400 \cdot 1,15 = 1049 \text{ м}^3$$

$$V_{нас}^n = 2,35 \cdot 400 / 0,09 = 1044 \text{ м}^3$$

$$Q^o = 5 \text{ м}^3$$

Заметим что малое значение Q^o подтверждает лишь безошибочность аналитических расчетов и не является оценкой точности определения объемов земляных работ. На последнюю влияют другие факторы.

11. В заключении вычерчивают в масштабе 1:500 оптимальный план вертикальной планировки (рис. 2.5).

На плане проставляют: фактические отметки земной поверхности (чёрным цветом), проектные отметки по данным графы 10 (красным цветом), рабочие отметки (синим цветом по данным графы табл. 2.1), оптимальный объем срезки и насыпи грунта, уклоны проектной поверхности в секторах.

По проектным отметкам вычерчивают горизонтали проектной поверхности.

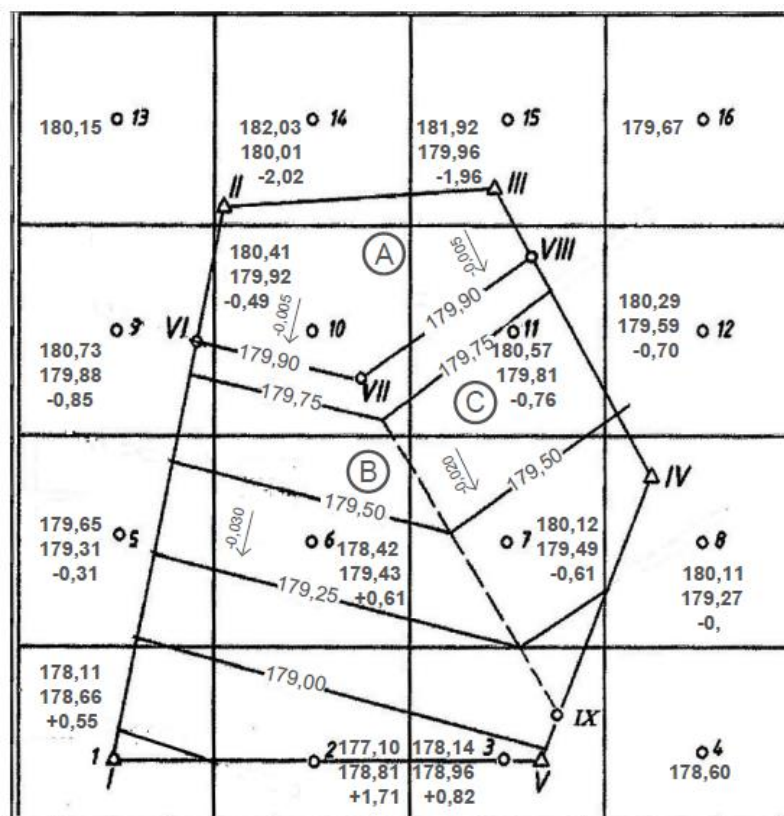


Рис. 2.5 – Оптимальный план вертикальной планировки при $Z_{VI-VII-VIII}^0 = 179,90$, $i_A^0 = -0,005$, $i_B^0 = -0,030$, $i_C^0 = -0,020$

2.4.3 Подсчёт объемов земляных работ при плоских проектных поверхностях в секторах и корректировки предварительных объемов в срезке и насыпи грунта изменением уклонов проектных поверхностей

2.4.3.1 Постановка задачи

Необходимо произвести вертикальную планировку рассмотренного в предыдущем параграфе 2.4.2 земельного отвода в контуре I-II-III-IV-V (рис. 2.2), при тех же исходных данных и предварительно принятых параметрах плоских проектных плоскостей, приведенных в 2.4.2.2.

Отличие от предыдущего заключается в том, что корректировку предварительных объемов срезки и насыпи грунта решено произвести не изменением высотного положения проектных поверхностей, а изменением уклонов их в секторах В и С так, чтобы объёмы срезки и насыпи грунта сравнялись между собой.

4.2.3.2 Исходные данные, предварительные параметры проектных плоскостей и последовательность расчета объемов земляных работ

С учётом приведенного в параграфе 2.4.3.1 подготовку исходного числового и графического материалов, а также расчёт предварительных

объемов срезки и насыпи грунта, производят по методике, изложенной выше по пункт 7 (включительно) параграфа 2.4.2.2 и графу 9 табл. 2.1.

Однако дальнейшие расчёты оптимальных объемов принципиально отличается от параграфа 2.4.2.2 и табл. 2.1. Поэтому здесь расчёты следует вести в формуляре табл. 2.2. Заметим только, что графы 1-9 последний идентичны графам 1-9 табл. 2.1, поскольку в них расчёты ведутся по тем же данным и параметрам (рис. 2.2).

По этой причине и здесь:

$$\Sigma(-R_{\text{с}}^{\text{п}}) = 1,58; \Sigma(+R_{\text{н}}^{\text{п}}) = 2,77; V_{\text{ср}}^{\text{п}} = 727 \text{ м}^3; V_{\text{нас}}^{\text{п}} = 1231 \text{ м}^3; \text{разность } Q^{\text{п}} = -504 \text{ м}^3.$$

Но в отличие от параграфа 2.4.2 здесь ликвидировать разность $Q^{\text{п}}$ решено не изменением уровня (отметок) проектных поверхностей, а изменением уклонов плоских поверхностей в секторах В и С. Следовательно, надо определить поправку Δi к предварительным уклонам в указанных секторах, при ведении которой объем срезки равен объем насыпи грунта. Поскольку в секторе А имеет место горизонтальная площадка, то уклон в нем оставляем прежним -0,005 (для стока атмосферных вод).

Таблица 2.2 - Вычисление сумм весовых значений $\Sigma(-R_{\text{с}})$, $\Sigma(+R_{\text{н}})$ при предварительных параметрах плоских проектных плоскостей в секторах: $Z_{\text{VI-VII-VIII}} = 180,10 \text{ м}$, $i_{\text{А}}^{\text{п}} = -0,005$, $i_{\text{В}}^{\text{п}} = -0,030$, $i_{\text{С}}^{\text{п}} = -0,020$ и оптимальных параметров тех же плоскостей: $Z_{\text{VI-VII-VIII}}^{\text{о}} = 180,10 \text{ м}$, $i_{\text{А}}^{\text{о}} = -0,005$, $i_{\text{В}}^{\text{о}} = -0,042$, $i_{\text{С}}^{\text{о}} = -0,032$ (рис. 2.2, 2.6)

При предварительных параметрах									При оптимальных параметрах					
NN точ ек	Фак тиче ская отме тка $Z_{\text{ф}}$ м	Рас стоян ее до линии VI- VII- VIII l, м	Пре двар и- тель ный укл он $i^{\text{п}}$	Пре вы- шен ие $\Delta Z^{\text{п}}$, м	Пре двар и- тель ная про ектн ая отм етка $Z_{\text{пр}}^{\text{п}}$ м	Пре двар и- тель ная раб очая отм етка $R^{\text{п}}$ м	Вес раб оче й отм етк и P	Вес ово е зна чен ие раб оче й отм етк и $R_{\text{с}}^{\text{п}}$ м	$l \times P$, м	Оп ти- мал ьный укл он $i^{\text{о}}$	Пре вы- шен ие $\Delta Z^{\text{о}}$, м	Опт и- мал ьная пре ктн ая отм етка а $Z_{\text{пр}}^{\text{о}}$ м	Опт и- мал ьная раб очая отм етка а $R^{\text{о}}$ м	Вес ово е зна чен ие раб оче й отм етк и $R_{\text{н}}^{\text{о}}$ м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	178, 11	40,7	- 0,03 0	- 1,23	178, 86	+0,7 5	0,22	+0,1 6	8,95 (+R)	- 0,0 42	- 1,7 1	178, 39	+0, 28	+0,0 6
2	177, 10	36,3	- 0,03 0	- 1,09	179, 01	+1,9 1	0,50	+0,2 5	18,1 5 (+R)	- 0,0 42	- 1,5 2	178, 58	+1, 48	+0,7 4

Продолжение табл. 2.2

3	178,14	31,3	-0,030	-0,94	179,46	+1,02	0,44	+0,45	13,77(+R)	-0,042	-1,31	178,79	+0,65	+0,28
5	179,65	19,7	-0,030	-0,59	179,51	-0,14	0,30	-0,04	5,91(-R)	-0,042	-0,83	179,27	-0,38	-0,11
6	178,42	15,8	-0,030	-0,47	179,63	+1,21	1,00	+1,21	15,80(+R)	-0,042	-0,66	179,44	+1,02	+1,02
7	180,12	20,5	-0,020	-0,41	179,69	-0,41	0,99	-0,43	20,30(-R)	-0,032	-0,66	179,44	-0,68	-0,67
8	180,11	31,6	-0,020	-0,63	179,47	-0,64	0,11	-0,07	3,48(-R)	-0,032	-1,01	179,09	-1,02	-0,11
9	180,73	0,8	-0,030	-0,02	180,08	-0,65	-0,01	-0,04	0,05(-R)	-0,042	-0,03	180,07	-0,66	-0,04
10	180,41	3,4	+0,005	+0,02	180,12	-0,29	0,99	-0,29	-	+0,005	+0,002	180,12	-0,29	-0,29
11	180,57	4,7	-0,020	-0,69	180,01	-0,56	0,82	-0,46	3,85(-R)	-0,032	-0,15	179,95	-0,62	-0,51
12	180,29	15,7	-0,020	-0,31	179,79	-0,50	-0,01	-0,01	0,16(-R)	-0,032	-0,50	179,66	-0,69	-0,01
14	182,03	22,5	+0,005	+0,11	180,21	-1,82	0,07	-0,13	-	+0,005	+0,011	180,21	-1,82	-0,13
15	181,92	11,6	+0,005	+0,06	180,16	-1,76	0,06	-0,11	-	+0,005	+0,006	180,16	-1,76	-0,11
$\sum(P_{-R}) = 2,33$ $\sum(P_{+R}) = 3,26$			$\sum P = 5,59$ $\sum P ^T = 5,57$ $f_P = +0,02$		$\sum(-R_E^n) = 1,58$ $\sum(+R_E^n) = 2,77$ $V_{cp}^n = 727M^3$ $V_{нас}^n = 1231M^3$				$\sum(l \cdot P_{(-R)}) = 33,75$ $\sum(l \cdot P_{(+R)}) = 56,67$ $\Delta i = -0,012$ $i_A^0 = -0,005$ $i_B^0 = -0,042$ $i_C^0 = -0,032$			$\sum(-R_E^0) = 2,09$ $\sum(+R_E^0) = 1,99$ $V_{cp}^0 = 915M^3$ $V_{нас}^0 = 929M^3$		

Из рис. 2.2 следует что приращение весового значения ΔR_E для любой точки из-за изменения уклона определяется из выражения:

$$\Delta R_E = l \cdot P \cdot \Delta i \quad (2.17)$$

где l — измеренное по плану масштаба 1:500 (рис. 2.2) расстояние от центра квадрата до линии I-II-III-IV-V или продолжение её (графа 3 табл. 2.2);

P — вес рабочей отметки в рассматриваемой точке;

Δi — проектная поправка в предварительный уклон в секторах В и С.

Тогда суммарные поправки в предварительные объёмы срезки и насыпи грунта определяется из выражений:

$$\Delta V_{\text{ср}} = \sum(l \cdot P_{(-R)}) \cdot \Delta i \cdot a^2 \cdot K_p \quad (2.18)$$

$$\Delta V_{\text{нас}} = \sum(l \cdot P_{(+R)}) \cdot \Delta i \cdot a^2 / K_y \quad (2.19)$$

где $\Delta V_{\text{ср}}, \Delta V_{\text{нас}}$ — поправки в предварительные объёмы срезки ($V_{\text{ср}}^{\text{п}}$) и насыпи ($V_{\text{нас}}^{\text{п}}$) грунта;

a — сторона квадрата (здесь $a=20$ м);

K_p, K_y — коэффициенты разрыхления при срезке и уплотнения грунта при укатке;

$\sum(l \cdot P_{(-R)}), \sum(l \cdot P_{(+R)})$ — сумма произведений $l \cdot P$ в точках с отрицательными и положительными рабочими отметками (графа 10 табл. 2.2).

Очевидно, для устранения разности объёмов срезки и насыпи грунта должно соблюдаться равенство:

$$Q^{\text{п}} = V_{\text{ср}}^{\text{п}} + V_{\text{нас}}^{\text{п}} \quad (2.20)$$

где $Q^{\text{п}}$ — разность предварительных объёмов срезки и насыпи грунта.

Тогда

$$\Delta i^{\text{п}} = \frac{Q^{\text{п}}}{\sum(l \cdot P_{(-R)}) \cdot a^2 \cdot K_p + \sum(l \cdot P_{(+R)}) \cdot a^2 / K_y} \quad (2.21)$$

$$i^{\circ} = i^{\text{п}} + \Delta i^{\text{п}} \quad (2.22)$$

где $\Delta i^{\text{п}}$ — поправка в предварительные уклоны в секторах (в нашем примере только в секторах в В и С см. 2.4.3.1 и 2.4.2.2);

$i^{\circ}, i^{\text{п}}$ — оптимальный и предварительный уклоны в названных секторах.

Из приведенного вытекает следующая последовательность дальнейших (после графы 9) расчётов в табл. 2.2:

1. Для точек нивелирования (ниже линии VI-VII-VIII), влияющих на секторы В или С, вычисляют и проставляют в графе 10 произведения $l \cdot P$ (графа 3 умноженная на графу 8) с индексом $(-R)$ или $(+R)$. Знак индекса соответствует знаку рабочей отметки $R^{\text{п}}$ в графе 7.

Для точек (выше линии VI-VII-VIII), влияющих на сектор в произведение $l \cdot P$ не вычисляют, поскольку по условиям параграфа 2. 4.3.1 корректировка уклонов в нём не предусмотрена. Внизу таблицы проставляют суммы $\sum(l \cdot P_{(-R)}), \sum(l \cdot P_{(+R)})$.

В нашем примере $\sum(l \cdot P_{(-R)}) = 33,75; \sum(l \cdot P_{(+R)}) = 56,67$.

2. По формулам 2.21, 2.22 вычисляют поправку Δi^{Π} и оптимальные (исправленные) уклоны i° для точек, влияющих на векторы В и С. Для точек, влияющих на сектор А уклоны оставляют прежними.

Полученные значения оптимальных уклонов проставляют в графе 11 таблицы 2.2.

$$\text{В нашем примере } \Delta i^{\Pi} = \frac{-504}{33,75 \cdot 400 \cdot 1,15 + 56,67 \cdot 400 / 0,9} = -0,012,$$
$$i_{(B)}^{\circ} = -0,030 + (-0,012) = -0,042; \quad i_{(C)}^{\circ} = -0,020 + (-0,012) = -0,032$$

3. По формулам 2.7, 2.8 вычисляют и расставляют в графах 12, 13 превышения ΔZ° относительно $Z_{VI-VII-VIII}^{\circ} = 180,10$ и оптимальные отметки $Z_{пр}^{\circ}$ проектных поверхностей.

4. Вычисляют по формулам 2.1, 2.3 оптимальные рабочие отметки, весовые значения их и заносят в графы 14, 15 табл. 2.2.

Внизу таблицы проставляются суммы:

$\Sigma(+R_{г}^{\circ})$ — весовых значений рабочих отметок со знаком плюс, $\Sigma(-R_{г}^{\circ})$ — весовых значений рабочих отметок со знаком минус.

В нашем примере $\Sigma(-R_{г}^{\circ}) = 2,28$; $\Sigma(+R_{г}^{\circ}) = 2,35$.

5. По формулам 2.5, 2.6 вычисляют оптимальные объемы земляных работ, проставляют их в табл. 2.2 и на рис. 2.6.

В нашем примере $V_{ср}^{\circ} = 1,99 \cdot 400 \cdot 1,15 = 915 \text{ м}^3$

$V_{нас}^{\circ} = 2,09 \cdot 400 / 0,09 = 929 \text{ м}^3$

Разность $Q^{\circ} = -14 \text{ м}^3$ (0,8% от общего объема).

Заметим, что малое значение указывает лишь на отсутствие ошибок в аналитических расчётах и не является оценкой точности определения объемов земляных работ, поскольку на последнюю влияют другие факторы.

6. По результатам расчётов составляют оптимальный план вертикальной планировки участка земельного отвода (рис. 2.6) с нанесением оптимальных параметров проектных поверхностей и вычерчиванием проектных горизонталей по оптимальным проектным отметкам в точках нивелирования.

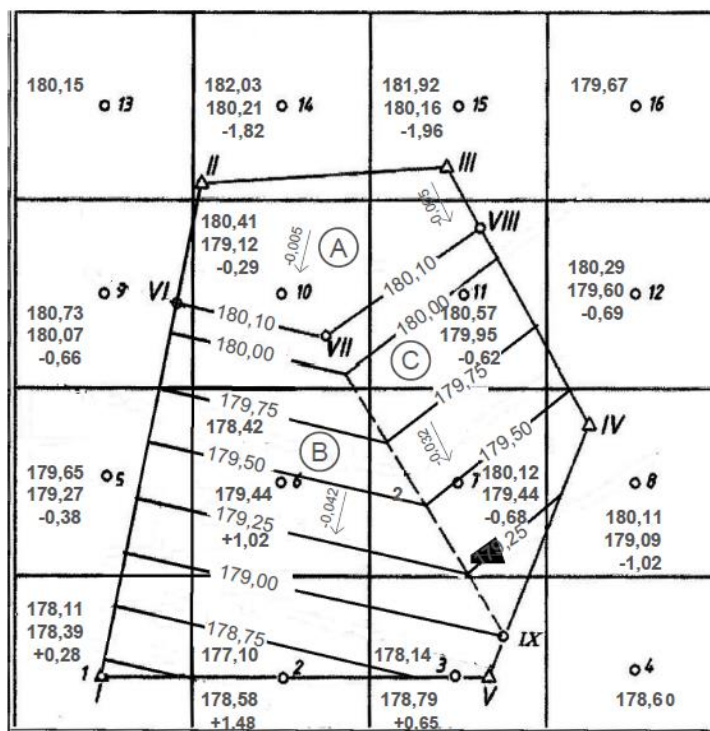


Рис. 2.6 – Оптимальный план вертикальной планировки при: :
 $Z_{VI-VII-VIII}^o = 180,10$ м, $i_A^o = -0,005$, $i_B^o = -0,042$, $i_C^o = -0,032$ (табл. 2.2)
 (уменьшенная копия с масштаба 1:500)

2.4.4 Подсчет объемов земляных работ при топографической форме проектной поверхности в секторах и корректировки предварительных объемов изменением высотного положения проектных поверхностей

2.4.4.1 Постановка задачи

Местными органами государственной власти выделен участок (земельный отвод) под строительство промышленного объекта. Контур участка задан координатами угловых точек I-II-III-IV-V, вынесен из закреплен на местности. Произведена нивелировка участка по координатной сетке (со стороной $a=20$ м) и составлен план, представленный на рис. 2.7.

Необходимо посчитать объемы земляных работ при вертикальной планировке земельного отвода с соблюдением следующих условий:

- объёмы срезки и насыпи грунта должны быть равными между собой;
- сектор А должен быть горизонтальным с уклоном $-0,005$ для нормального стока атмосферных вод;
- секторы В и С должны иметь общую рельефно спокойную поверхность, обеспечивающую высотную увязку с сектором А на линии VI-VII-VIII и с примыкающей территорией на линии I-V-IV (рис. 2.7).

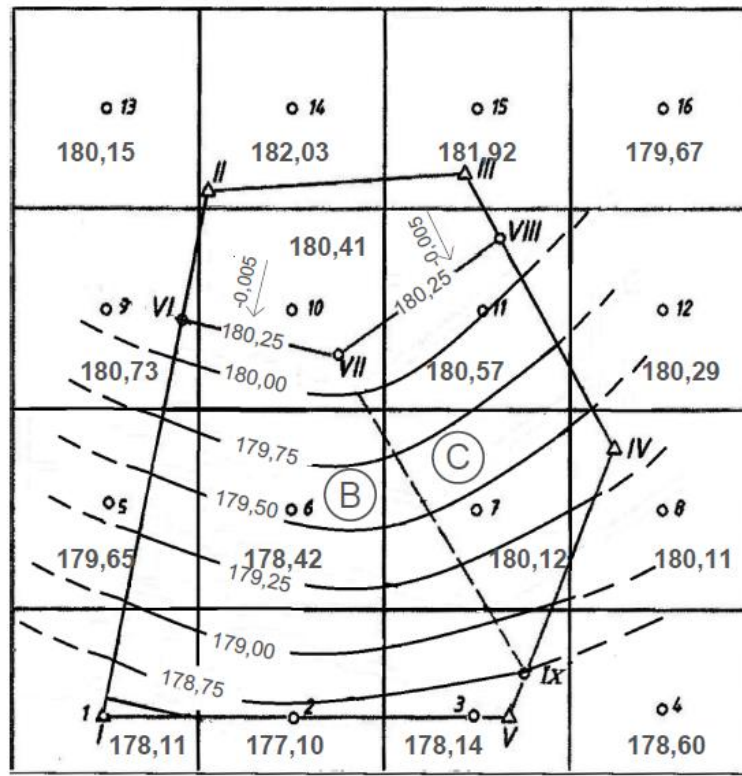


Рис. 2.7 – План земельного твуда с предварительными параметрами проектных поверхностей: $Z_{VI-VII-VIII}^n = 180,25$, $i_A^n = -0,005$, проектными горизонталями поверхности в секторах В и С (уменьшенная копия с масштаба 1:500)

2.4.4.2 Исходный графический материал и выбор предварительных параметров проектных поверхностей

Исходным графическим материалом для расчёта объёмов земляных работ является план земельного отвода в масштабе 1:500 с проставленными параметрами проектных поверхностей в секторах (рис. 2.7). План вычерчивается по координатам угловых точек методика на квадраты изложена 2.4.2.2. Выбор предварительных параметров производится с учетом факторов, приведенных в 2.4.1.

Здесь исходным проектным параметрам является высотный уровень сектора А, определяемый предварительной отметкой $Z_{VI-VII-VIII}^n$ на линии VI-VII-VIII.

Пусть, в результате анализа имеющейся документации и рекогносцировки местности, решено предварительную отметку на линии VI-VII-VIII (линии сопряжения секторов) принять равной $Z_{VI-VII-VIII}^n = 180,25$.

Вторым проектным элементом является топографическая форма проектной поверхности в секторах В и С. В соответствии с 2.4.4.1 и принятой $Z_{VI-VII-VIII}^n$ она должна: на линии VI-VII-VIII располагаться на отметке 180,25 м; на линии I-V-VI — на отметках, близких к фактическим отметкам земной

поверхности; в промежутке между названными линиями - иметь спокойную топографическую форму с плавным изменением уклонов. Пусть здесь такая поверхность представлена проектными горизонталями на рис. 2.7.

Третьим параметром является уклон проектной поверхности в секторе А. Согласно 2.4.4.1 он равен -0,005.

2.4.4.3 Последовательность подсчета объемов земляных работ

Основными параметрами, влияющими на объемы земляных работ являются суммы весовых значений рабочих отметок в точках нивелирования земной поверхности по квадратной сетке: $\Sigma(-R_{\text{в}}), \Sigma(+R_{\text{в}}) = 2,35$. Вычисление их следует вести в табл. 2.3:

1. Заполняют в графе 1, 2, 3. Заполнение их аналогично заполнению граф 1, 2, 6 в таблице 2.1 (см. 2.4.2.3) и не требует дополнительных пояснений. Веса P рабочих отметок вычисляется по формуле 2.9. Внизу таблицы вычислить указанные в табл. 2.3 суммы P и невязку f_P . Распределить невязку на $2 \div 3$ веса неполных квадратов (см. 2.4.2.3).

Таблица 2.3 – Расчет сумм весовых значений рабочих отметок $\Sigma(-R_{\text{в}}), \Sigma(+R_{\text{в}})$ при топографической форме проектной поверхности в секторах **В** и **С**. Предварительные параметры проектных поверхностей $Z_{\text{VI-VII-VIII}}^{\text{п}} = 180,25, i_{\text{А}}^{\text{п}} = -0,005$; оптимальные - $Z_{\text{VI-VII-VIII}}^{\text{о}} = 180,20, i_{\text{А}}^{\text{о}} = -0,005$ (рис.2.7, 2.9)

При предварительных параметрах						При оптимальных параметрах		
Номер точки нивелирования	Фактическая отметка земной поверхности $Z_{\text{ф}}, \text{м}$	Проектная отметка земной поверхности $Z_{\text{п}}^{\text{п}}, \text{м}$	Рабочая отметка $R^{\text{п}}, \text{м}$	Вес рабочей отметки $P, \text{м}$	Весовое значение рабочей отметки $R_{\text{в}}^{\text{п}} = R \times P, \text{м}$	Проектная отметка земной поверхности $Z_{\text{п}}^{\text{о}}, \text{м}$	Рабочая отметка $R^{\text{о}}, \text{м}$	Весовое значение рабочей отметки $R_{\text{в}}^{\text{о}}, \text{м}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	178,11	178,1	-0,01	0,22	±0,00	178,05	-0,06	-0,02
2	177,10	178,25	+0,15	0,50	+0,58	178,20	+1,10	+0,55
3	178,14	178,18	+0,04	0,44	+0,02	178,13	-1,01	±0,00
5	179,65	179,57	-0,08	0,30	-0,02	179,52	-0,13	-0,03
6	178,42	179,73	+1,31	1,00	+1,31	179,68	+1,26	+1,26
7	180,12	179,50	-0,62	0,99	-0,61	179,45	-0,67	-0,66
8	180,11	178,81	-1,3	0,11	-0,14	178,76	-1,35	-0,15
9	180,73	180,24	-0,49	-0,01	-0,03	180,19	-0,54	-0,03
10	180,41	180,27	-0,14	0,99	-0,14	180,22	-0,19	-0,18
11	180,57	180,09	-0,48	0,82	-0,39	180,04	-0,53	-0,43

Продолжение табл. 2.3

12	180,29	179,69	-0,60	-0,01	-0,01	179,64	-0,65	-0,01
14	182,03	180,36	-1,67	0,07	-0,12	180,31	-1,72	-0,12
15	181,92	180,31	-1,61	0,06	-0,1	180,26	-1,66	-0,17
$\sum(P_{-R}) = 3,65$ $\sum(P_{+R}) = 1,94$ $\sum P = 5,59$ $\sum P ^T = 5,57$ $f_P = +0,02$			$\sum(-R_B^n) = 1,56$ $\sum(+R_B^n) = 1,91$ $V_{cp}^n = 718\text{м}^3$ $V_{нас}^n = 849\text{м}^3$			$\sum(-R_B^o) = 1,79$ $\sum(+R_B^o) = 1,81$ $V_{cp}^o = 823\text{м}^3$ $V_{нас}^o = 804\text{м}^3$		

2. Вычисляют и заносят в графу 3 предварительные проектные отметки земной поверхности после вертикальной планировки.

Отличительной особенностью рассматриваемого здесь варианта является то, что проектная поверхность в секторах В и С имеет топографическую форму, заданную горизонталями (рис. 2.7). Вследствие этого предварительные проектные отметки земной поверхности определяются по проектным горизонталям названной поверхности. Методика определения представлена на рис. 2.8, на примере точки 5. Для любой точки секторов В и С:

$$\Delta Z = \frac{d \cdot h}{D}, \text{ м} \quad (2.23)$$

$$Z_{пр}^n = Z_m + \Delta Z, \text{ м} \quad (2.24)$$

где ΔZ — превышение рассматриваемой точки над соседней (меньшей по значению) горизонталью;

d, D — измеренные по плану (рис. 2.8) расстояния (мм) от меньшей по значению горизонтали до точки и между горизонталями, внутри которых расположена точка;

h — сечение горизонталей (разность отметок соседних горизонталей);

$Z_{пр}^n, Z_m$ — проектные высотные отметки точки и меньшей по значению горизонтали.

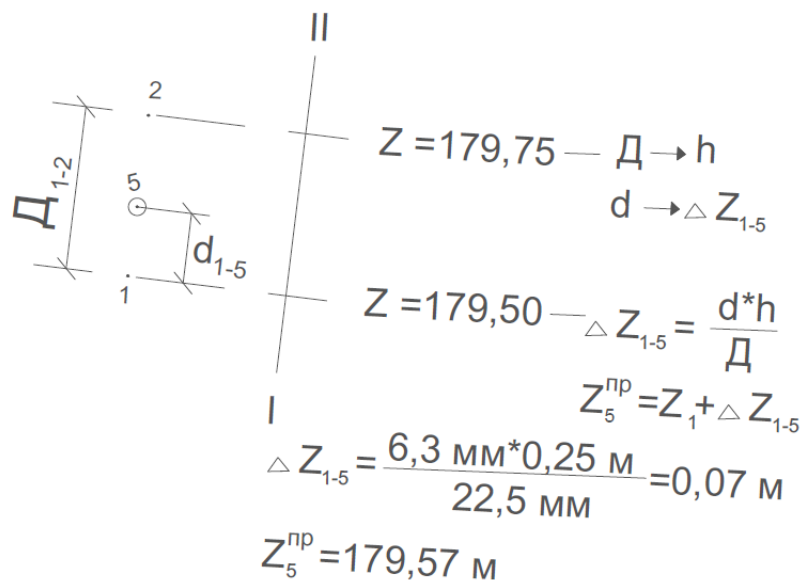


Рис. 2.8 – К определению высотных отметок проектной поверхности интерполяцией между соседними проектными горизонталями (на примере точки 5 рис. 2.7)

Для точек сектора А проектные отметки вычисляют по формулам 2.7, 2.8, поскольку здесь имеет место горизонтальная площадка с проектным уклоном -0,005.

3. По формуле 2.1 вычисляют и заносят в графу 4 предварительные рабочие отметки. По формуле 2.3 вычислить и занести в графу 6 весовые значения предварительных рабочих отметок. Вычислить и проставить внизу таблицы суммы : $\Sigma(-R_{\text{в}}^n)$, $\Sigma(+R_{\text{в}}^n)$.

4. Рассчитывают: объемы земляных работ $V_{\text{ср}}^n, V_{\text{нас}}^n$ при предварительных параметрах проектных поверхностей; Δh поправку к предварительной отметке $Z_{\text{VI-VII-VIII}}^n$; оптимальные объемы исправленной (оптимальной) отметке $Z_{\text{VI-VII-VIII}}^o$. Методика расчётов приведена в 2.4.2.3 (пункты 7÷10).

5. Составляют в масштабе 1:500 оптимальный план вертикальной планировки (рис. 2.9).

На плане: проставляют фактические, проектные (оптимальные) и рабочие отметки в точках нивелирования по сетке; вычерчивают по оптимальным отметкам горизонтали проектной поверхности в секторах В, С; наносят значение оптимальной отметки $Z_{\text{VI-VII-VIII}}^o$ и уклоны в секторе А; внизу проставляют оптимальные объемы земляных работ $V_{\text{ср}}^o, V_{\text{нас}}^o$.

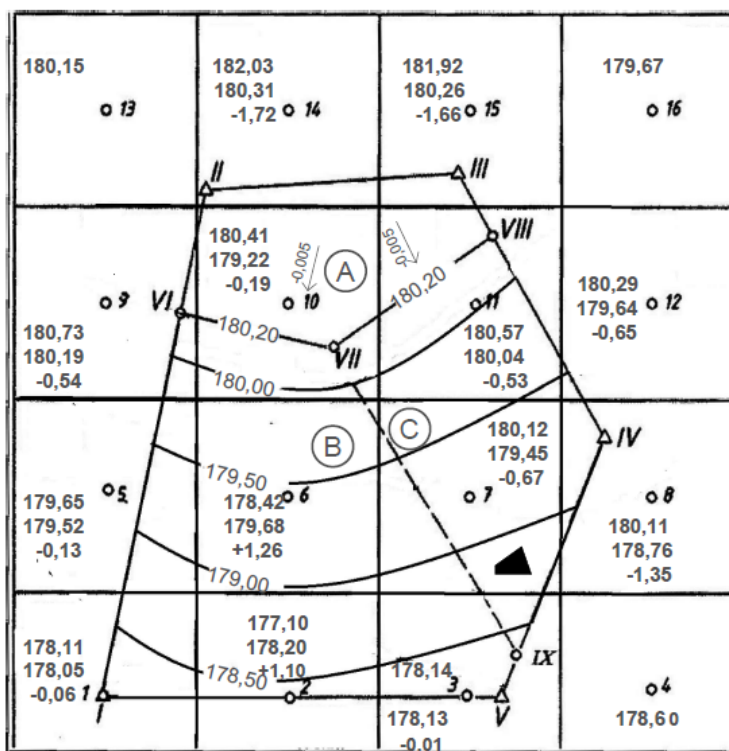


Рис. 2.9 – Оптимальный план вертикальной планировки при:
 $Z_{VI-VII-VIII}^o = 180,20$, $i_A^o = -0,005$, топографической форме проектной поверхности
 в секторах В и С (уменьшенная копия с масштаба 1:500)

6. При производстве земляных работ по вертикальной планировке выполняют маркшейдерские работы, приведённые в параграфе 2.1.

2.5 Лабораторная работа № 2.1. Вертикальная планировка участка земной поверхности

2.5.1 Постановка задачи

Местными органами государственной власти выделен земельный участок в контуре А-В-С-Д (рис. 2.10) под промышленную площадку проектируемой к строительству шахты. Проектное положение земельного отвода на местности задано координатами угловых точек.

К настоящему времени произведена нивелировка участка с полосой прилегающей территории по квадратной сетке со стороной $a=20$ м. Кроме того, проанализировав документацию по проектной застройке земельного отвода и рельефную ситуацию территории, решили разделить участок для вертикальной планировки на два сектора. Сектор А (контур Е-Ф-С-Д) должен представлять собой горизонтальную площадку с уклоном $i=-0,005$ к линии Е-Ф (для стока атмосферных вод). Сектор В (контур А-В-Ф-Е) должен представлять наклонную плоскость с постоянным углом наклона для $N=01 \div 20$ и спокойно топографическую поверхность, заданную проектными горизонталями для

$N=21\div 30$). Значение коэффициента N выдается преподавателем индивидуально каждому студенту.

Необходимо: произвести вертикальную планировку участка земельного отвода так, чтобы объем срезки и насыпи грунта были равны между собой; определить оптимальные параметры проектных поверхностей; подсчитать оптимальные объемы земляных работ.

Корректировку предварительных объемов срезки и насыпи грунта произвести:

— изменениям высотного положения проектных поверхностей для коэффициентов $N=01\div 10$ и $N=21\div 30$;

— изменением уклона плоской поверхности в секторе В для $N=11\div 20$.

2.5.2 Исходные данные для выполнения лабораторной работы по выданному преподавателю коэффициенту N

1. Схема земельного отвода с нумерацией и расположением точек нивелирования земной поверхности (рис. 2.10).

2. Координаты угловых точек земельного отвода и положение линии Е-Ф разделения отвода на секторы А и В (табл. 2.6).

3. Фактические отметки точек нивелирования (табл. 2.4).

4. Дополнительные исходные данные (табл. 2.5).

Примечание. Рассчитанные по коэффициенту N параметры округлить:

— координаты и линейные размеры до второго знака после запятой;

— уклоны до третьего знака после запятой.

Таблица 2.4 – Определение фактических отметок земной поверхности в точках нивелирования по коэффициенту N (условному номеру варианта), выданного преподавателем

Точки нивелирования	Базовое значение отметки			Точки нивелирования	Базовое значение отметки			Точки нивелирования	Базовое значение отметки			Точки нивелирования	Базовое значение отметки		
	$Z_{Б}^K, \text{ м}$	$\Delta, \text{ м}$	$Z_{Ф}^K, \text{ м}$		$Z_{Б}^K, \text{ м}$	$\Delta, \text{ м}$	$Z_{Ф}^K, \text{ м}$		$Z_{Б}^K, \text{ м}$	$\Delta, \text{ м}$	$Z_{Ф}^K, \text{ м}$		$Z_{Б}^K, \text{ м}$	$\Delta, \text{ м}$	$Z_{Ф}^K, \text{ м}$
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
00	126,13			20	125,90			40	125,44			60	124,54		
01	126,60			21	126,28			41	125,74			61	125,19		
02	127,11			22	126,93			42	126,05			62	125,53		
03	127,62			23	127,48			43	126,54			63	125,81		
04	128,28			24	127,92			44	127,07			64	126,20		

Продолжение табл. 2.4

05	128,86			25	128,43			45	127,59			65	126,59		
06	129,38			26	129,35			46	128,29			66	127,24		
07	131,07			27	130,20			47	129,20			67	128,97		
08	131,99			28	131,06			48	130,00			68	129,81		
09	132,91			29	131,87			49	130,82			69	129,32		
10	126,01			30	125,60			50	124,70			Поправка к базовой отметке $\Delta = 0,001 \cdot N \cdot K$, м. Высотная отметка по коэффициенту N $Z_{\Phi}^K = Z_B^K + \Delta$ где N - коэффициент (условный номер варианта, выдаваемый преподавателем в пределах 01-30 (можно до одного знака после запятой); K - номер точки нивелирования; Z_{Φ}^K, Z_B^K - фактическое и базовое значение отметки в точке K.			
11	126,55			31	126,06			51	125,46						
12	127,05			32	126,36			52	125,91						
13	127,68			33	126,83			53	126,26						
14	128,31			34	127,37			54	126,71						
15	128,93			35	127,72			55	127,30						
16	129,86			36	128,45			56	127,89						
17	130,60			37	129,16			57	128,54						
18	131,42			38	129,83			58	129,26						
19	132,29			39	131,54			59	129,93						
Примечание. В графу 3 поправку Δ (в метрах) заносят с округлением до второго знака после запятой, т.е. до сантиметров. Например: при N=30, для точки 50 $\Delta = 0,001 \cdot 30 \cdot 50 = 1,50$ м.															

Таблица 2.5 – Исходные данные для выполнения лабораторной работы по выданному преподавателем коэффициенту N (условному номеру варианта) в пределах 01÷30

NN п/п	Наименование	Содержание
1	2	3
1	Схема земельного отвода, точек нивелирования земной поверхности по квадратной сетке со стороной а=20м	Рис. 2.10
2	Координаты земельного отвода и положение линии E-F	Табл. 2.6

Продолжение табл. 2.5

3	Фактические высотные отметки Z_{ϕ} земной поверхности в точках нивелирования	Табл. 2.4
4	Форма и высотное положение проектной поверхности в секторе А (контур EFCD) после вертикальной планировки	Горизонтальная площадка с уклоном $i=-0,005$ К линии EF для стока атмосферных вод и предварительной Z_{EF}^n отметкой на линии EF. Значение предварительной отметки студент определяет самостоятельно с учетом фактических отметок в секторе А и на их прилегающей территории. За предварительную отметку Z_{EF}^n может быть принято среднее значение фактических отметок Z_{ϕ} в точках нивелирования, расположенных внутри сектора А. $Z_{EF}^n = \dots$
5	Форма и высотное положение проектной поверхности в секторе В (контур ABFE), для $N=01 \div 20$	Плоская поверхность с постоянным уклоном. Высотное положение определяется отметкой Z_{EF}^n (пункт 5) и проектным уклоном в секторе В. Предварительное значение i_B^n определяет студент самостоятельно с учетом Z_{EF}^n (пункт 4) и среднего значения фактических отметок линии АВ. $i_B^n = \dots$
6	Форма и высотное положение проектной поверхности в секторе В (контур ABFE), для $N=21 \div 30$	Топографическая поверхность, заданная проектными горизонталями (с сечением 0,25 м или 0,50 м). Проектные горизонталы студент вычерчивает самостоятельно на плане так: - что бы на линии EF отметка проектной поверхности была равна Z_{EF}^n (пункт 5), а на линии АВ - близкой к фактическим отметкам Z_{ϕ} на этой линии; - что бы изменение уклонов от $i_A = -0,005$ в секторе А до линии АВ носило плавный спокойных характер (пример см. на рис. 2.7).
Примечание: уклоны округлить до третьего знака после запятой, остальные параметры - до второго знака после запятой.		

Таблица 2.6 - Координаты угловых точек земельного отвода и разделение его на секторы А и В (для лабораторной работы 2.1)

Точки	А	В	С	Д
Координаты				
Для N=01÷10				
X	2030,00	2127,00	2108,00	2025,00
Y	1423,00	1405+2n	1505+2n	1559,00
Для N=11÷20				
X	2030,00	2127,00	2108,00	2025,00
Y	1423,00	1425+2n	1525+2n	1559,00
Для N=21÷30				
X	2030,00	2127,00	2108,00	2025,00

Продолжение табл. 2.6

Y	1423,00	1445+2n	1545+2n	1559,00
Положение линии EF разделения земельного отвода на секторы A и B: $ED=(85-2n)m=$ $FC=(30+2n)m=$ где n - вторая цифра коэффициента N. Если вторая цифра равна нулю, то принимают n=10.				

2.5.3 Последовательность выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа выполняется в соответствии с выданным преподавателем коэффициентом N (условным номером варианта) в пределах значений 01÷30. Коэффициент N может выдаваться до одного знака после запятой.

Подсчет объемов земляных работ по вертикальной планировке участка произвести по условиям и методике изложенным:

- для N=01÷10 в параграфе 2.4.2;
- для N=11÷20 в параграфе 2.4.3;
- для N=21÷30 в параграфе 2.4.4.

Процесс выполнения лабораторной работы условно делится на два этапа.

На первом этапе производят:

- подготовку графического и числового материала для аналитических расчетов;
- предварительное определение параметров проектных поверхностей в секторах после вертикальной планировки;
- подсчет объемов срезки и насыпи грунта при предварительно принятых параметрах проектных поверхностей.

На втором этапе производят:

- определение поправок в предварительные параметры проектных поверхностей, при введении которых объем срезки равен объему насыпи грунта;
- подсчет оптимальных объемов земляных работ по оптимальным (исправленным) параметрам проектных поверхностей;
- составление оптимального плана вертикальной планировки участка.

Выполнение лабораторной работы рекомендуется вести в следующей последовательности:

1. Ознакомиться с содержанием раздела 2 практикума, уделив особое внимание параграфам 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4 и 2.5.1.
2. С учетом выданного преподавателем значения коэффициента N определить исходные данные для выполнения лабораторной работы, т.е. заполнить таблицы 2.4, 2.5, 2.6.

3. Подготовить исходный графический материал для подсчёта объёмов срезки, насыпи грунта по условию задачи (2.5.1) и при предварительно выбранных параметрах проектных поверхностей в секторах А и В.

Здесь вычерчивается в масштабе 1:500 план земельного отвода с нанесением фактических исходных данных и предварительно принятых параметрах проектных поверхностей.

На листе бумаги разбивают и оцифровывают (с учетом координат угловых точек земельного отвода) координатную сетку (масштаба 1: 500).

По координатам наносят угловые точки земельного отвода и вычерчивают контур его. По проектным значениям длин Е-Д и F-С наносят линию Е-F и проставляют обозначения секторов А и В.

В соответствии со схемой (рис. 2.10) наносят и нумеруют точки нивелирования земной поверхности по квадратной сетке со стороной $a=20$ м. Точку 11 совмещают с угловой точкой I, а линию 10-19 со стороной А-Д земельного отвода, поскольку так разбивалась квадратная сетка для увязки точек нивелирования с контуром земельного отвода. Вычерчивают сеть квадратов так, чтобы точки нивелирования располагались в центре их.

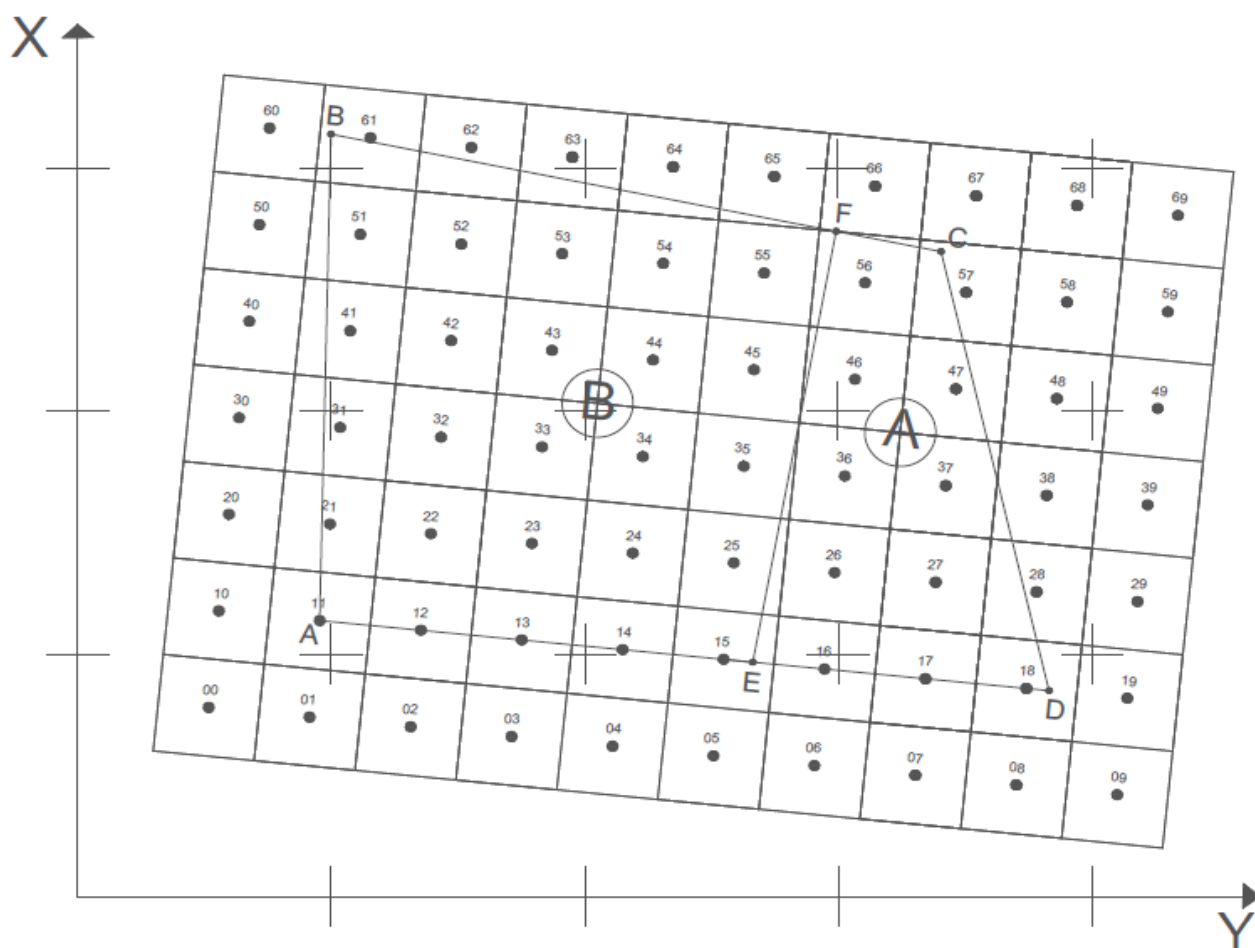


Рис. 2.10 – Схема земельного отвода с точками нивелирования земной поверхности по квадратной сетке со стороной $a=20$ м, сеткой квадратов и секторами А и В (для лабораторной работы № 2.1)

На плане проставляют:

- фактические отметки земной поверхности в точках нивелирования;
- предварительную отметку проектной поверхности Z_{E-F}^n на линии E-F, определяемую с учетом фактического рельефа и проектируемых зданий и сооружений (в лабораторной работе предварительную отметку можно принять средний из фактических отметок в точках сектора A);
- проектный уклон $i=-0,005$ в секторе A (в соответствии с 2.5.1);
- в секторе B проставляют предварительно принятый уклон плоской поверхности при $N=01\div 20$ (см. рис. 2.2) или вычерчивают проектные горизонталы при $N=21\div 30$ (см. рис. 2.7).

При $N=01\div 20$ предварительный уклон i_B^n в секторе B студент определяет с учетом принятой предварительной отметки Z_{E-F}^n на линии E-F и среднего значения фактических отметок земной поверхности на линии A-B.

При $N=21\div 30$ студент вычерчивает проектные горизонталы в секторе B в соответствии с условиями параграфа 2.5.1 с учетом:

- предварительной отметки Z_{E-F}^n на линии E-F и фактических отметок земной поверхности на линии A-B;
- необходимости плавного изменения уклонов поверхности от линии E-F ($i_{E-F}^n = -0,005$) к линии A-B, т.е. плавного изменения заложения проектных горизонталей (см. рис. 2.7).

4. Вычислить суммы весовых значений рабочих отметок $\Sigma(-R_B^n)$, $\Sigma(+R_B^n)$ при предварительных параметрах проектных поверхностей в формулярах:

- таблицы 2.1 при $N=01\div 10$;
- таблицы 2.2 при $N=11\div 20$;
- таблицы 2.3 при $N=21\div 30$.

Методика вычисления изложена соответственно в параграфах 2.4.2.2, 2.4.3.2, 2.4.4.3. Внизу таблицы проставляют параметры, приведенные в указанных таблицах, в том числе объема срезки и насыпи грунта при предварительно принятых параметрах проектных поверхностей $V_{ср}^n, V_{нас}^n$. Последние рассчитывается по формулам 2.5 и 2.6.

5. Вычисляют поправки к предварительно принятым параметрам проектных поверхностей, при введении которых объем срезки равен объему насыпи грунта.

При $N=01\div 10$ и $N=21\div 30$ учитывают поправку Δh к предварительной отметки Z_{E-F}^n на линии E-F, поскольку в 2.5.1 предусмотрена корректировка предварительных объемов земляных работ изменением высотного уровня проектных поверхностей.

При $N=11\div 20$ рассчитывать поправку Δi к предварительно принятой плоской поверхности в секторе B, поскольку корректировка предварительных объемов земляных работ должна производиться за счет изменения предварительного уклона проектной поверхности в секторе B (см. 2.5.1).

Методика расчета поправки Δh приведена в 2.4.2.3 (формулы 2.13, 2.14, 2.11).

Методика расчета поправки Δi приведена в 2.4.3.2 (формулы 2.21 2.22).

6. Выводят полученные значения поправок в предварительные параметры проектных поверхностей и в графах таблицы подсчитывают оптимальные значения сумм $\Sigma(-R_{\Sigma}^0)$, $\Sigma(+R_{\Sigma}^0)$:

- в графах 10, 11, 12 табл. 2.1 при $N=01\div 10$;
- в графах 10, 11, 12, 13, 14, 15 табл. 2.23 $N=11\div 20$;
- в графах 7, 8, 9 табл. 2.3 при $N=21\div 30$.

Методика подсчёта сумм приведена соответственно в параграфах 2.4.2, 2.4.3, 2.4.4.

7. Рассчитывают по формулам 2.5, 2.6 оптимальный объем срезки и насыпи грунта. Небольшая разность объемов обусловлена округлением расчётов до второго знака после запятой и не является оценка точности определения объемов вертикальной планировки. На последнюю влияют другие факторы.

8. Вычерчивают в масштабе 1:500 оптимальный план вертикальной планировки (примеры см. на рис. 2.5 для $N=01\div 10$, на рис. 2.6 для $N=11\div 20$, на рис. 2.9 для $N=21\div 30$).

9. Составляют отчет по лабораторной работе.

Отчет должен содержать:

- титульный лист с наименованием лабораторной работы;
- постановку задачи;
- исходные данные с числовым материалом для коэффициента N (выданного преподавателем в пределах 01-30), т.е. заполнение табл. 2.4, 2.5, 2.6;
- план земельного отвода масштаба 1:500 с предварительными параметрами проектных поверхностей (см. рис. 2.2 и рис. 2.7);
- таблицу расчётов сумм $\Sigma(-R_{\Sigma})$, $\Sigma(+R_{\Sigma})$ по выданному преподавателям коэффициенту N (примеры оформления см. в табл. 2.1, 2.2, 2.3);
- оптимальный план вертикальной планировки в масштабе 1:500 (пример см. на рис. 2.5, 2.6, 2.9);
- краткое текстовое изложение методики выполнения лабораторной работы с приведением формул, обозначений их конкретными расчётами.

3 ОДНОКАНАТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ УСТАНОВКИ ШАХТ И МАРКШЕЙДЕРСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА СООТНОШЕНИЕМ ИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

3.1 Краткая характеристика основных элементов подъемной установки

Подъемные установки являются важнейшим элементом горнодобывающего предприятия. От надежности работы их во многом зависит безопасность спуска – подъема людей и технико-экономические показатели предприятия.

По назначению подъемные установки вертикальных стволов подразделяются на виды:

- главные, предназначенные для подъема полезного ископаемого;
- вспомогательные, предназначенные для спуска-подъема людей, материалов, оборудования, выдачи породы;
- грузоподъемные, предназначенные для выполнения операций, указанных в двух предыдущих видах.

По типу подъемных сосудов установки делят на клетьевые и скиповые.

Основными узлами любой подъемной установки являются (рис.3.1):

- подъемная машина с органами навивки канатов;
- подъемные канаты;
- подъемные сосуды;
- копер с направляющими (копровыми) шкивами;
- армировка ствола (рис. 3.5).

ПОДЪЕМНАЯ МАШИНА представляет собой силовой агрегат большой мощности, основными элементами которого являются: электродвигатель с редуктором и органы навивки канатов (барабаны). Органы навивки бывают двухбарабанными, биконическоцилиндрическими и однобарабанными (рис.3.2).

Двухбарабанный орган навивки канатов позволяет производить подъем груза с нескольких горизонтов и по сравнению с однобарабанным имеет большую канатоемкость. Один барабан наглухо скреплен с валом машины, а второй является переставным и жестко скрепленным с коренным валом в требуемом положении. Это позволяет регулировать длины канатов с тем, чтобы при положении одного подъемного сосуда в точке загрузки в шахте, второй находился в точке разгрузки на поверхности. Некоторым недостатком двухбарабанных машин является то, что при расположении шкивов в одной вертикальной плоскости (рис 3.2, г) не всегда может быть обеспечен требуемый угол девиации канатов.

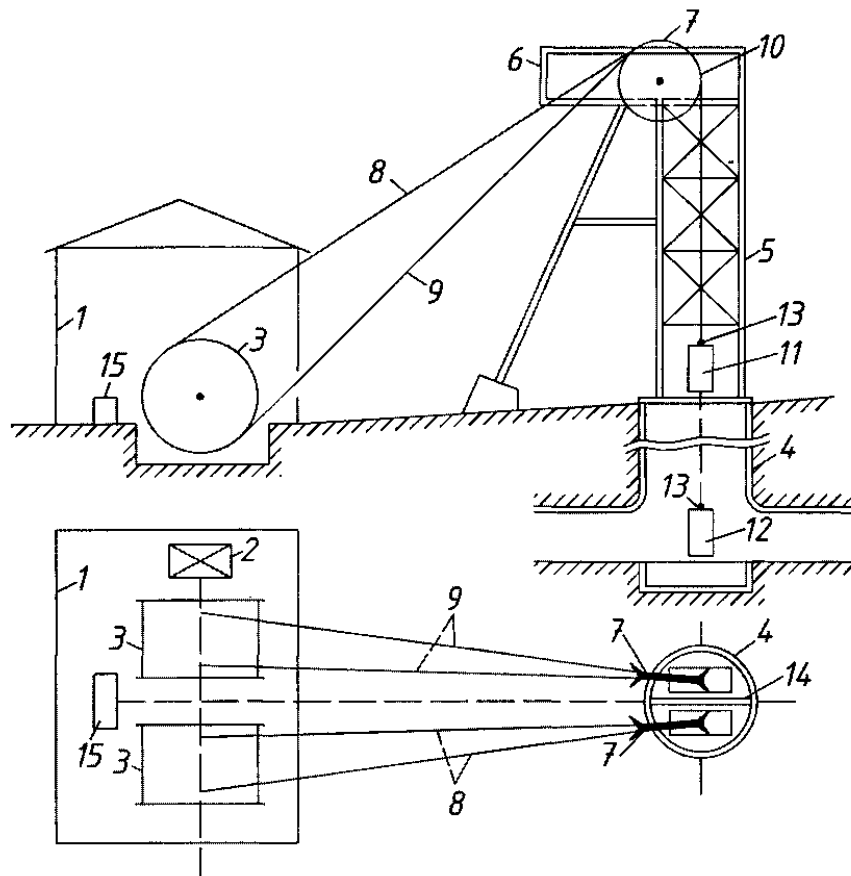


Рис. 3.1 – Общая схема подъемной установки

- 1-здание подъемной машины;
- 2-двигатель подъемной машины;
- 3-органы навивки подъемной машины (барабаны);
- 4-ствол;
- 5-копер;
- 6-подшивная площадка копра;
- 7-направляющие (копровые) шкивы;
- 8,9-правый и левый подъемные канаты;
- 10-точки схода со шкивов «падающих» в ствол канатов;
- 11,12-подъемные сосуды при положении на гор. $\pm 0,00$ и в околоствольном дворе;
- 13- точки подвеса сосудов;
- 14- армировка ствола;
- 15-пульт управления подъемной машиной.

Бицилиндроконические органы навивки применяют в подъемных машинах глубоких шахт, наличие цилиндрических частей малого и большого диаметра улучшает динамику набора скорости при подъеме груза. Для регулирования длины канатов бицилиндроконические барабаны изготавливают

разрезными: одна часть наглухо скреплена с валом машины, вторая жестко скрепляется с ним в нужном положении.

Однобарабанный цилиндрический орган навивки придает подъемной машине компактность, сокращает размеры машинного зала. Барабаны могут быть разрезными и цельными. Последние имеют место на установках с одним подъемным сосудом и противовесом (контргрузом). Противовес, занимая небольшую площадь в сечении ствола, обеспечивает уравнивание подъемного сосуда.

На однобарабанных и бицилиндрических подъемах применяется однослойная навивка канатов с укладкой канатов в специальные желоба (полуокружности по диаметру каната) на поверхности барабана. Зазор между соседними витками составляет 3-5 мм. На двухбарабанных машинах может применяться как однослойная, так и двухслойная навивка канатов. Последняя увеличивает канатоемкость, но приводит к усиленному износу канатов из-за трения витков между собой. Вследствие этого двухслойная навивка имеет место, в основном, лишь на стволах с малой интенсивностью работы.

Промышленностью выпускались и выпускаются подъемные машины широкого диапазона типоразмеров: однобарабанные с цилиндрическими барабанами диаметрами 2000-6000 мм и шириной барабанов 1500-3000 мм; двухбарабанные с барабанами диаметром 2000-6000 мм и шириной 1000-2400 мм; бицилиндроконические с малыми цилиндрами диаметров 4000, 5000 мм при ширине 840 мм, большим цилиндром диаметров 8000, 9000 мм при ширине 2000, 2500 мм и конической частью шириной 1000 мм. Тип машины для конкретной шахты связан с необходимой канатоемкостью барабанов (глубиной подъема, диаметром подъемных канатов и концевой нагрузкой).

При любом типе подъемной машины различают левый и правый канаты (при взгляде с пульта управления). Для краткости дальнейшего изложения условимся обозначениями и параметрами, связанными с левым и правым канатами, обозначать соответственно индексами «Л» и «П» над обозначениями, например, $K^Л$, $K^П$.

На органах навивки канатов различают следующие зоны (рис 3.2):

1. **Зоны нерабочих витков** каната $ЗНВ^Л$, $ЗНВ^П$. Это зоны витков, в которых отсутствует свивка, навивка канатов при работе подъема на полную высоту. Ширина зоны ограничивается наружной ребордой барабана (у которой закреплен конец каната) и осью крайнего витка каната при положении сосуда в нижней точке загрузки в шахте. Ширина зоны не может быть меньше участка заполненного витками трения и запасными витками. Первые предназначены для надежного закрепления каната на барабанах, вторые для компенсации длины рабочей части каната, после очередной отправки куска каната на испытания. Суммарное количество витков трения и запасных около 5-ти.

2. **Зона рабочих витков (ЗРВ)** – это часть барабана на которой происходит свивка и навивка канатов при работе подъема на полную высоту. Границами зоны являются: положение осей крайних витков при положении

подъемного сосуда в крайней нижней точке загрузки в шахте и при положении того же сосуда в точке разгрузки (на гор.±0.00).

В однобарабанных цилиндрических и бицилиндрических машинах зона ЗРВ левого и правого канатов, как правило, в значительной степени перекрывают друг друга.

В случае двухслойной навивки канатов на двухбарабанных машинах ЗРВ следует определять для первого и для второго слоя. К учету, для определения углов девиации принимают большую из них.

3. **Свободная зона (СЗ)** – это часть барабана, на которой отсутствуют витки каната при работе подъема на полную высоту. **СЗ** – имеют место только на двухбарабанных машинах, когда фактическая канатоемкость барабана больше требуемой.

ШАХТНЫЕ ПОДЪЕМНЫЕ КАНАТЫ изготавливают из высококачественных стальных проволок с пределом прочности 1,57 – 1,86 ГПа. Канат в сечении, состоит из органического сердечника (пенька, манила), прядей и проволок в прядях (рис.3.3). Свивка проволок в прядях и прядей в канате производится по специальным технологиям и схемам.

Диаметр подъемного каната зависит от веса груженого сосуда и полной высоты подъема. В свою очередь диаметры барабанов и направляющих шкивов должны быть не менее допустимых по диаметру канатов. На шахтных подъемах применяют канаты диаметром от 25 до 63 мм.

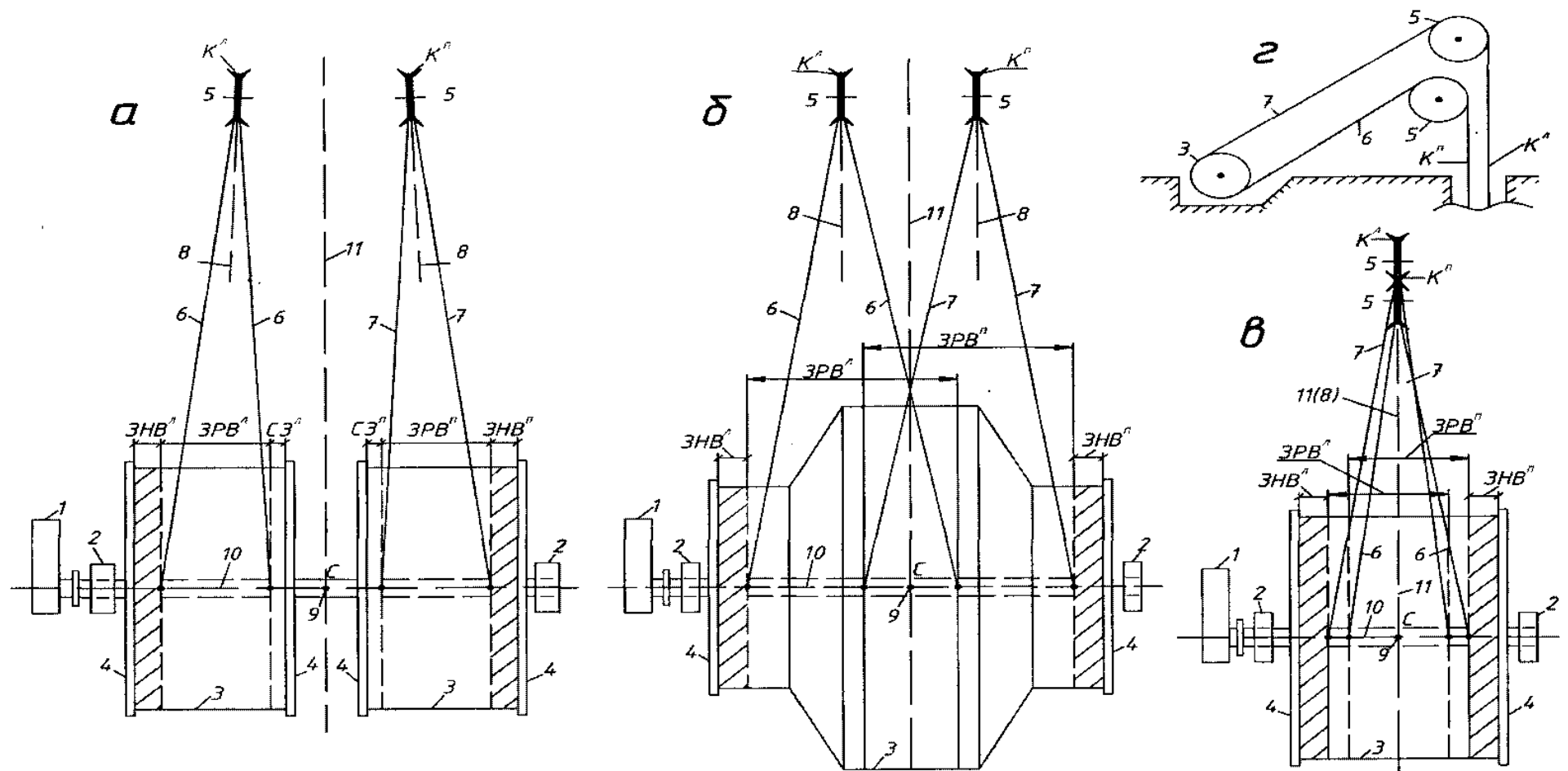


Рис. 3.2 – Схемы подъемных машин

а - с двумя барабанами; б - с бицилиндроконическим барабаном; в - с одним цилиндрическим барабаном и расположением шкивов в одной вертикальной плоскости;

1-электродвигатель с редуктором; 2-подшипник коренного вала; 3-подъемные барабаны; 4-реборды барабанов; 5-оси вращения шкивов; 6,7-левые и правые канаты; 8-плоскость симметрии шкива; 9-центр барабанов или барабана; 10,11-оси машины; ЗНВ, ЗРВ, СВ-зоны: нерабочих витков каната, рабочих витков каната, свободные от витков каната.

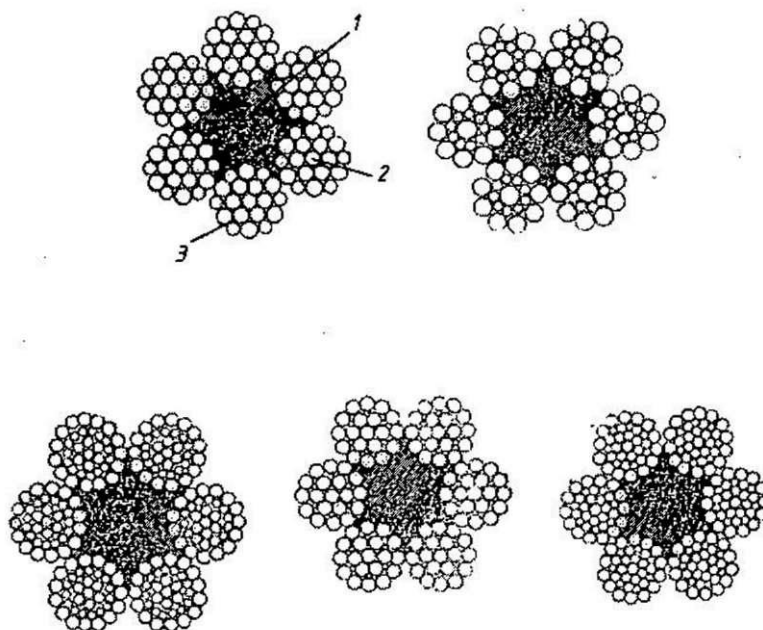


Рис. 3.3 – Виды сечений подъемных канатов
 1-органический сердечник каната (из пеньки или манила);
 2-пряди каната;
 3-проволоки в прядях

ПОДЪЕМНЫЕ СОСУДЫ (рис 3.4) представлены клетями и скипами. Клетки используются для: спуска-подъема людей, оборудования, материалов, выдачи в вагонетках породы. Они могут быть опрокидными, одно или двухэтажными, а так же опрокидными одноэтажными с разгрузкой породы в расположенный в копре приемный люк бункера. Размеры клетки зависят от вида их и типа вагонеток. Изготавливаются в широком ассортименте: опрокидные высотой 3000 – 7900 мм, длиной 1550 – 4000 мм, шириной 960 – 1470 мм; опрокидные высотой 6240 – 7750 мм, длиной 2550 – 4000 мм, шириной 1420 – 1936 мм.

Скипы предназначены для выдачи из шахты полезного ископаемого или породы. Их называют угольными или породными. Вместимость скипов от 2-х до 20 м³. По способу разгрузки они могут быть опрокидными или с данной разгрузкой. Размеры скипов зависят от вместимости и способа разгрузки. Изготавливаются высотой 3300 – 6000 мм с размерами в плане от 1350*1700 мм до 1770*2230 мм.

КОПРЫ (рис 3.5) представляют собой массивные металлические (реже бетонные) сооружения, предназначенные для размещения направляющих (копровых) шкивов, проводников, люков приемных бункеров и другого оборудования. При опрокидных сосудах в копре размещаются также разгрузочные кривые.

Высота копра зависит от типа и размеров подъемных сосудов, расположения направляющих шкивов и некоторых других факторов. Имеют место высоты копров в пределах: 13,0 – 29,0 м – на подъемах с одноэтажными опрокидными клетями; 28,0 – 41,0 м – на подъемах с опрокидными клетями; 28,0 – 41,0 м – на скиповых подъемах.

НАПРАВЛЯЮЩИЕ ШКИВЫ (рис 3.5, г) устанавливаются на копре и предназначены для вертикального направления канатов в точку подвеса подъемного сосуда.

Пара шкивов одной подъемной машины может располагаться на одном уровне по разную сторону от оси машины (рис 3.2, а, б) или на разных горизонтах на оси подъемной машины (рис 3.2, г). Последнее чаще имеет место на машинах с одним цилиндрическим барабаном.

Изготавливаются шкивы с диаметрами: D по ободу укладки каната от 1240 мм до 5940 мм, с диаметрами D_1 по наружным граням реборд от 1320 мм до 6356 мм.

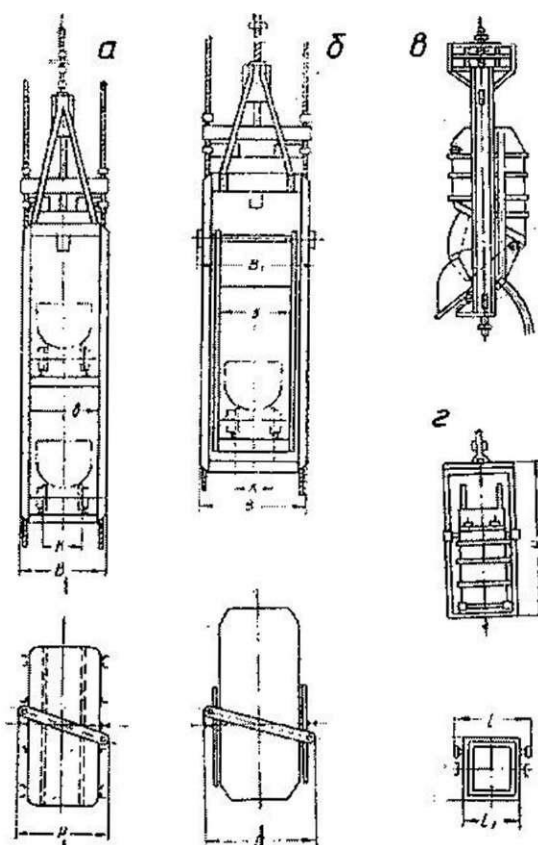


Рис. 3.4 – Общий вид подъемных сосудов

- а – двухэтажная клеть;
- б – опрокидная клеть;
- в – скип с данной разгрузкой (с секторным затвором);
- г – опрокидной скип.

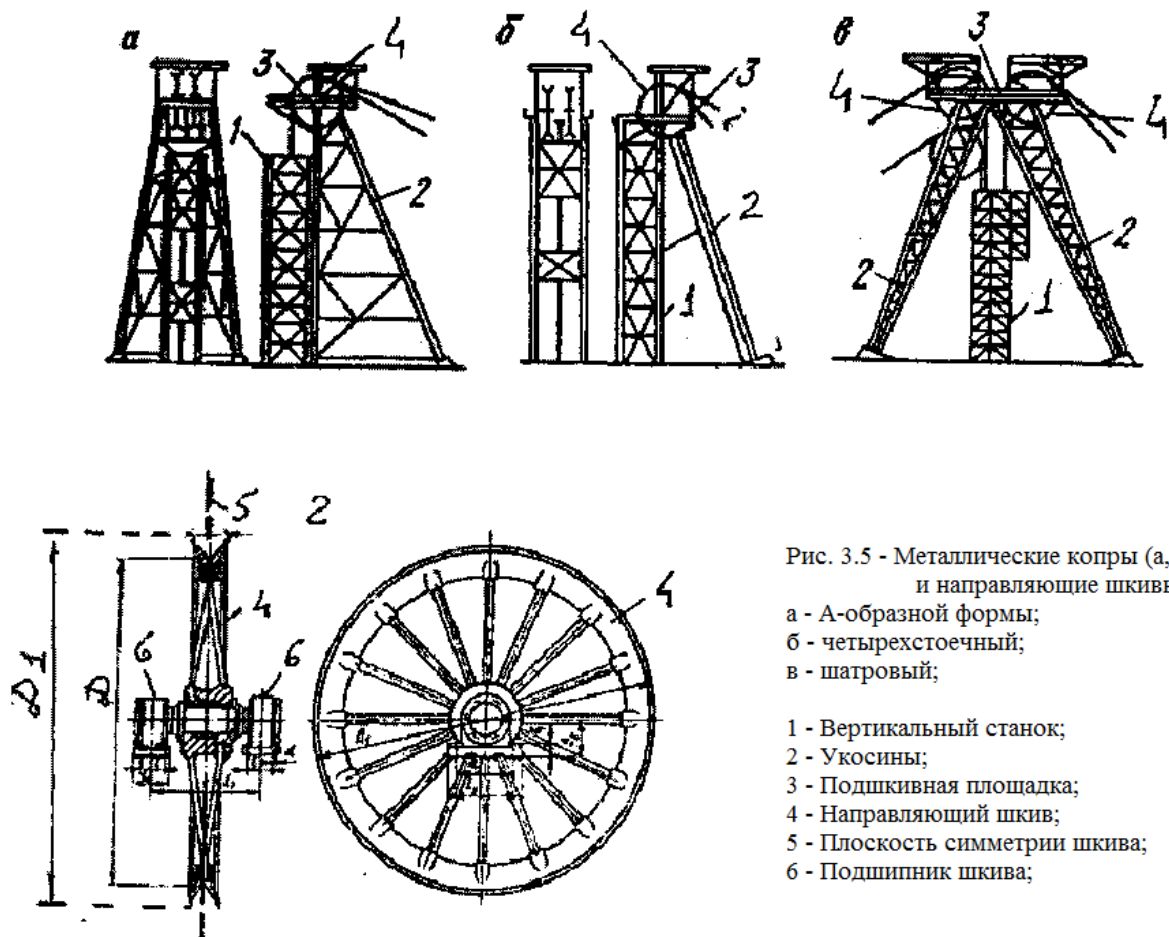


Рис. 3.5 - Металлические копры (а, б, в) и направляющие шкивы (г)

а - А-образной формы;
 б - четырехстоечный;
 в - шатровый;

1 - Вертикальный станок;
 2 - Укосины;
 3 - Подшивная площадка;
 4 - Направляющий шкив;
 5 - Плоскость симметрии шкива;
 6 - Подшипник шкива;

АРМИРОВКА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ может быть жесткой или гибкой, с использованием в качестве проводников натянутых вдоль ствола канатов. Основным назначением армировки является обеспечение направленного перемещения подъемных сосудов (без раскачиваний) по стволу.

Жесткая армировка может быть металлической или деревянной (применяется на старых неглубоких стволах с деревянной крепью) и состоит из расстрелов и проводников (рис 3.6). Система первых, расположенных в одной горизонтальной плоскости, образует ярус армировки. Расстояние между соседними ярусами постоянно по всей глубине ствола и называется *шагом армировки*. В каждом ярусе расстрелы жестко соединены между собой и с крепью ствола. К расстрелам жестко крепятся вертикальные проводники, вдоль которых и происходит направленное перемещение подъемных сосудов.

При деревянной армировке используют брусья из сосны или лиственницы сечением 200*200мм, 200*250мм для расстрелов и сечением 120*150мм, 150*180мм, 180*200мм для проводников.

При металлической армировке в качестве расстрелов используют двутавровые балки сечением не менее №24 или сварные коробчатые профили из двух швеллеров. Концы расстрелов надежно бетонируют в крепи ствола или жестко соединяют с элементами тюбингов, при тюбинговой крепи ствола. В качестве проводников используют железнодорожные рельсы Р-38 – Р-50 или сварные коробчатые профили 120*104*10, 212*130*12 мм. Различают боковое и лобовое

относительно клетки расположение проводников (рис 3.6 б, в). Шаг армировки при рельсовых проводниках, как правило, равен 3,126 или 4,168 м, при коробчатых – 4,000 м.

РАЗМЕЩЕНИЕ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН относительно осей ствола представлено на рис 3.7. Проектное положение их зависит: от количества подъемов на стволе, расположение точек подвеса соответствующих подъемных сосудов относительно осей ствола, генерального плана застройки промышленной площадки шахты.

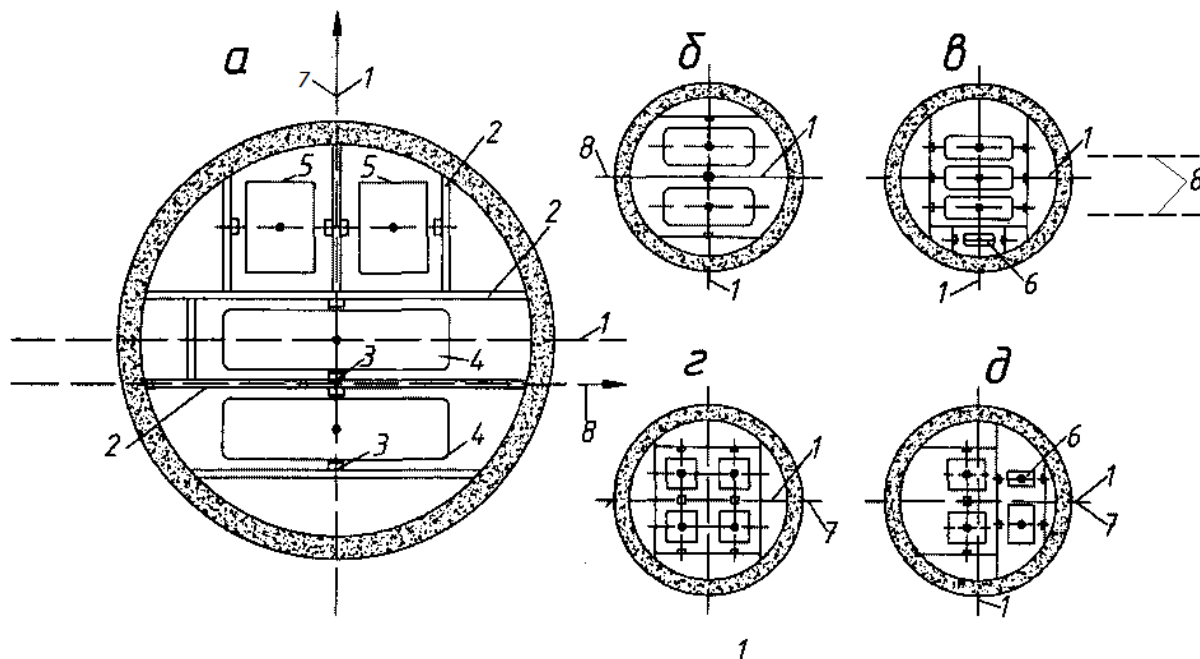


Рис. 3.6 – Армировки вертикальных стволов

- а – ярус армировки;
- б,в,г,д – виды армировок;
- 1 – оси ствола; 2 – расстрелы (двухтавровые балки);
- 3-проводники;
- 4-клетки;
- 5-шкипы;
- 6-коптрогрузы;
- 7-ось скипового подъема;
- 8-проектная ось клетьевого подъема, не совпадающая с осью ствола.

В подавляющем большинстве оси подъемной машины ориентируются параллельно осям ствола, с расположением центра барабанов (барабана) на одной из них (рис 3.7 а) или на определенном расстоянии от нее (рис 3.7б). Последнее определяется положением соответствующих отделений армировки относительно осей ствола. Иногда проектом предусматривается ориентировка осей одной из подъемных машин под некоторым углом λ к оси ствола (рис 3.7 в).

При расположении двух подъемных машин на одной оси ствола (рис 3.7, г) шкивы их располагаются на разных горизонтах копра (рис 3.7 ж). На разных

горизонтах, в одной вертикальной плоскости, могут располагаться шкивы одной подъемной машины (рис 3.7 з). Это чаще имеет место на подъемах с одним цилиндрическим барабаном.

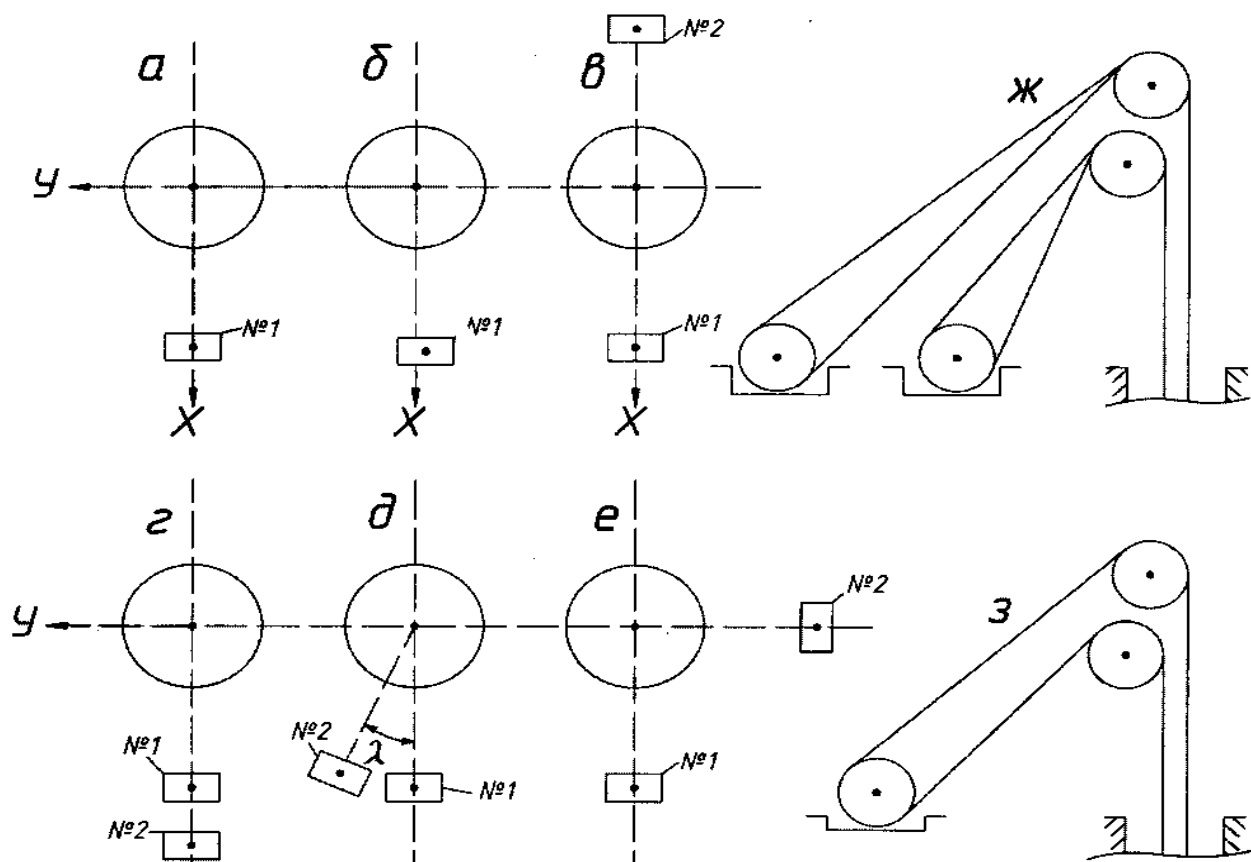


Рис. 3.7 – Схемы расположения подъемных машин относительно осей ствола и шкивов на копре

- а, б- на стволе с одной подъемной машиной;
- в, г, д, е – на стволах с двумя подъемными машинами;
- ж-расположение двух пар шкивов (к рис. 2);
- з-расположение одной пары шкивов в одной вертикальной плоскости;
- №1, №2 – номера подъемных машин.

3.2 Основные понятия и геометрические элементы одноканатной подъемной установки

С точки зрения маркшейдерского обеспечения строительства и монтажа подъемной установки и контроля за состоянием геометрических элементов ее целесообразно выделить следующие понятия (рис.3.8):

1. Центр подъема (ЦП) – средняя точка (4) между точками (7) схода со шкивов «падающих» в ствол канатов.

2. Центр подъемной машины (центр барабанов) – средняя точка (3) на оси вращения органов навивки каната между внутренними ребордами на двухбарабанной машине или средняя точка между наружными ребордами на однобарабанной (цилиндрической или бицилиндроконической) машине.

3. Ось подъема – линия (5) проходящая через центр подъема перпендикулярно к оси вращения органов навивки канатов.

4. Плоскость симметрии (9) направляющего шкива – плоскость проходящая через середину между внутренними гранями реборд. Плоскость симметрии перпендикулярна к оси вращения шкива (10).

5. Диаметр и ширина органов навивки канатов (барабанов). Диаметр (D_6) барабана – это диаметр поверхности навивки канатов. Ширина барабана — это расстояние между внутренними поверхностями реборд. На бицилиндроконических барабанах имеют место диаметры «большого» и «малого» цилиндров.

6. Диаметр направляющего шкива ($D_{ш}$) – это диаметр окружности соприкасания шкива с канатом. Кроме того, различают диаметр ($D_{ш1}$) шкива по ребордам.

7. Зона рабочих витков (ЗРВ) на барабане – это участок барабана по ширине на котором имеет место навивка-свивка каната при работе подъема на полную высоту. Границами зоны являются точки положения крайнего витка каната при загрузке подъемного сосуда в шахте.

8. Углы девиации (отклонений) канатов на подъемных барабанах – это углы между осью каната и ее проекцией на плоскость, перпендикулярную оси вращения барабана. Определяют углы девиации при положении сосуда в нижней точке загрузки и верхней точке разгрузки, т.е. при положении витков каната на барабане на границах зоны рабочих витков. Различают углы девиации $\alpha_{н}^л, \alpha_{в}^л, \alpha_{н}^п, \alpha_{в}^п$, соответственно наружные и внутренние для левого и правого канатов. Углы девиации рассматриваются в наклонной плоскости каната «Ф_к», т. е. в плоскости, образуемой осью каната и линией навивки его на барабан, параллельной оси вращения барабана.

9. Углы девиации канатов на направляющих шкивах – это углы между осью каната и его проекцией на плоскость симметрии шкива. Определяют углы при положении сосудов в крайней нижней точке загрузки и верхней точке разгрузки, т.е. при положении каната на подъемном барабане на границах зоны рабочих витков. Различают углы девиации канатов на шкивах $\beta_{н}^л, \beta_{в}^л, \beta_{н}^п, \beta_{в}^п$ соответственно нагруженные и внутренние левого и правого канатов.

В проектном положении геометрические элементы подъемной установки должны отвечать определенным условиям:

1. Точка схода каната со шкива (7) и точка подвеса сосуда (8) на горизонте $\pm 0,0$ (рис 3.8) должны располагаться на одной вертикали.

2. Ось подъема (5) должна совпадать с осью (2) подъемной машины.
3. Плоскость симметрии шкива должна быть направлена на середину зоны рабочих витков каната на барабане.
4. Оси вращения барабанов и шкивов должны быть горизонтальными.
5. Оси подъемной машины и направляющих шкивов должны располагаться относительно осей ствола согласно проектным линейным и угловым параметрам.
6. Углы девиации канатов не должны превышать допустимых значений, т.е. должны соблюдаться условия:

- при цилиндрических барабанах

$$\alpha \leq 1^{\circ}30' \text{ и } \beta \leq 1^{\circ}30';$$

- при бицилиндрических барабанах

$$\alpha_n \leq 2^{\circ}30', \alpha_b \leq 1^{\circ}30', \beta \leq 1^{\circ}30'.$$

Превышение допустимых значений углов девиации приводит к усиленному износу канатов и желобов на барабанах и шкивах.

В целом строительство и монтаж элементов подъемной установки производится в строгом соответствии с проектом и постоянно сопровождаются маркшейдерским обслуживанием и контролем. После завершения строительства производится исполнительная маркшейдерская проверка соотношений геометрических элементов подъемной установки. В процессе эксплуатации аналогичные проверки производятся периодически.

Различают проверку с привязкой съемок к осевым пунктам ствола (или подъема) и проверку с привязкой к фактическому положению осей подъемной машины. Последняя может стать единственно возможной, если уничтожены осевые пункты ствола и осевые стенные скобы в здании подъемной машины. Наличие последних позволяет использовать их в качестве исходных для съемок. При этом методика проверки аналогична излагаемой ниже (в 3.3) с привязкой съемок к осевым пунктам ствола.

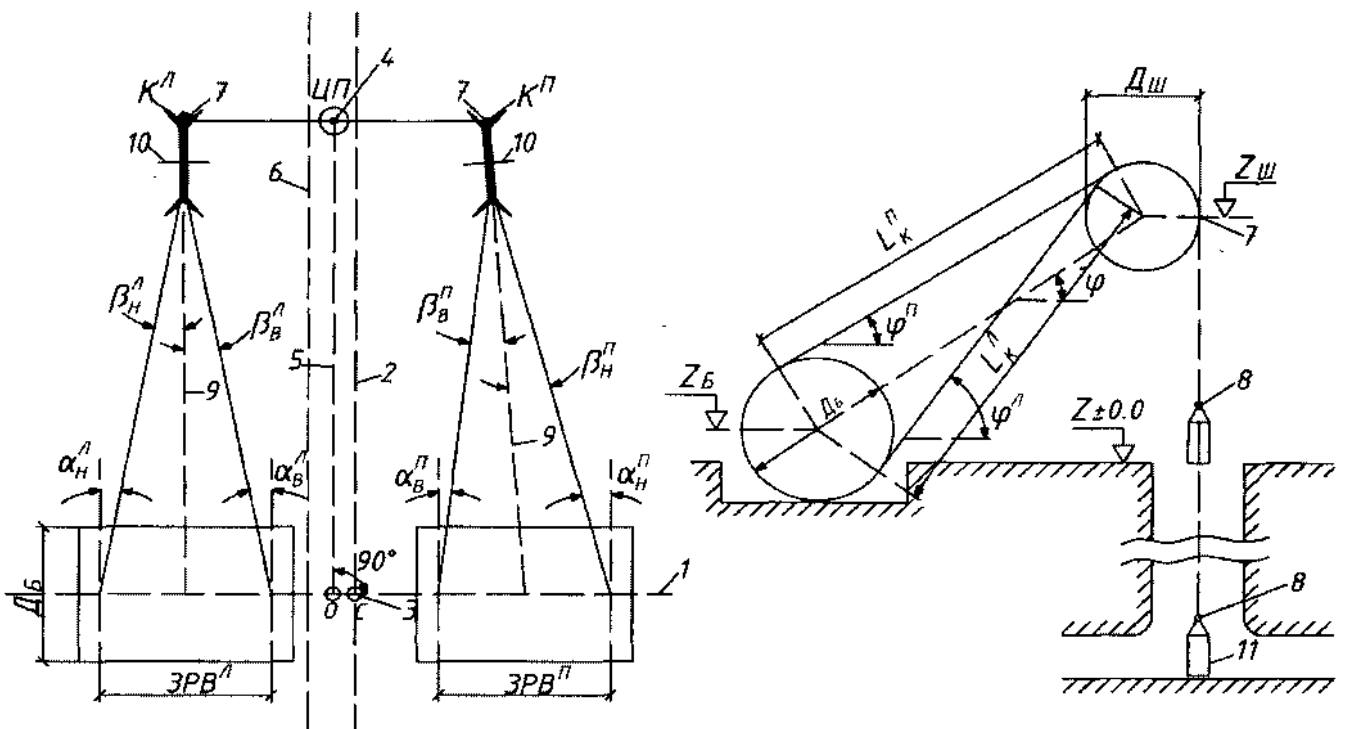


Рис. 3.8 – Основные геометрические элементы и понятия одноканатной подъемной установки

- 1- ось главного вала подъемной машины;
- 2- вторая ось машины;
- 3- центр машины (центр барабанов);
- 4- центр подъема (ЦП)- средняя точка между точками схода канатов со шкивов;
- 5- ось подъема- линия ЦП-О;
- 6- ось ствола;
- 7- точки схода канатов со шкивов;
- 8- точка подвеса сосуда;
- 9- плоскость симметрии шкивов;
- 10- оси вращения шкивов;
- 11- нижняя точка загрузки подъемного сосуда в шахте.

3.3 Методика маркшейдерской проверки соотношений геометрических элементов подъемной установки с привязкой съемок к осевым пунктам ствола

Методику рассмотрим на примере двухбарабанной подъемной установки (рис. 3.10).

Съемки выполняются в условной системе координат, за начало которой принят центр ствола, а ось X направлена по главной оси ствола. Исходными для съемок являются два надежно забетонированных осевых пункта ствола, с

известными условными координатами. Третий пункт используется для контроля за неподвижностью первых двух.

Пусть требуется произвести исполнительную проверку соотношений геометрических элементов двухбарабанной подъемной установки 2Ц-6*2,4, расположенной на главной оси ствола (рис 3.7, б). Диаметр барабанов – 6,0 м, ширина барабанов – 2,4 м. геометрическая схема установки представлена на рис 3.9, 3.10.

Выполнение задания состоит из двух этапов: полевого, состоящего из съемок и измерений для определения фактического положения характерных точек элементов подъемной установки относительно осей ствола; камеральной обработки для определения соотношений геометрических элементов установки и составления графического материала.

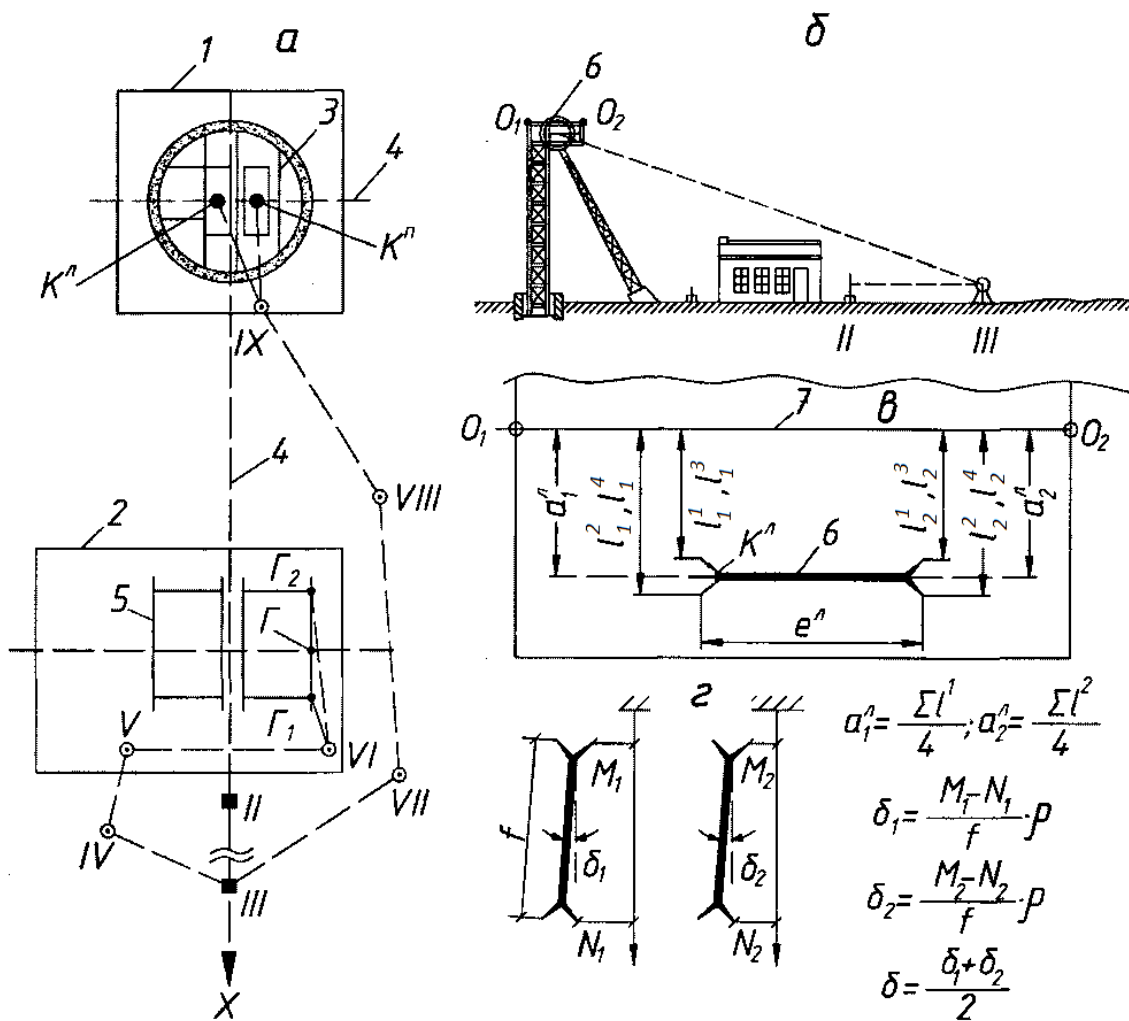


Рис. 3.9 – Схема теодолитных ходов для съемки подъемных барабанов и канатов (а); схема выноски оси ствола на подшкивную площадку (б); фрагмент измерений на подшкивной площадке (в); схема определения зенитного угла плоскости симметрии шкива (г).

1, 2 - надшахтное здание и здание подъемной машины;

3- расстрелы армировки ствола;
4- оси ствола;
5- подъемные барабаны;
6- направляющие шкивы;
7- шнур, натянутый между осевыми точками O_1, O_2 ствола на ограждении подшкивной площадки;

II, III-исходные осевые пункты ствола;

IV, V...IX-точки вершин теодолитных ходов;

K^L, K^P -левый и правый канаты при положении соответствующего сосуда в нижней точке загрузки в шахте;

l^1, l^2, l^3, l^4 -расстояния от оси ствола до внешней и внутренней реборды шкива при двух положениях шкива (с поворотом на 180°).

ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Определяют фактическое положение осей подъемной машины и характерных точек на барабанах относительно осей ствола.

С этой целью прокладывают теодолитный ход I-II-III-VI-V-VI от исходных осевых пунктов II, III, ствола до пункта V, закрепленного в здании подъемной машины вблизи бокового створа реборды барабанов (рис 3.9).

В пункте VI центрируют теодолит, приводят зрительную трубу в горизонтальное положение и по визирному лучу на грани реборды четко намечают точку Γ_1 . Заснимают точку Γ_1 от стороны хода VI-V (измеряют угол V-VI - Γ_1 и расстояние $l_{VI-\Gamma_1}$). Поворачивают барабан до перемещения точки Γ_1 в положение Γ_2 с противоположной стороны на уровне теодолита (по горизонтальному визирному лучу). В этом положении аналогично заснимают точку Γ_2 . Измерения повторяют при втором положении зрительной трубы теодолита.

Для съемки характерных точек на подъемных барабанах рулеткой измеряют расстояния $d_1, d_2 \dots d_8$ и контрольные расстояния d_k (рис 3.10). Характерными точками являются границы зоны рабочих витков (ЗРВ) на левом и правом барабанах и точка С центра подъемной машины.

2. Производят инструментально вынос оси ствола с осевых пунктов III, II на ограждение подшкивной площадки копра (рис 3.9, б).

Вынос производят при двух положениях зрительной трубы теодолита, принимая за окончательное среднее из двух. Закрепляют ось четкими надпилами в точках O_1, O_2 на элементах ограждения подшкивной площадки.

3. Определяют положение плоскости симметрии шкивов, относительно вынесенной на подшкивную площадку оси ствола.

Между осевыми точками (надпилами) O_1, O_2 натягивают шнур 7 (рис 3.9, в). Со шнура опускают отвесы и на уровне близком к оси вращения шкива измеряют: расстояния l_1, l_2 от шнура до внутренней и внешней реборды на двух противоположных сторонах левого шкива, а также горизонтальное расстояние «е»,

между точками измерений. Это необходимо, поскольку часто измерения производят на уровне хорды окружности реборд шкива.

Поворачивают шкив на 180° и на том же уровне измеряют расстояния l_1, l_2 при втором положении шкива. Вычисляют расстояния a_1^n, a_2^n от оси ствола до плоскости симметрии шкива с противоположных сторон его.

$$\begin{aligned} a_1^n &= \frac{\sum l_1}{4} \\ a_2^n &= \frac{\sum l_2}{4} \end{aligned} \quad (3.1)$$

где l_1, l_2 – измеренные расстояния от оси ствола до плоскости симметрии шкива на противоположных сторонах его.

Аналогично производят измерения до правого шкива и получают значения a_1^n, a_2^n (рис 3.10).

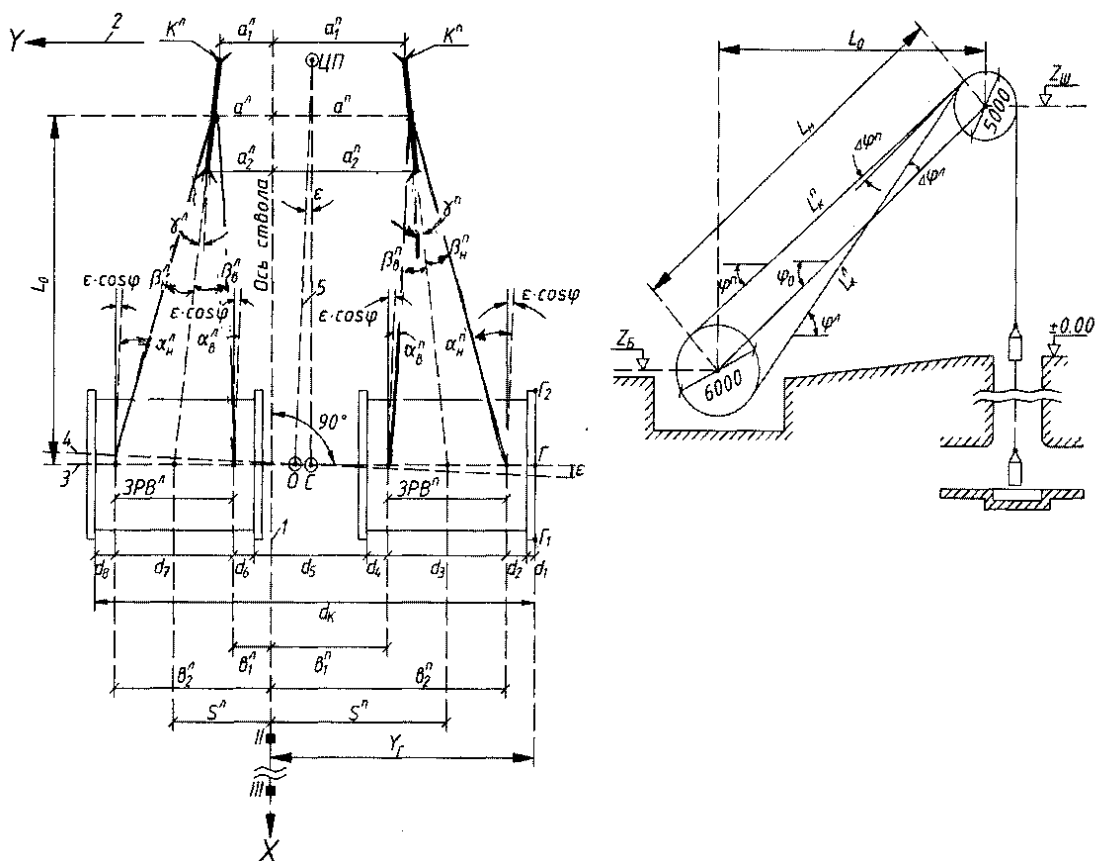


Рис. 3.10 – Геометрические элементы одноканатной двухбарабанной подъемной установки с элементами измерений и вычислений.

- 1,2-оси ствола;
- 3,4-проектное и фактическое положения оси вращения барабанов; ЦП-центр подъема;
- 5-фактическая ось подъема.

4. Определяют горизонтальность оси вращения шкивов или вертикальность плоскости симметрии их.

Угол наклона оси вращения определяется шланговым нивелиром по разности отметок центра вала шкива с противоположных сторон. Для нивелирования требуется вскрытие подшипников.

Зенитный угол плоскости симметрии шкива может быть определен отвесом (рис 3.9, г). Возле реборды вблизи вала шкива опускают отвес и измеряют расстояния M_1 , N_1 , а также вертикальное расстояние f между точками измерений. Поворачивают шкив на 180° и в тех же точках измеряют расстояния M_2 , N_2 . Вычисляют зенитный угол плоскости симметрии шкива:

$$\delta = \frac{(M_1 - N_1) + (M_2 - N_2)}{2f} \rho \quad (3.2)$$

Необходимо также пронаблюдать боковое биение шкива (наличия восьмерки) и при необходимости произвести съемку его путем измерения от любой жесткой точки до реборды шкива через каждые $30-45^\circ$ поворота шкива.

5. Определяют координаты точек схода со шкивов «падающих» в ствол канатов.

Точки схода труднодоступны для непосредственной съемки и ее заменяют съемкой осей кантов на гор. $\pm 0,000$, при положении соответствующего подъемного сосуда в крайней нижней точке загрузки в шахте, считая тогда канат вертикальным. Такая замена оправдана, поскольку погрешность координат точек схода несущественно сказывается на точности определения углов девиации канатов.

Для съемки канатов прокладывают теодолитный ход II – III – VII ... IX от исходных осевых пунктов II, III в надшахтное здание (рис 3.9). В пункте IX центрируют теодолит, опускают левый подъемный сосуд в нижнюю точку загрузки в шахте и заснимают ось левого каната K^I , измеряя угол VIII-IX- K^I и расстояние I_{IX-K^I} . Опускают правый сосуд в нижнюю точку загрузки в шахте и аналогично заснимают правый канат K^II .

6. Определяют координаты точек подвеса сосудов при положении их на гор. $\pm 0,0$.

Это необходимо для определения отклонения точек схода канатов относительно точек подвески сосудов при положении их на гор. $\pm 0,000$. Иначе, это необходимо для увязки в проекции на горизонтальную плоскость точек схода канатов с армировкой ствола.

Для решения данной задачи производят дополнительно съемку канатов с пункта IX при положении сосудов точкой подвеса на 1-2 м ниже гор. $\pm 0,000$.

7. Определяют отметки Z_B , Z_{III} осей вращения барабанов и шкивов, в условной системе высот, т.е. относительно гор. $\pm 0,000$.

Отметки Z_B определяются геометрическим нивелированием, отметка Z_{III} – с помощью нивелира и рулетки, опущенной с подшківной площадки копра. Методика проста и не требует пояснений.

В заключении отметим, что все полевые измерения должны выполняться с высокой точностью и текущим контролем. Особое внимание необходимо уделять технике безопасности. Съемку «падающих» в ствол канатов и работы на подшивной площадке следует производить с привлечением рабочих занимающихся осмотром и ремонтом стволов.

КАМЕРАЛЬНУЮ ОБРАБОТКУ результатов съемок и измерений рекомендуется производить по излагаемой ниже методике, сопровождаемой числовыми вычислениями:

1. Составляют эскизные схемы подъемной установки и выполненных съемок (рис 3.9 и 3.10). Это позволяет осмысленно вести дальнейшие вычисления и своевременно выявлять возможные ошибки. По мере получения результатов схему следует пополнять и корректировать.

2. Вычисляют координаты точек схода со шкивов «падающих» в ствол канатов.

Для этого вычисляют теодолитный ход II-III-VII-VIII-IX и далее съемку канатов K^I , K^{II} , при положении подъемных сосудов в нижних точках разгрузки (рис 3.9).

Пусть в нашем примере получены:

$$X_{K^I}=+0,100\text{м}, Y_{K^I}=+0,800\text{м}, X_{K^{II}}=+0,120\text{м}, Y_{K^{II}}=-1,600\text{м}.$$

3. Определяют положения подъемных барабанов относительно осей ствола.

Вычисляют теодолитный ход II-III-IV-V-VI и далее координаты точек Γ_1 и Γ_2 на реборде барабана (рис 3.9). Пусть получены:

$$X_{\Gamma_1}=46,100\text{м}, Y_{\Gamma_1}=-3,350\text{м}, X_{\Gamma_2}=40,300\text{м}, Y_{\Gamma_2}=-3,370\text{м}.$$

Вычисляют координаты точки Γ – внешней грани плоскости реборды на оси вращения барабанов.

$$X_{\Gamma} = \frac{X_{\Gamma_1} + X_{\Gamma_2}}{2}; \quad Y_{\Gamma} = \frac{Y_{\Gamma_1} + Y_{\Gamma_2}}{2}; \quad (3.3)$$

$$X_{\Gamma} = \frac{46,100 + 40,300}{2} = 43,200 \text{ м}$$

$$Y_{\Gamma} = \frac{-3,350 + (-3,370)}{2} = -3,360 \text{ м}$$

Вычисляют угол « ϵ » неперпендикулярности фактической оси барабанов к оси ствола.

Условимся считать отклонения по ходу часовой стрелки положительными, в обратном направлении отрицательными. Тогда из рис. 3.10:

- при расположении точек Γ_1 и Γ_2 правее оси ствола (при взгляде с пульта управления машиной):

$$\epsilon = \frac{|y_{\Gamma_2}| - |y_{\Gamma_1}|}{|x_{\Gamma_1} - x_{\Gamma_2}|} \rho; \quad (3.4)$$

-при расположении точек Γ_1 и Γ_2 левее оси ствола:

$$\varepsilon = \frac{|y_{\Gamma_1}| - |y_{\Gamma_2}|}{|x_{\Gamma_1} - x_{\Gamma_2}|} \rho; \quad (3.5)$$

В нашем примере:

$$\varepsilon = \frac{|-3,370| - |-3,350|}{|46,100 - 40,300|} * 3438 = +11'9$$

4. Определяют высотные отметки осей барабанов и шкивов относительно гор. $\pm 0,000$ ствола.

Вычисление высотных отметок производят по результатам геометрического нивелирования и передачи отметки на подшкивную площадку копра.

Пусть в нашем случае получены:

$$Z_B = -1,300 \text{ м}; Z_{Ш} = 31,500 \text{ м}.$$

5. Вычисляют длины и углы наклона канатов между барабанами и шкивами

Горизонтальное расстояние L_0 между осями барабанов и шкивов (рис 3.10) равно:

$$L_0 = \left| X_{\Gamma} - \frac{X_{\text{кЛ}} + X_{\text{кП}}}{2} \right| - \frac{D_{\text{ш}}}{2} \quad (3.6)$$

$$L_0 = \left| 43,200 - \frac{0,100 + 0,120}{2} \right| - \frac{5,000}{2} = 40,590 \text{ мм}$$

Наклонные расстояния между осями барабанов и шкивов:

$$L_{\text{н}} = \sqrt{L_0^2 + (Z_{\text{ш}} - Z_B)^2} \quad (3.7)$$

$$L_{\text{н}} = \sqrt{40,590^2 + (31,500 - (-1,300))^2} = 52,186 \text{ м}$$

Угол наклона φ_0 линии между осями барабанов и шкивов

$$\varphi_0 = \arctg \frac{Z_{\text{ш}} - Z_B}{L_0} \quad (3.8)$$

$$\varphi_0 = \arctg \frac{31,500 - (-1,300)}{40,590} = 38^{\circ}56',5$$

Углы $\Delta\varphi$ между осями канатов и линией соединяющей оси барабанов и шкивов (поправки к углу φ_0):

$$\Delta\varphi^{\text{Л}} = \frac{R_B + R_{\text{ш}}}{L_{\text{н}}} \rho \quad (3.9)$$

$$\Delta\varphi^{\text{П}} = \frac{R_B - R_{\text{ш}}}{L_{\text{н}}} \rho \quad (3.10)$$

где $R_B, R_{Ш}$ – радиусы барабанов и шкивов

$$\Delta\varphi^L = \frac{3,000 + 2,500}{52,186} * 3438 = 6^\circ 2', 3$$

$$\Delta\varphi^П = \frac{3,000 - 2,500}{52,186} * 3438 = 0^\circ 32', 9$$

Углы наклона $\varphi^L, \varphi^П$ канатов:

$$\varphi^L = \varphi_0 + \Delta\varphi^L \quad (3.11)$$

$$\varphi^П = \varphi_0 - \Delta\varphi^П \quad (3.12)$$

$$\varphi^L = 38^\circ 56', 5 + 6^\circ 2', 3 = 44^\circ 58', 8$$

$$\varphi^П = 38^\circ 56', 5 - 0^\circ 32', 9 = 38^\circ 23', 6$$

Длины канатов $L_K^L, L_K^П$:

$$L_K^L = \sqrt{(R_B + R_{Ш})^2 + L_H^2} \quad (3.13)$$

$$L_K^П = \sqrt{(R_B - R_{Ш})^2 + L_H^2} \quad (3.14)$$

$$L_K^L = \sqrt{(3,000 + 2,500)^2 + 52,186^2} = 52,475$$

$$L_K^П = \sqrt{(3,000 - 2,500)^2 + 52,186^2} = 52,188$$

6. Вычисляют координаты центра подъема ЦП и положение (ординаты) характерных точек на оси вращения барабанов: точки О – пересечения оси подъема с осью барабанов; точки С – центра барабанов (рис 3.10)

Координаты центра подъема:

$$X_{цп} = \frac{X_K^L + X_K^П}{2} \quad (3.15)$$

$$Y_{цп} = \frac{Y_K^L + Y_K^П}{2}$$

$$X_{цп} = \frac{0,100 + 0,120}{2} = 0,110 \text{ м}$$

$$Y_{цп} = \frac{0,800 + (-1,600)}{2} = -0.400 \text{ м}$$

Ордината точки О:

- если ось X направлена от ствола к подъемной машине (рис 3.10):

$$Y_0 = Y_{цп} + \frac{(L_0 + 0.5D_{Ш}) * \varepsilon}{\rho} \quad (3.16)$$

в) - если ось X направлена от подъемной машины к стволу (подъем 2 на рис 3.6)

$$Y_0 = Y_{\text{цп}} - \frac{(L_0 + 0.5D_{\text{ш}}) \cdot \varepsilon}{\rho} \quad (3.17)$$

Знак ε определяется формулами 3.4 или 3.5

В нашем случае:

$$Y_0 = -0,400 + \frac{(52,168 + 0,5 \times 5,000) \times 11,9}{3438} = -0,189\text{м}$$

Ордината Y_c центра барабанов:

$$Y_c = Y_r \pm \left(\sum_i^4 d + \frac{d_5}{2} \right) \quad (3.18)$$

Перед вторым членом правой части формула 3.18 используют знак «+», если $Y_r < 0$, в противном случае используют знак «-».

Пусть по результатам измерений: $d_1=30\text{мм}$, $d_2=480\text{мм}$, $d_3=2030\text{мм}$, $d_4=290\text{мм}$, $d_5=260\text{мм}$, $d_6=310\text{мм}$, $d_7=2040\text{мм}$. Тогда:

$$Y_c = -3360 + (30 + 480 + 2030 + 290 + \frac{260}{2}) = -400\text{мм}$$

7. Вычисляют расстояния b_1 и b_2 от оси ствола до внутренней и внешней границы зоны рабочих витков (ЗРВ) на правом и левом подъемных барабанах.

Вычисления ведут с учетом расположения точки Г относительно оси ствола и схемы измерения расстояний d . Применительно к рис. 3.10:

$$b_2^n = \left| |Y_r| - \sum_1^2 d \right|$$

$$b_1^n = \left| |Y_r| - \sum_1^3 d \right| \quad (3.19)$$

$$b_1^n = \left| |Y_r| - \sum_1^6 d \right|$$

$$b_2^n = \left| |Y_r| - \sum_1^7 d \right|$$

Если $|Y_r| - \sum d > 0$, то соответствующая граничная точка зоны рабочих витков находится относительно оси ствола на той же стороне что и точка Г, в противном случае с противоположной стороны.

В нашем случае:

$$b_2^n = ||-3360| - (30 + 480)| = 2850 \text{ мм}$$

Аналогично:

$$b_1^{\Pi} = 820 \text{ мм}$$

$$b_1^{\text{Л}} = 40 \text{ мм}$$

$$b_2^{\text{Л}} = 2080 \text{ мм}$$

Если точки Γ_1 и Γ_2 расположены на внешней левой реборде барабанов и измерения d_1, d_2, \dots, d_7 произведены слева направо то в левой части формул (3.19) индекс «Л» следует заменить на «П» и наоборот «П» на «Л».

8. Вычисляют наружные $\alpha_{\text{н}}$ и внутренние $\alpha_{\text{в}}$ углы девиации канатов на барабанах.

Из рис. 3.10:

Средние расстояния от оси ствола до плоскости симметрии шкивов:

$$a^{\text{Л}} = \frac{a_1^{\text{Л}} + a_2^{\text{Л}}}{2} \tag{3.20}$$

$$a^{\text{П}} = \frac{a_1^{\text{П}} + a_2^{\text{П}}}{2}$$

Пусть по результатам измерений $a_1^{\text{Л}} = 817 \text{ мм}, a_2^{\text{Л}} = 831 \text{ мм}, a_1^{\text{П}} = 1623 \text{ мм}, a_2^{\text{П}} = 1635 \text{ мм}$.

Тогда:

$$a^{\text{Л}} = \frac{817 + 831}{2} = 824 \text{ мм}$$

$$a^{\text{П}} = \frac{1623 + 1635}{2} = 1629 \text{ мм}$$

Углы девиации канатов на барабанах:

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{Л}} = \frac{b_2^{\text{Л}} - a^{\text{Л}}}{L_{\text{к}}^{\text{Л}}} \rho - \varepsilon * \cos \varphi^{\text{Л}}$$

$$\alpha_{\text{в}}^{\text{Л}} = \frac{a^{\text{Л}} \mp b_1^{\text{Л}}}{L_{\text{к}}^{\text{Л}}} \rho + \varepsilon * \cos \varphi^{\text{Л}}$$

$$\alpha_{\text{в}}^{\text{П}} = \frac{a^{\text{П}} \mp b_1^{\text{П}}}{L_{\text{к}}^{\text{П}}} \rho - \varepsilon * \cos \varphi^{\text{П}}$$

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{П}} = \frac{b_2^{\text{П}} - a^{\text{П}}}{L_{\text{к}}^{\text{П}}} \rho + \varepsilon * \cos \varphi^{\text{П}}$$
(3.21)

В приведенных формулах перед « b_1 » применяют знак «+», если внутренняя граничная точка ЗРВ и соответствующий шкив расположены по разные стороны оси ствола. Это имеет место, как правило, на однобарабанных подъемных установках.

В нашем примере:

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{Л}} = \frac{2080 - 824}{52475} * 3438 - 11',9 \cos 44^\circ 52',9 = 73',9$$

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{л}} = \frac{824 - 40}{52475} * 3438 - 11',9 \cos 44^\circ 52',9 = 59',8$$

$$\alpha_{\text{в}}^{\text{п}} = \frac{1629 - 820}{52188} * 3438 - 11',9 \cos 38^\circ 23',6 = 44',0$$

$$\alpha_{\text{н}}^{\text{п}} = \frac{2850 - 1629}{52188} * 3438 - 11',9 \cos 38^\circ 23',6 = 89',7$$

9. Вычисляют углы непараллельности плоскостей симметрии шкивов к оси ствола.

Условимся считать «разворот шкива» по часовой стрелке положительным, против часовой стрелки – отрицательным. Тогда, из рис. 3.10:

$$\gamma^{\text{л}} = \frac{a_2^{\text{л}} - a_1^{\text{л}}}{e^{\text{л}}} \rho$$

$$\gamma^{\text{п}} = \frac{a_1^{\text{п}} - a_2^{\text{п}}}{e^{\text{п}}} \rho$$
(3.22)

где e – горизонтальное расстояние между точками измерений для определения a_1, a_2 (рис 3.9, в)

Пусть в нашем примере $e^{\text{л}} = 5010$ мм, $e^{\text{п}} = 4998$ мм. Тогда:

$$\gamma^{\text{л}} = \frac{831 - 817}{5010} * 3438 = +9',6$$

$$\gamma^{\text{п}} = \frac{1623 - 1635}{4998} * 3438 = -8',3$$

Следует отметить, что при измерении расстояний a_1, a_2 на уровне осей шкивов $e = D_{\text{ш}}$, где $D_{\text{ш}}$ – диаметр шкива по ребордам (рис 3.5, г).

10. Вычисляют углы девиации канатов на шкивах.

Из рис. 3.10:

Расстояние от оси ствола до точки пересечения плоскости симметрии шкива с осью барабанов:

$$S^{\text{л}} = a^{\text{л}} + \frac{L_0 * \gamma^{\text{л}}}{\rho}$$

$$S^{\text{п}} = a^{\text{п}} - \frac{L_0 * \gamma^{\text{п}}}{\rho}$$
(3.23)

$$S^{\text{л}} = 824 + \frac{40595 * 9',6}{3438} = 937 \text{ мм}$$

$$S^{\text{п}} = 1629 - \frac{40595 * (-8',3)}{3438} = 1727 \text{ мм}$$

Углы девиации канатов на шкивах:

$$\begin{aligned}
 \beta_{\text{н}}^{\text{л}} &= \frac{b_2^{\text{л}} - S^{\text{л}}}{L_{\text{к}}^{\text{л}}} \rho \\
 \beta_{\text{в}}^{\text{л}} &= \frac{S^{\text{л}} \mp b_1^{\text{л}}}{L_{\text{к}}^{\text{л}}} \rho \\
 \beta_{\text{в}}^{\text{п}} &= \frac{S^{\text{п}} \mp b_1^{\text{п}}}{L_{\text{к}}^{\text{п}}} \rho \\
 \beta_{\text{н}}^{\text{п}} &= \frac{b_2^{\text{п}} - S^{\text{п}}}{L_{\text{к}}^{\text{п}}} \rho
 \end{aligned}
 \tag{3.24}$$

В формулах 3.24 перед « b_1 » применяют знак «+», если граничная точка ЗВР и соответствующий шкив находятся по разные стороны оси ствола.

В нашем примере:

$$\begin{aligned}
 \beta_{\text{н}}^{\text{л}} &= \frac{2080 - 937}{52479} * 3438 = 74',9 \\
 \beta_{\text{в}}^{\text{л}} &= \frac{937 - 40}{52479} * 3438 = 58',8 \\
 \beta_{\text{в}}^{\text{п}} &= \frac{1727 - 820}{52192} * 3438 = 59',5 \\
 \beta_{\text{н}}^{\text{п}} &= \frac{2850 - 1727}{52192} * 3438 = 74',0
 \end{aligned}$$

Формулы 3.24 не учитывают влияние зенитного угла « δ » плоскости симметрии шкива. Это допустимо, поскольку невертикальность плоскости симметрии должна устраняться регулировкой высоты подшипников.

11. Производят контроль вычислений углов девиации.

Между углами β , α , ε , γ существует математическая связь (рис 3.11). Поэтому для контроля следует вычислить дополнительно углы « $\beta_{\text{к}}$ » по контрольным формулам.

Допустим, что ось барабанов перпендикулярна, а плоскости симметрии шкивов параллельны оси ствола. Тогда для левого каната (рис. 3.11):

$$\alpha_{\text{нт}}^{\text{л}} = \beta_{\text{нт}}^{\text{л}}
 \tag{3.25}$$

Фактически же ось барабанов на угол ε не перпендикулярна, а плоскость шкивов на угол γ не параллельна оси ствола. Из рис. 3.11 для наружных углов девиации левого каната

$$\begin{aligned}
 \alpha_{\text{нт}}^{\text{л}} &= \alpha_{\text{н}}^{\text{л}} - |\varepsilon * \cos\varphi^{\text{л}}| = \alpha_{\text{н}}^{\text{л}} + \varepsilon * \cos\varphi^{\text{л}} \\
 \beta_{\text{нт}}^{\text{л}} &= \beta_{\text{н}}^{\text{л}} - |\gamma^{\text{л}} * \cos\varphi^{\text{л}}| = \beta_{\text{н}}^{\text{л}} + \gamma^{\text{л}} * \cos\varphi^{\text{л}}
 \end{aligned}$$

Подставим в формулу 3.25 значения $\alpha_{\text{нт}}^{\text{л}}$, $\beta_{\text{нт}}^{\text{л}}$ и получим контрольную формулу для $\beta_{\text{н}}^{\text{л}}$ и аналогично для остальных.

$$\begin{aligned}
\beta_{\text{H(К)}}^{\text{I}} &= \alpha_{\text{H}}^{\text{I}} + (\varepsilon - \gamma^{\text{I}}) \cos \varphi^{\text{I}} \\
\beta_{\text{B(К)}}^{\text{I}} &= \alpha_{\text{B}}^{\text{I}} - (\varepsilon - \gamma^{\text{I}}) \cos \varphi^{\text{I}} \\
\beta_{\text{B(К)}}^{\text{II}} &= \alpha_{\text{B}}^{\text{II}} + (\varepsilon - \gamma^{\text{II}}) \cos \varphi^{\text{II}} \\
\beta_{\text{H(К)}}^{\text{II}} &= \alpha_{\text{H}}^{\text{II}} - (\varepsilon - \gamma^{\text{II}}) \cos \varphi^{\text{II}}
\end{aligned}
\tag{3.26}$$

В нашем примере:

$$\begin{aligned}
\beta_{\text{H(К)}}^{\text{I}} &= 73,9 + (11',9 - 9,6) \cos 44^\circ 58',8 = 75',5 \\
\beta_{\text{B(К)}}^{\text{I}} &= 59,8 - (11',9 - 9,6) \cos 44^\circ 58',8 = 58',2 \\
\beta_{\text{B(К)}}^{\text{II}} &= 44,0 + (11',9 - (8,3)) \cos 38^\circ 23',6 = 59',8 \\
\beta_{\text{H(К)}}^{\text{II}} &= 89,7 - (11',9 - (8,3)) \cos 38^\circ 23',6 = 73',9
\end{aligned}$$

Разность $\beta_{\text{К}}$ и β не превышает 0,6, что обусловлено округлениями в вычислениях.

12. Определяют отклонения ΔX и ΔY точек схода канатов со шкива относительно точек подвеса сосудов, при положении их на гор. $\pm 0,0$, иначе относительно армировки ствола.

Пусть с пункта IX теодолитного хода II-III-VII-IX (рис 3.8) дополнительно заснят левый канат в точке «К₀» при положении точки подвеса сосуда на гор. $\pm 0,0$ и тот же канат в точке К при положении подъемного сосуда в нижней точке с загрузки в шахте (рис 3.12). Получены $X_{\text{К}} = +0,100\text{м}$, $X_{\text{К}_0} = +0,075\text{м}$.

Кроме того, профильной съемкой установлено отклонение δx проводников левого отделения ствола от вертикали в т. С. Условимся считать отклонение δx положительным, если оно совпадает с направлением оси x , в противном случае – отрицательным (на рис 3.12 δx - отрицательное). Примем $\delta x = -200\text{мм}$, глубину ствола $H = 500\text{м}$, $h = 31.5\text{м}$.

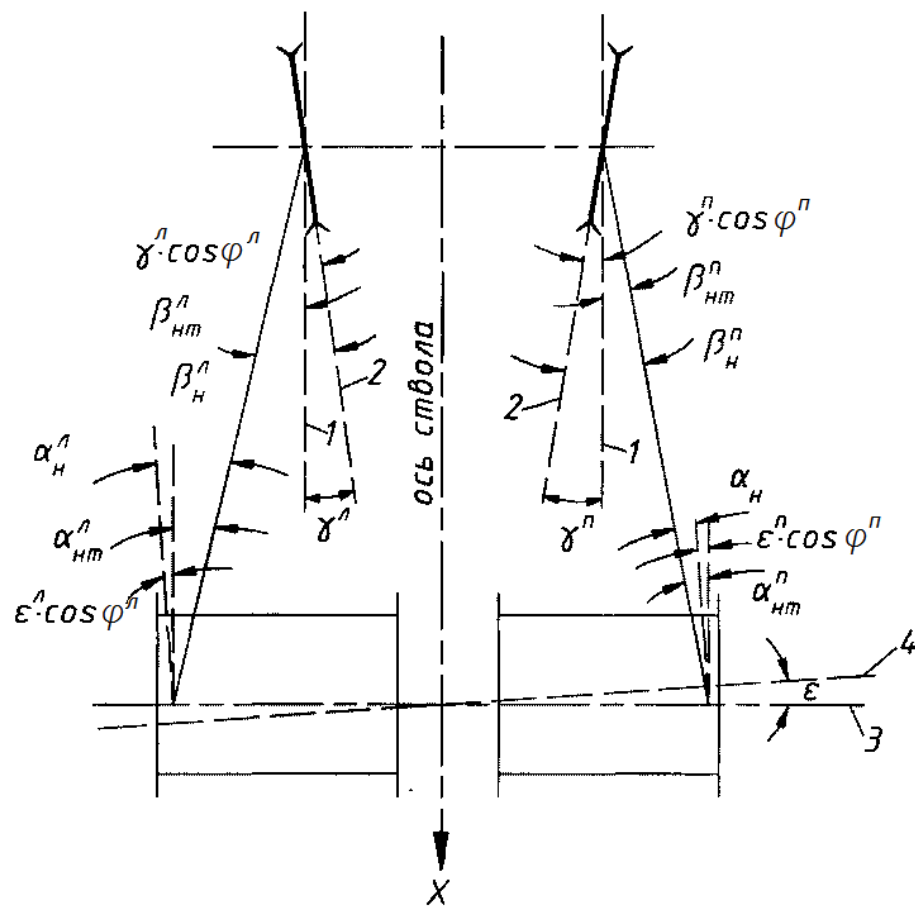


Рис. 3.11 – Геометрическая связь между значениями углов α , β , γ , ϵ (к выводу контрольных формул)

- 1- плоскость симметрии шкива, параллельная оси ствола;
- 2- фактическая плоскость симметрии шкива;
- 3- ось барабанов, перпендикулярная оси ствола;
- 4- фактическая ось барабанов.

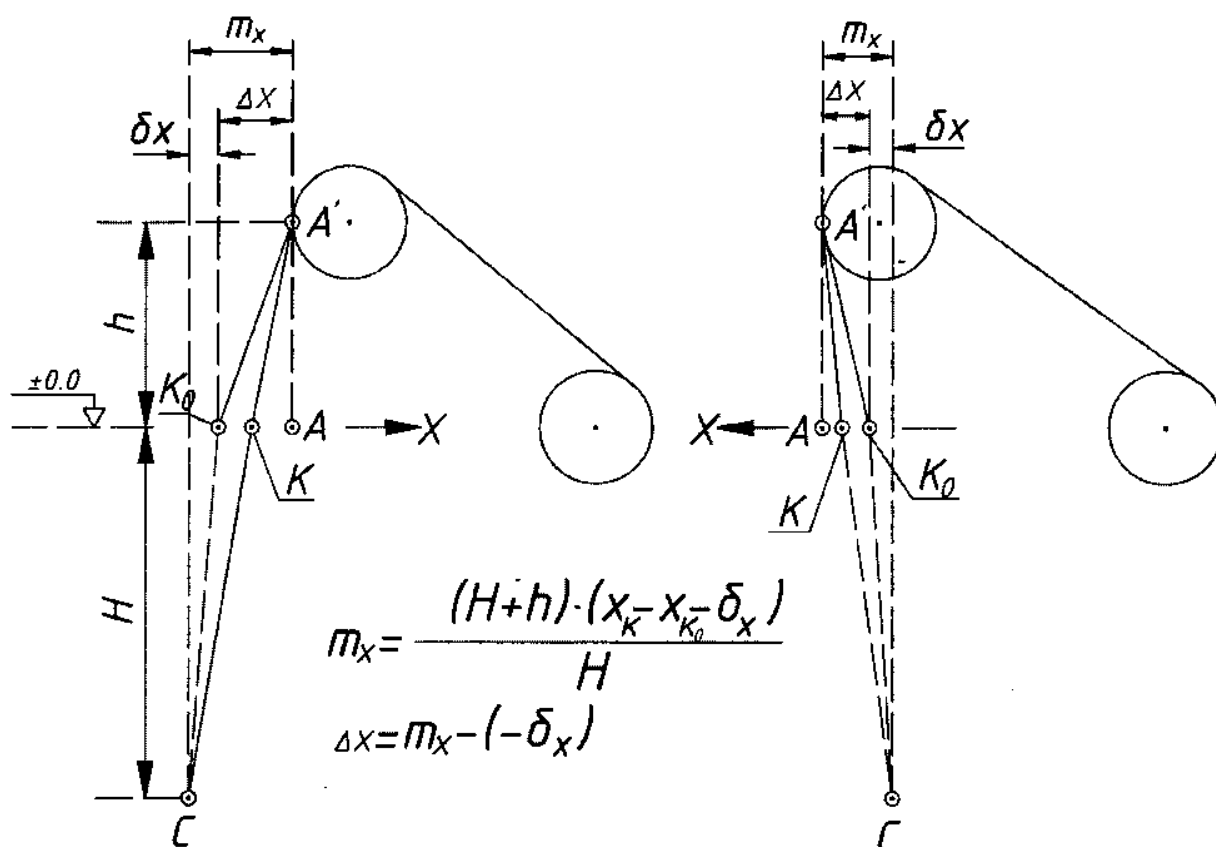


Рис. 3.12 – К определению отклонений (в проекции на горизонтальную плоскость) точки схода каната со шкивов, относительно точки подвеса сосуда на горизонте $\pm 0,00$ (относительно армировки ствола).

A', A -точка схода каната со шкива и проекция ее на горизонте $\pm 0,00$;

K_0 -точка съёмки каната при положении сосуда на горизонте $\pm 0,00$;

C -положение подъемного сосуда в точке загрузки в шахте;

K -точка съёмки каната на горизонте $\pm 0,00$ при положении сосуда в точке C ;

δx -отклонение проводников армировки ствола от вертикали;

Δx -отклонение точки схода каната относительно точки подвеса сосуда на горизонте $\pm 0,00$.

Из рис. 3.11:

$$\frac{m_x}{H+h} = \frac{x_K - x_{K_0} + |\delta x|}{H}$$

$$m_x = \frac{(H+h)(x_K - x_{K_0} - \delta x)}{H}$$

$$\Delta x = m_x - |\delta x|$$

$$\Delta x = \frac{(H+h)(x_K - x_{K0} - \delta x)}{H} + \delta x \quad (3.27)$$

где H, h – глубина ствола и высота оси шкива;

x_K, x_{K0} – абсциссы каната при положении сосуда (точки подвеса) на гор. $\pm 0,0$ и в шахте;

δx – отклонение проводников отделения ствола от вертикали (по данным профильной съемки).

В нашем примере:

$$\Delta x^л = \frac{(500 + 31,5)(0,100 - 0,075 - (-0,200))}{500} + (-0,200) = +0,039 \text{ м}$$

Аналогично определяется $\Delta x^п$. Что касается отклонений по направлению к оси Y , то они могут быть вычислены из выражений:

$$\Delta Y^л = Y_{K_0^л} - a_1^л \quad (3.28)$$

$$\Delta Y^п = a_1^п - Y_{K_0^п}$$

где ΔY – отклонение точки подвеса схода каната со шкива относительно точки подвеса сосуда на гор. $\pm 0,00$;

Y_K – ордината каната по результатам теодолитной съемки на гор. $\pm 0,00$;

a – ордината точки схода каната со шкива, измеренная на подшивной площадке.

13. Составляют исполнительную схему соотношения геометрических элементов подъемной установки.

На схеме показывают: размеры подъемных барабанов и расположение барабанов относительно осей ствола; расположение и диаметры направляющих шкивов; высотные отметки осей барабанов и шкивов, горизонтальные и наклонные расстояния между осями барабанов и шкивов, длины и углы наклона канатов между барабанами и шкивами, направления и значения углов ε и γ , положение фактической оси подъема и центра барабанов, значения углов девиации и т.п. При этом следует помнить, что углы девиации фактически имеют место в наклонных плоскостях канатов, параллельных оси вращения барабанов.

Рекомендуемый вид схемы представлен на рис 3.13.

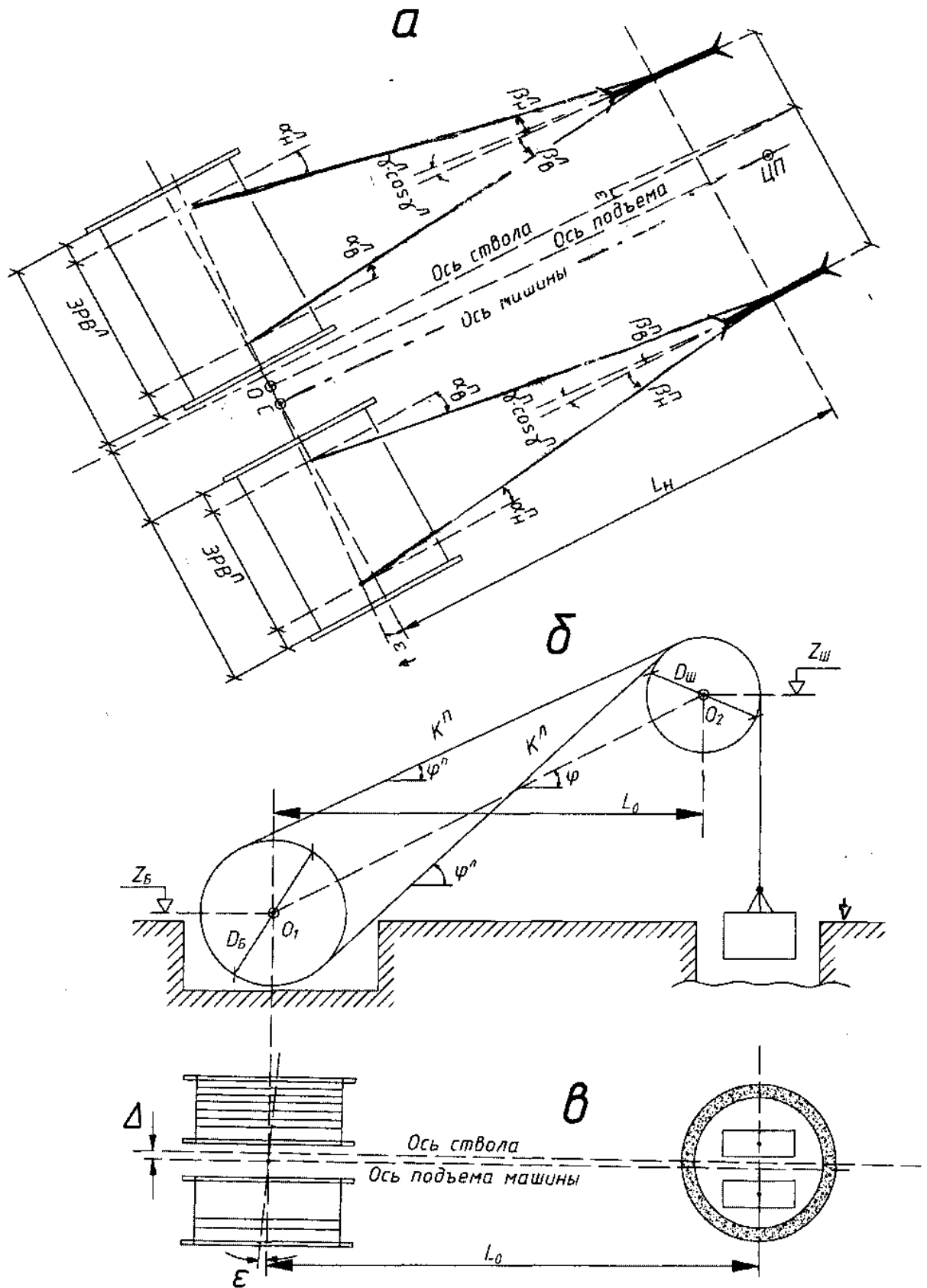


Рис. 3.13 - Исполнительная схема подъемной установки

а-проекция на наклонную плоскость O_1-O_2 с углом падения φ ;

б-проекция на вертикальную плоскость;
в-проекция на горизонтальную плоскость.

3.4 Особенности методик проверки однобарабанных подъемных установок

К таким относятся установки с бицилиндроконическим (рис 3.2 б) или одним цилиндрическим барабаном (рис 3.2 в). На них ЗРВ^п и ЗРВ^н расположены на одном и том же барабане и частично, как правило, перекрывают друг друга. Поэтому положение границ зон рабочих витков рекомендуется определять непосредственным измерением расстояния d от грани реборды на которой расположены точки съемки Γ_1 и Γ_2 (рис 3.15 и 3.16). С учетом этого расстояния « b_1 », « b_2 » от границ ЗРВ до оси отвала определяются из выражений:

$$\begin{aligned} b_2^{\text{п}} &= \left| |Y_{\Gamma}| - d_{\Gamma-1} \right| \\ b_1^{\text{п}} &= \left| |Y_{\Gamma}| - d_{\Gamma-3} \right| \\ b_1^{\text{н}} &= \left| |Y_{\Gamma}| - d_{\Gamma-2} \right| \\ b_2^{\text{н}} &= \left| |Y_{\Gamma}| - d_{\Gamma-4} \right| \end{aligned} \quad (3.29)$$

Если $|Y_{\Gamma}| - d_{\Gamma-i} < 0$, то соответствующая граничная точка ЗРВ находится относительно оси ствола на той же стороне, что и точка Γ относительно оси ствола. В противном случае противоположной стороне.

Кроме того, внутренние граничные точки ЗРВ и соответствующие шкивы часто располагаются с противоположны сторон оси ствола. Последнее необходимо учитывать при пользовании формулами 3.21.

При бицилиндроконическом барабане длины и углы наклона левого и правого каната необходимо определить отдельно при положении их на «большом» и «малом» диаметре барабана.

При вычислении длин и углов наклона канатов следует учитывать также расположение пары шкивов на одном или разных горизонтах.

В остальном полевые и камеральные работы аналогично изложены выше для двухбарабанных подъемных установок в пункте 3.3.

3.5 Лабораторная работа №3.1. Маркшейдерская проверка соотношений геометрических элементов одноканатной подъемной установки с "привязкой" съемок к осям ствола

3.5.1 Постановка задачи

Перед сдачей шахты в эксплуатацию произведены все полевые съемки и измерения по проверке соотношений геометрических элементов одноканатной подъемной установки вертикального ствола методом «привязки» к осевым пунктам

ствола. Необходимо произвести камеральную обработку результатов проверки и составить исполнительную графическую документацию.

3.5.2 Исходные данные для выполнения работы

Работа выполняется студентом по заданному преподавателем варианту. Номер варианта задается двухзначным числом от 01 до 29. Схема подъемных установок и результаты полевых съемок и измерений представлены на рис 3.14 для вариантов 00-09, на рис 3.15 для вариантов 10-19 и на рис 3.16 для вариантов 20-29.

Преподаватель может изменить конкретному студенту те или иные исходные данные. Например, изменить на противоположные знаки координат осевых пунктов, изменив тем самым направление осей X и Y ствола.

3.5.3 Последовательность выполнения лабораторной работы

1. Внимательно изучить сущность вопроса и методику решения, изложенную в параграфах 3.1 – 3.4.

2. По заданному варианту выписать и занести в таблицу (рис 3.14-3.16) исходные данные. Проверить их, поскольку допущенные ошибки скажутся на ход дальнейших вычислений.

3. Составить схему теодолитных ходов (рис 3.9, а) и вычислить координаты канатов при положении подъемных сосудов в крайней нижней точке загрузки и на гор. $\pm 0,0$, а также координаты точек Γ_1 и Γ_2 на реборде барабана.

4. Составить предварительную схему подъема (в карандаше) в проекции на горизонтальную и вертикальную плоскости, применительно к данным своего варианта (рас 3.14 – 3.16).

Для составления горизонтальной проекции в левой верхней части листа А4 проводят координатные оси ствола, указывая направления их, и с учетом этого ведут дальнейшие построения. Расстояния вдоль оси X (точки схода кантов со шкивов, расстояния между осями шкивов и барабанов, диаметры шкивов и барабанов) откладывают с учетом наглядности схемы, т.е. внемасштабно. Расстояния вдоль оси Y (положение шкивов, барабанов, ЗРВ) откладывают в крупном масштабе, значение которого выбирают так же с учетом наглядности. Вычерчивание элементов барабанов и ЗРВ производят путем откладывания соответствующих расстояний от нанесенных по значению ординат точек Γ_1 и Γ_2 на внешней реборде барабана.

Наличие схемы позволит сознательно вести и контролировать дальнейшие вычисления.

По мере вычислений схему следует уточнять и пополнять.

5. Выполнить полный комплекс расчетов и составить исполнительную схему подъемной установки (см. рис. 3.13).

Вычисления должны сопровождаться: указанием цели конкретного расчета, используемыми формулами, с указанием обозначений; ссылками на рисунки; числовыми расчетами.

На исполнительной схеме подъемной установки (см. рис. 3.13) проставляются основные параметры, приведенные в пункте 13 параграфа 3.3.

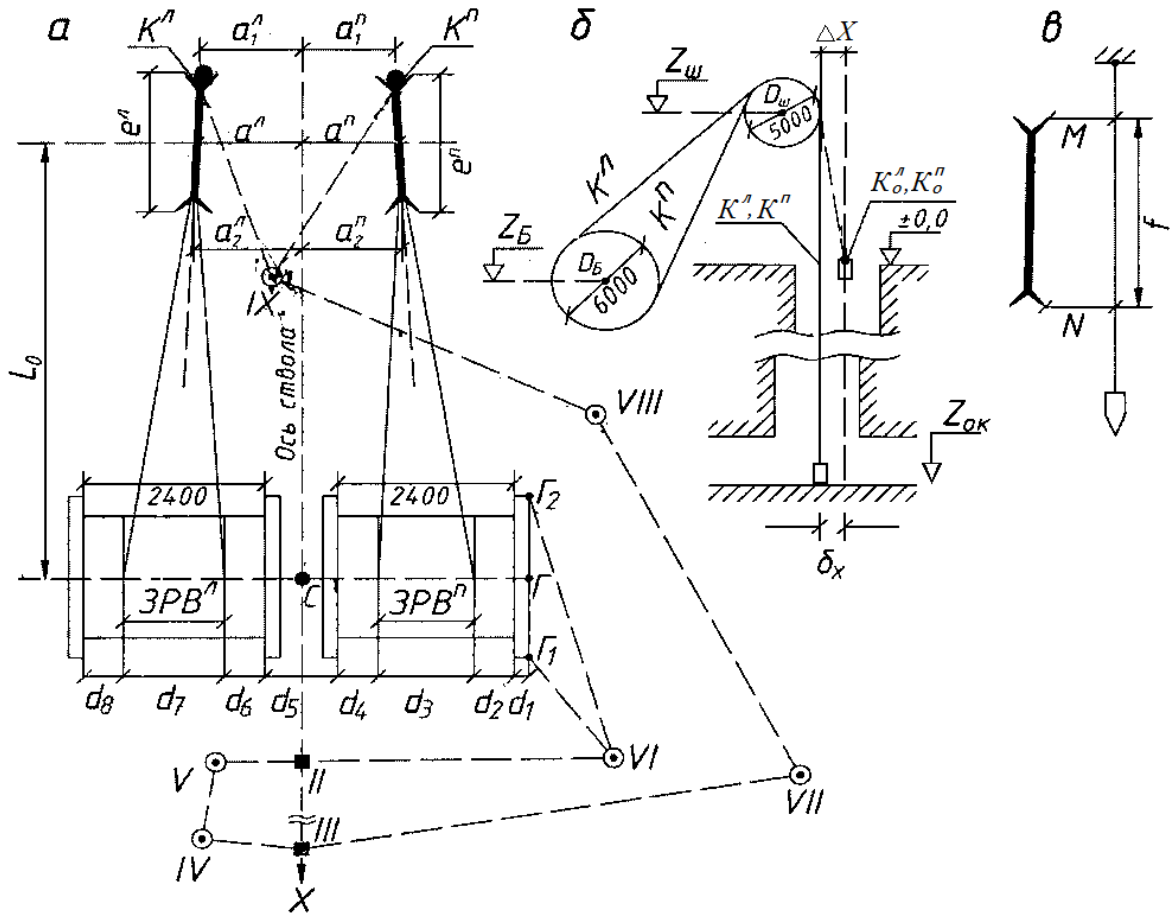


Рис. 3.14 – Схема двухбарабанной подъемной установки для вариантов 01-09

Таблица 3.1 – Исходные данные к схеме двухбарабанной подъемной установки для вариантов 01-09

Горизонтальные углы (град., мин.)		Горизонтальные проекция расстояний, м		Линейные измерения, мм			
II-III-IV	316°43,2'-4'*n	III-IV	15,265+0,060*n	a ^{II} ₁	690+87*n	M ^{II}	160
III-IV-V	248°3,4'+5'*n	IV-V	19,420-0,040*n	a ^{II} ₂	740+85*n	N ^{II}	154+1*n
IV-V-VI	245°14,3'+3'*n	V-VI	5,334-0,030*n	a ^{II} ₁	1430-91*n	f ^{II} , f ^{II}	5300
V-VI-Г ₁	87°2,9'+10'*n	VI-Г ₁	2,479+0,190*n	a ^{II} ₂	1460-90*n	δ _x	+75
V-VI-Г ₂	88°59,2'+1'*n	VI-Г ₂	8,437+0,186*n	d ₁	30	δ _y	-52
II-III-VII	32°48,4'-3'*n	III-VII	24,610+0,040*n	d ₃	1720-50*n	Координаты и высотные отметки, м	
III-VII-VIII	143°14,6'+2'*n	VII-VIII	27,350-0,030*n	d ₄	320+10*n		
VII-VIII-IX	151°40,5'+4'*n	VIII-IX	22,247+0,050*n	d ₅	100+10*n	X _{II}	47,300
VIII-IX-K ^{II}	210°15,6'-50'*n	IX-K ^{II}	6,824-0,080*n	d ₆	360+20*n	У _{II}	±0,000

Продолжение табл. 3.1

VIII-IX-K ^п	227°28,4'-33'*n	IX - K ^п	7,057-0,102*n	d ₇	1720-50*n	X _{III}	73,500
				d ₈	320+30*n	Y _{III}	±0,000
VIII-IX-K ^л	210°10,2'-49'*n	IX - K ^л	6,805-0,079*n	e ^л , e ^п	5284	Z _{III}	+31,500
VIII-IX-K ^п	227°40,4'-33'*n	IX - K ^п	7,043-0,101*n	M ^п	150	Z _Б	-1,3+0,2*n
				N ^л	155-1*n	Z _{ОК}	-720+20*n

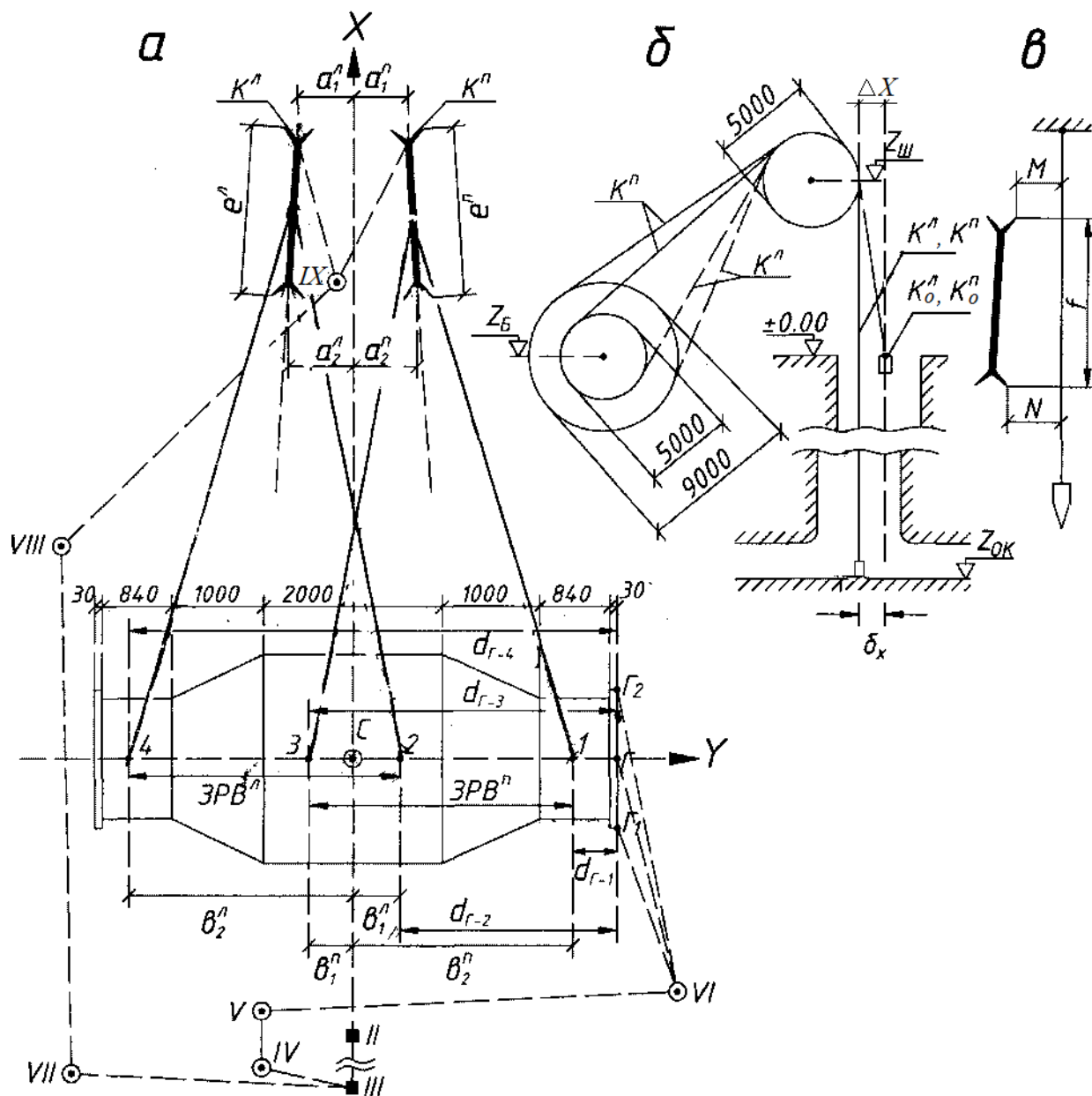


Рис. 3.15 – Схема бицилиндрической подъемной установки для вариантов 10-19

Таблица 3.2 – Исходные данные для бицилиндрической подъемной установки для вариантов 10-19

Горизонтальные углы (град., мин.)		Горизонтальные проекции расстояний, м		Линейные измерения, мм			
II–III–IV	$344^{\circ}11,2'+2'*n$	III – IV	$10,520+0,030*n$	a^I_1	1300–75*n	X_{II}	-58,100
III–IV–V	$195^{\circ}29,0'-3'*n$	IV – V	$7,858-0,020*n$	a^I_2	1318–79*n	Y_{II}	$\pm 0,000$
IV–V–VI	$271^{\circ}23,2'+2'*n$	V – VI	$5,162+0,080*n$	a^I_1	710+74*n	X_{III}	-74,600
V–VI– Γ_1	$87^{\circ}20,1'-1'*n$	VI – Γ_1	$4,375-0,057*n$	a^I_2	729+69*n	Y_{III}	$\pm 0,000$
V–VI– Γ_2	$88^{\circ}7,6'+0,2'*n$	VI – Γ_2	$9,334-0,064*n$	dr_{-1}	470+10*n	Z_{III}	+41,500
				dr_{-2}	2470+6*n	Z_B	$-1,400+0,2*n$
II–III–VII	$327^{\circ}42,6'+2'*n$	III–VII	$28,915-0,030*n$	dr_{-3}	3270–6*n	Z_{OK}	$-800+20*n$
III–VII–VIII	$216^{\circ}31,5'-3'*n$	VII–VIII	$35,610-0,020*n$	dr_{-4}	5270–10*n		
VII–VIII–IX	$226^{\circ}54,5'-2'*n$	VIII–IX	$15,675-0,010*n$	e^I, e^I	5284		
VIII–IX– K^I	$120^{\circ}37,6'+55'*n$	IX– K^I	$4,890+0,024*n$	M^I	95+4*n		
VIII–IX– K^{II}	$144^{\circ}8,5'+42'*n$	IX– K^{II}	$5,007+0,050*n$	N^I	86+6*n		
				M^{II}	120+5*n		
VIII–IX– K^I_0	$120^{\circ}28,6'+57'*n$	IX– K^I_0	$4,872+0,010*n$	N^{II}	112+6*n		
VIII–IX– K^I_0	$144^{\circ}13,3'+42'*n$	IX– K^I_0	$5,019+0,048*n$	f^I, f^I	5200		
				δ_x, δ_y	+50		

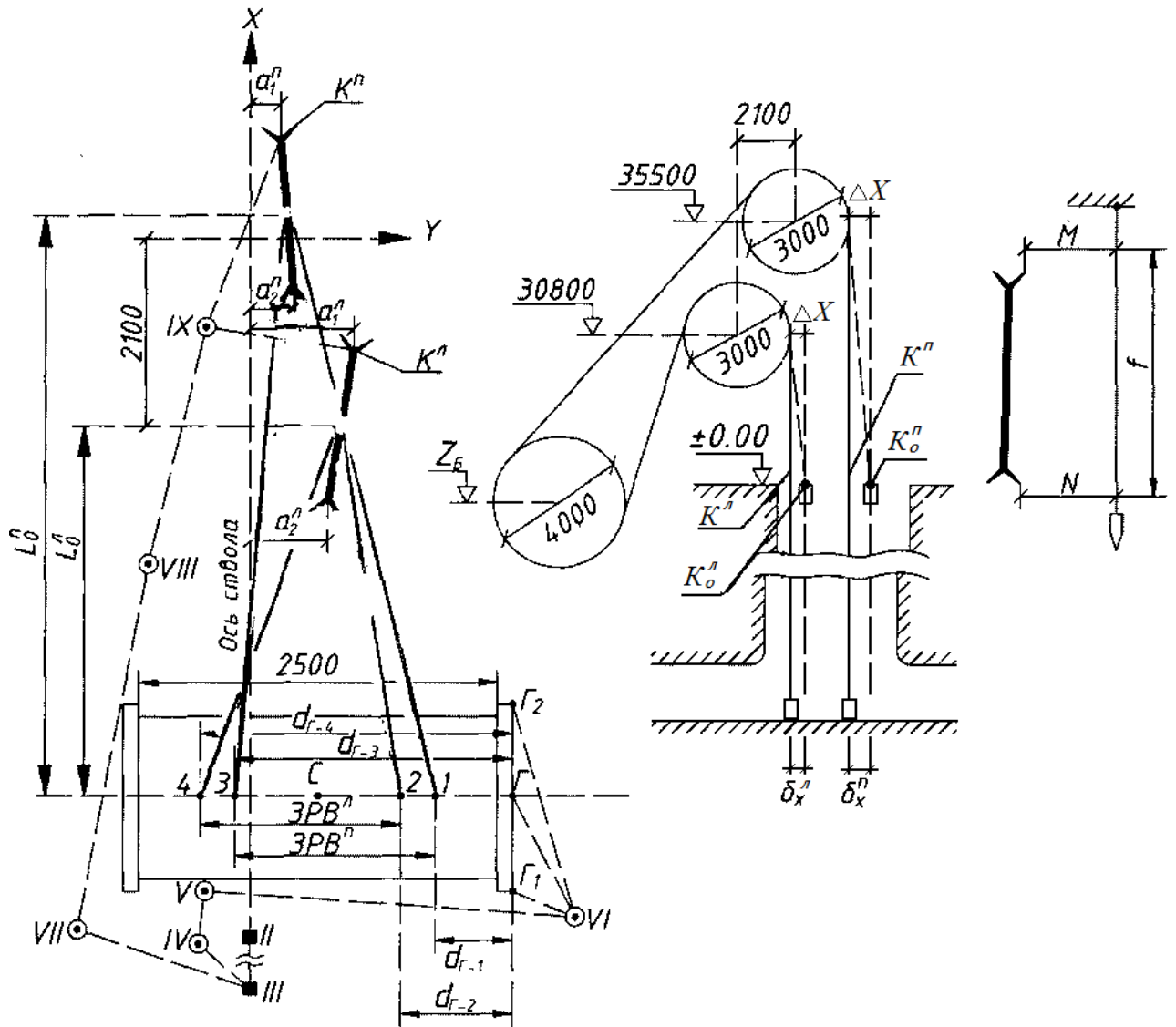


Рис. 3.16 – Схема одноцилиндрической подъемной установки для вариантов 20-

29

Таблица 3.3 – Исходные данные к схеме одноцилиндрической подъемной установки для вариантов 20-29

Горизонтальные углы (град., мин.)		Горизонтальные проекции расстояний, м		Линейные измерения, мм			
II – III – IV	336°14,5'+3'*n	III– IV	9,831+0,050*n	a ⁿ ₁	185+20*n	X _{II}	49,600
III – IV – V	204°55,6'–2'*n	IV – V	14,605–0,030*n	a ⁿ ₂	192+20*n	Y _{II}	±0,000
IV – V – VI	268°36,9'+5'*n	V – VI	5,303+0,020*n	a ⁿ ₁	165+20*n	X _{III}	-71,300
V – VI – Γ ₁	86°16,3'–6'*n	VI – Γ ₁	2,907–0,032*n	a ⁿ ₂	158+19*n	Y _{III}	±0,000
V – VI – Γ ₂	88°29,2'–4,4'*n	VI – Γ ₂	6,893–0,033*n	d _{r-1}	280+10*n	Z _{III} ⁿ	35,500
				d _{r-2}	380+10*n	Z _{III} ⁿ	30,800

Продолжение табл. 3.3

II – III – VII	330°36,5'+9'*n	III – VII	20,514+0,040*n	dr-3	2180–20*n	Z _Б	-1,600+0,2*n
III – VII – VIII	208°23,1'–8'*n	VII – VIII	33,610–0,080*n	dr-4	2280–20*n	Z _{ОК}	-680+20*n
VII – VIII – IX	193°37,7'+4'*n	VIII – IX	20,630–0,070*n	e ^I , e ^{II}	3040		
VIII – IX – K ^I	269°39,5'–54'*n	IX – K ^I	6,488–0,046*n	M ^I	98+5*n		
VIII – IX – K ^{II}	250°47,9'–60'*n	IX – K ^{II}	6,352–0,013*n	N ^I	91+7*n		
				M ^{II}	83+6*n		
VIII – IX – K ^I _о	269°45,1'–55'*n	IX – K ^I _о	6,498–0,046*n	N ^{II}	75+8*n		
VIII – IX – K ^{II} _о	250°53,8'–61'*n	IX – K ^{II} _о	6,365–0,013*n	f ^I , f ^{II}	3050		
				δ _x , δ _y	+60		

3.6 Маркшейдерская проверка соотношений геометрических элементов одноканатной шахтной подъемной установки с привязкой съемок к фактическому положению осей подъемной машины

3.6.1 Предварительные замечания

Сущность способа заключается в «привязке» съемок и измерений к фактическому положению осей подъемной машины, поэтому не требуется наличия сохранившихся осевых пунктов ствола (или осевых скоб в машинном зале). Способ может применяться как при наличии, так и при отсутствии последних. При отсутствии осевых пунктов способ является единственно возможным.

Съемки выполняются в условной системе координат. За начало координат принимают центр органов навивки канатов подъемной машины. Ось X направляют в сторону ствола, ось Y совмещают с осью вращения барабанов (рис.3.17), т.е. за координатные оси X, Y принимают фактическое положение осей подъемной машины (органов навивки канатов).

Отличительной особенностью способа является методика определения исходной стороны для съемок и измерений. В 3.3 исходными являлись осевые пункты ствола. Здесь исходные пункты I, II (рис.3.17) определяются исполнителем методом косвенной привязки к фактическому положению осей подъемной машины.

3.6.2 Последовательность и методика работ

Для конкретности изложения методику рассмотрим на примере подъемной машины с бицилиндроконическим барабаном.

1. Определяют координаты и дирекционный угол исходной стороны I, II, в принятой условной системе координат (рис.3.17).

В здании подъемной машины на расстоянии 10-20мм от створа внешней грани реборды барабана закрепляют пункты I, II. Близость их к створу упрощает дальнейшие измерения и вычисления. В пункте II центрируют теодолит и на уровне инструмента (по горизонтальному лучу визирования) закрепляют на реборде барабана четко видимую точку Γ_1 (четко прочерченный крест). К точке Γ_1 приставляют линейку (с началом миллиметровым делением у основания) и, визируя на точку I, берут по линейке отсчет P_1 . Измеряют расстояние $l_{II-\Gamma_1}$.

Поворачивают барабан до перемещения точки Γ_1 в положение Γ_2 с противоположной стороны оси Y на уровне теодолита. Приставляют линейку и, визируя на т. I, берут по линейке отсчет P_2 . Измеряют расстояние $l_{II-\Gamma_2}$.

Все измерения независимо повторяют при втором положении вертикального круга теодолита. За окончательные принимают среднее значение из двух измерений.

Вычисляют дирекционный угол исходной стороны I – II:

- Если $P_2 > P_1$,

$$\alpha_{II-I} = \frac{P_2 - P_1}{l_{II-\Gamma_2} - l_{II-\Gamma_1}} * \rho \quad (3.30)$$

- Если $P_2 < P_1$,

$$\alpha_{II-I} = 360^\circ - \frac{P_1 - P_2}{l_{II-\Gamma_2} - l_{II-\Gamma_1}} * \rho$$

Формулы справедливы, поскольку пункты I, II закреплены на расстоянии 10-30мм от створа наружной грани реборды и, следовательно, не требуется вводить поправки в измеренные длины и дирекционный угол α_{I-II} .

Вычисляют координаты пункта II из рис 3.17:

Из рис. 3.17 $X_C=0,00$, $Y_C=0,00$, $Y_\Gamma=d_B/2$.

$$Y_P = \frac{d_B}{2} + \frac{P_1 + P_2}{2} \quad (3.31)$$

$X_P = \pm 0,00$

$X_{II} = X_P + 0,5(l_{II-\Gamma_1} + l_{II-\Gamma_2}) \cos \alpha_{I-II}$

$Y_{II} = Y_P + 0,5(l_{II-\Gamma_1} + l_{II-\Gamma_2}) \sin \alpha_{I-II}$

$\alpha_{I-II} = \alpha_{II-I} \pm 180^\circ$

где $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma$ – точки на внешней грани правой реборды барабана;

d_5 – ширина барабана по внешним граням реборд барабана.

2. Измеряют расстояния $d_{\Gamma-1}, d_{\Gamma-2}, d_{\Gamma-3}, d_{\Gamma-5}$ от внешней грани реборды до границ зон рабочих витков канатов. Из-за сложности формы барабана измерения целесообразно производить от рейки, приложенной к наружной поверхности реборды барабана. Измеряют также общую ширину барабана, α_B по наружным граням реборд.

Измерения производят на поверхности барабана на уровне удобном для измерений. На рис 3.17 точки 1,2,3,5 условно показаны на оси барабана, для удобства изложения материала

3. Производят съемку осей подъемных канатов на гор ± 0.00 .

Это необходимо для определения координат точек схода «падающих» в ствол канатов с направляющих шкивов и для определения отклонений точек схода канатов относительно точек подвеса сосуда, при положении последнего на гор ± 0.00

От исходной стороны I, II прокладывают теодолитный ход I-II- III-IV...VII к стволу (рис 3.17) и затем с пункта VII заснимают канаты при положении соответствующего подъемного сосуда в крайней нижней точке в шахте и при положении точки подвеса сосуда на гор ± 0.00 .

Произведя вычисления получают:

- координаты $X_K^I, Y_K^I, X_K^{II}, Y_K^{II}$ канатов при положении подъемных сосудов в крайнем нижнем положении в шахте;

- координаты $X_K^{I_0}, Y_K^{I_0}, X_K^{II_0}, Y_K^{II_0}$ канатов при положении подъемного сосуда точкой подвеса на гор ± 0.00 .

Первые (X_K, Y_K) считают координатами точек схода канатов со шкивов, условно считая подъемный канат вертикальным при положении подъемного сосуда в крайней нижней точке в шахте.

4. Выносят ось X подъемной машины на ограждение подшкивной площадки копра.

Грубо измеряют расстояние l_{CE} от центра подъемной машины до некоторой осевой точки E на промплощадке, с которой есть видимость на подшкивную площадку копра поверх крыши здания подъемной машины (рис 3.17). Принимают проектные координаты точки E равными $X_E = -l_{CE}, Y_E = \pm 0.00$.

Теперь задача сводится к выноске точки по заданным координатам ее от уже известной стороны III-IV теодолитного хода (рис 3.17). Решая обратную геодезическую задачу вычисляют α_{IV-E}, l_{IV-E} и горизонтальный угол β_{IV} .

$$\beta_{IV} = \alpha_{IV-E} - \alpha_{IV-III} \quad (3.33)$$

Теодолитом в пункте IV откладывают угол β_{IV} , расстояние l_{IV-E} и закрепляют осевой пункт E.

Вычисляют угол β_E .

$$\beta_E = 360^\circ - \alpha_{E-IV} \quad (3.34)$$

Переставляют теодолит в т.Е, откладывают угол β_E и по визирному лучу на ограждении подшкивной площадки отмечают осевые пункты O_1, O_2 (рис 3.17).

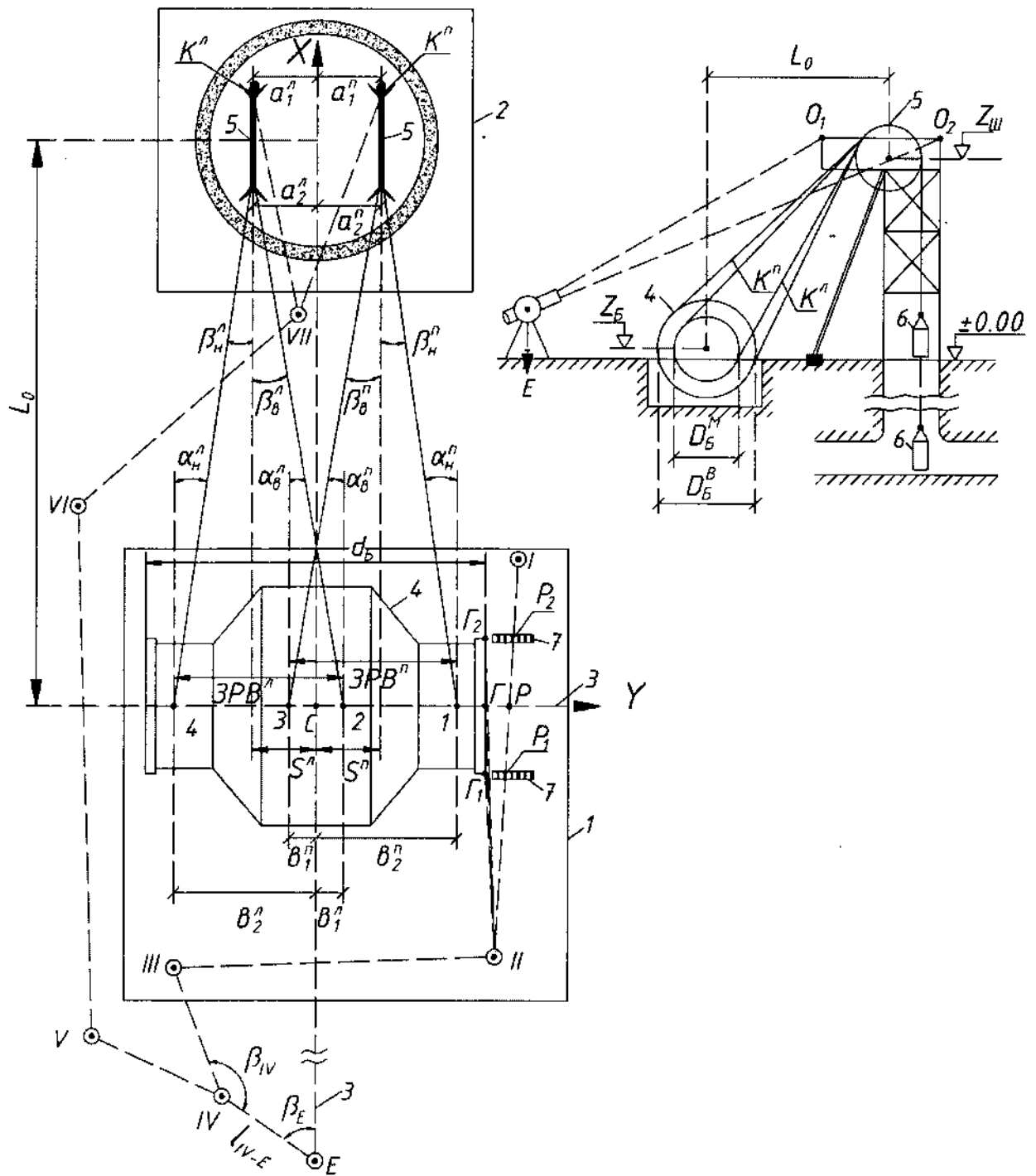


Рис 3.17 – схема маркшейдерской проверки подъемной установки на вертикальном стволе с привязкой к осям подъемной машины

- 1,2 – здание подъемной машины;
- 3- оси подъемной машины;
- 3 Барабан подъемной машины;
- 5 – направляющие шкивы;
- 6 – подъемный сосуд;
- 7 – линейка с миллиметровыми делениями

V – пункт теодолитной съемки;
 $K^л, K^п$ – левый и правый канаты;
 $\Gamma, 1, 2, 3, 4$ характерные точки на барабанах, условно спроектированные с поверхности на ось вращения барабана
 d_B – измеренное расстояние между наружными гранями барабана.

Вынос оси подъемной машины повторяют при втором положении вертикального круга теодолита. За окончательные принимают среднее положение точек O_1, O_2 из двух выносок.

5. Между осевыми точками O_1, O_2 на подшивной площадке копра натягивают шнур и производят измерения для определения расстояний a_1, a_2 от оси подъемной машины до плоскости симметрии шкивов. Определяют также биение шкивов и горизонтальность осей вращения шкивов или зенитные углы плоскостей симметрии шкивов (см. 3.3 и рис 3.9)

6. Производят полный объем камеральной обработки результатов измерений и составляют исполнительную схему геометрических элементов подъемной установки.

Методика камеральной обработки аналогична, изложенной в 3.3. Только надо иметь в виду что здесь все параметры определяются относительно фактического положения осей подъемной машины и поэтому угол ϵ по формулам 3.4 и 3.5 не определяется, а в формулах 3.21 и 3.26 угол ϵ не имеет смысла и условно равен нулю.

3.6.3 Особенности съемок и измерений при проверке двухбарабанных и с одним цилиндрическим барабаном подъемной установки

В целом методика проверки аналогична изложенной выше, со следующими особенностями:

На двухбарабанной подъемной машине точки $\Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma$ располагаются на внешней грани внешней реборды правого барабана. От точки Γ последовательно измеряют расстояние d между характерными точками на барабанах (рис 3.19) и с учетом их определяют расстояния b_1, b_2 от оси подъемной машины до границ зон рабочих витков (ЗРВ) канатов на левом и правом барабанах.

На машинах с одним цилиндрическим барабаном, часто имеет место расположение пары направляющих шкивов в вертикальной плоскости оси X подъемной машины (рис 3.20). Это делает невозможным вынос и закрепление оси X точками O_1, O_2 на горизонты шкивов, побранное расстояние $\Delta Y_{E'}$. Вынос производят с точки E' с координатами: $X_{E'}=X_E$ и $Y_{E'}=-\Delta Y_E$ (рис. 3.20).

Измерения на горизонталях шкивов производят от шнура O_1-O_2 , натянутого по линии X' . Расстояния "а" от оси X до плоскости симметрии левого или правого шкивов определяют из выражений:

$$a_1 = a'_1 + (-\Delta Y_{E'})$$

$$a_2 = a'_2 + (-\Delta Y_{E'})$$

где a'_1, a'_2 – измеренные расстояния от линии X' до плоскости симметрии шкива с двух противоположных сторон диаметра.

При положительных значениях a шкив расположен справа от оси X , при отрицательных – слева.

На подъемном барабане измеряют расстояния $d_{Г-1}, d_{Г-2}, d_{Г-3}, d_{Г-4}$ от наружной грани правой реборды до границ зон рабочих витков (ЗРВ) канатов и общую ширину d_B барабана по наружным граням реборд (рис 3.20). С учетом расстояний « d » вычисляют расстояния v_1 и v_2 от оси X подъемной машины до границ ЗРВ левого и правого канатов.

Дальнейшая обработка результатов измерений на двухбарабанных и однобарабанных (цилиндрических) подъемных установках производится по методике изложенной в 3.3. При этом следует учитывать, что угол ε , в данном способе проверки равен нулю поскольку съемки ведутся от фактического положения осей подъемной машины.

При вычислениях углов девиации необходимо обратить внимание на расположение внутренних границ зон рабочих витков канатов (на величины « v_1 ») относительно оси X подъемной машины: они могут быть расположены по одну или разные стороны оси с соответствующими направляющими шкивами.

3.7 Лабораторная работа № 3.2. Маркшейдерская проверка соотношения геометрических элементов одноканатной подъемной установки с "привязкой" съемок к осям подъемной машины

3.7.1 Постановка задачи

На подъемной установке вертикального ствола шахты выполнен комплекс съемок и измерений по маркшейдерской проверке соотношений геометрических элементов способом привязки съемок и измерений к осям подъемной машины.

Произведена частичная камеральная обработка результатов съемок и измерений: вычислены координаты подъемных канатов K^I, K^{II} на гор ± 0.00 при положении соответствующих подъемных сосудов в крайней нижней точке в шахте; определены высотные отметки осей вращения барабанов и шкивов; вычислены расстояния « a » от вынесенной на подшкивную площадку копра оси X подъемной машины (или от параллельной линии X') до плоскостей симметрии направляющих шкивов.

Необходимо:

1. Вычислить угловые β_{IV}, β_E и линейные l_{IV-E} параметры для выноски оси X подъемной машины на подшкивную площадку копра (рис 3.18-3.20).
2. Вычислить углы девиации канатов на подъемных барабанах и шкивах.
3. Составить исполнительную схему подъемной установки.

3.7.2 Исходные данные и методика решения поставленных задач

Лабораторная работа № 3.2 выполняется по выданному преподавателем варианту. Номер варианта – двухзначное число от 01 до 29.

Схемы подъемных установок и необходимые исходные данные представлены на рисунках 3.18, 3.19 и 3.20 соответственно для вариантов 01-09, 10-19 и 20-29. Преподаватель дополнительно может вносить те или иные изменения в исходные данные.

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Изучить по 3.6 методику маркшейдерской проверки одноканатной подъемной установки вертикального ствола с привязкой съемок и измерений к фактическому положению осей подъемной машины.

2. Выписать по заданному варианту исходные данные и занести их в таблицу, образец которой представлен на рисунках 3.18-3.20.

3. Пользуясь исходными данными по варианту составить предварительную (в карандаше) схему подъемной установки на листе формата А-4. Расстояния по оси Х изображать внемасштабно с учетом наглядности. Расстояния по оси У откладывать в крупном масштабе и с учетом наглядности. Особое внимание следует уделить расположению направляющих шкивов и границ зон рабочих витков (ЗРВ) канатов относительно оси Х подъемной машины.

4. Определить α_{II-I} ; X_{II} , Y_{II} исходной стороны и вычислить ход I-II-III-IV, т.е. получить α_{III-IV} ; X_{IV} , Y_{IV} . На оси Х наметить т. Е, с которой можно вынести ось Х на подшивную площадку и определить координаты ее $X_E = -l_{CE}$, $Y_E = \pm 0,000$. Решая обратную геодезическую задачу вычислить l_{IV-E} , β_{IV} . По разности дирекционных углов оси Х и Е-IV вычислить угол β_E . Изложить методику выноса оси Х на подшивную площадку.

5. Вычислить длины и углы наклона канатов между подъемными барабанами и направляющими шкивами (см. пункт 5 параграфа 3.3).

Для вариантов 01-09 названные параметры вычисляются отдельно для большого и малого диаметров бицилиндроконического барабана, а для вариантов 20-29 отдельно для верхнего и нижнего направляющих шкивов.

6. Вычислить углы девиации канатов на барабанах и шкивах.

Методика вычислений приведена в 3.3 в пунктах 7,8 камеральной обработки. При этом в вариантах 20-29 предварительно надо вычислить по формуле 3.35 расстояние «а» от оси Х подъемной машины до плоскостей симметрии шкивов.

Вычисление расстояний « v_1 », « v_2 » следует производить от оси подъемной машины по приведенным на рис 3.18-3.20 расстояниям « d ». При этом надо обратить внимание на расположение внутренних границ ЗРВ (расстояний « v_1 ») относительно оси Х подъемной машины: по одну или разную сторону с соответствующим шкивом. Последнее влияет на знаки в числителе формул 3.21.

Угол «ε» в формулах 3.21 равен нулю, поскольку съемки и измерения производились от фактического положения осей подъемной машины.

7. Составить исполнительную схему подъемной установки и общий отчет по лабораторной работе. В качестве примера исполнительная схема для двухбарабанного подъема представлена на рис. 3.13.

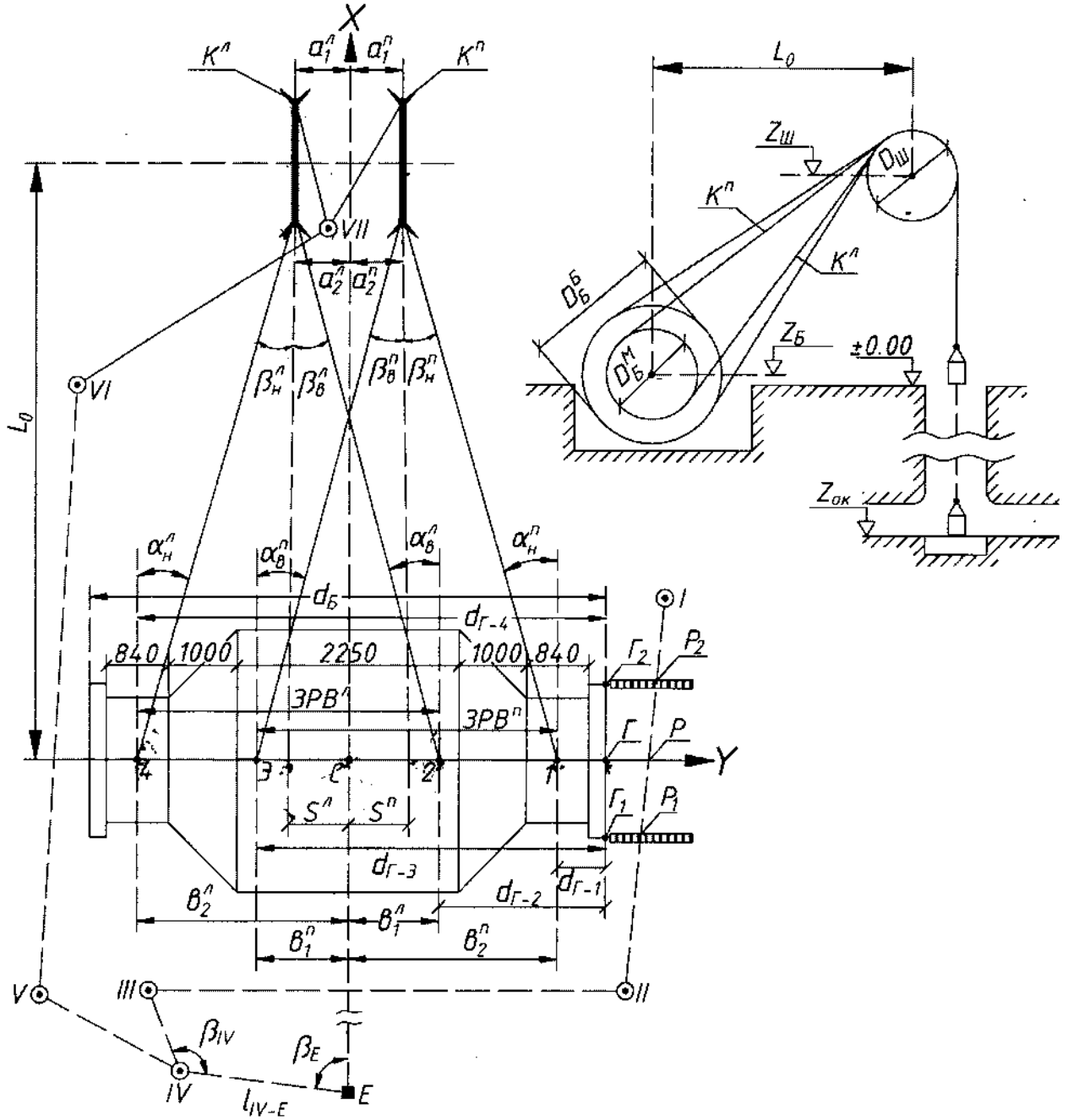


Рис 3.18 – Схема подъемной установки для вариантов 01-09

Точки Г, 1, 2...4 условно спроектированы с поверхности барабана на его ось.

Таблица 3.4 – Исходные данные к схеме подъемной установки для вариантов 01-09

1		2		3		4	
Угловые измерения		Линейные измерения, мм		Линейные измерения, мм		Высотные отметки и диаметры, мм	
угол	° ′						
		P_1	$38+2*n$	a_1^n	$1214-25*n$		
I-II-III	$269^{\circ}59',3+2'*n$	P_2	$21+1*n$	a_2^n	$1229-27*n$	Z_B	$-1200+60*n$
II-III-IV	$81^{\circ}13',4+3'*n$	$d_{Г-1}$	$330+20*n$	Координаты, мм		Z_{III}	34000
Линейные измерения, мм		$d_{Г-2}$	$2700+15*n$				$D_{БМ}$
		$d_{Г-3}$	$3290-15*n$	X_c	0.000	$D_{ББ}$	9000
		$d_{Г-4}$	$5560-20*n$	Y_c	0.000	$D_{Ш}$	5000
$l_{II-Г1}$	$2512+30*n$	d_B	5990	X_K^I	$47310+40*n$		
$l_{II-Г2}$	$7502+20*n$	l_{C-E}	$25000+1000*n$	Y_K^I	$-990-25*n$		
l_{II-III}	$5914+40*n$	a_1^I	$1005+20*n$	X_K^{II}	$47340+35*n$		
l_{III-IV}	$11115+50*n$	a_2^I	$1020+18*n$	Y_K^{II}	$1230-30*n$		

В таблице: n-вторая цифра номера варианта.

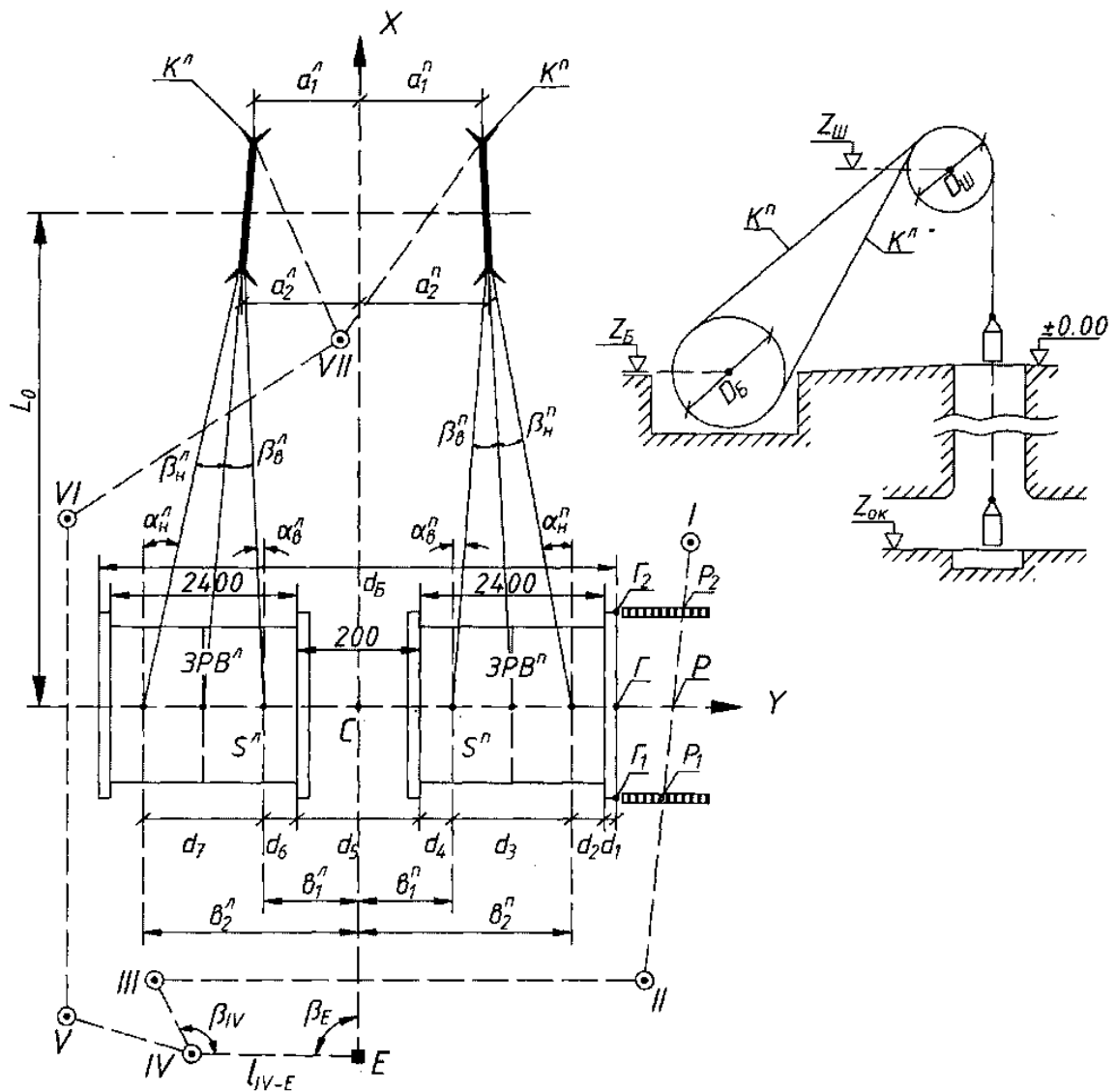


Рис 3.19 – Схема подъемной установки для вариантов 10-19

Таблица 3.5 – Исходные данные к схеме подъемной установки для вариантов 10-19

1		2		3		4	
Угловые измерения		Линейные измерения, мм		Линейные измерения, мм		Координаты и диаметры, мм	
угол	° ' "						
				a_1^n	1040-10*n	X_{K^n}	42177+50*n
I-II-III	271°14',3+10'*n	d_1	30	a_2^n	1065-8*n	Y_{K^n}	-1030+10*n
II-III-IV	83°11',5+20'*n	d_2	315+20*n	a_1^n	1015+5*n	X_{K^n}	42135+60*n
Линейные измерения, мм		d_3	2015-25*n	a_2^n	1040+7*n	Y_{K^n}	1055-5*n
		d_4	70-5*n	Отсчеты по линейке, мм		Z_B	-1200+100*n
$l_{II-Г1}$	2373+20*n	d_5	200			P_1	20+1*n
l_{II-III}	5217+100*n	d_6	95+5*n	P_2	15+3*n	$D_ш$	4000
l_{III-IV}	14165+200*n	d_7	2015-25*n				
		$d_Б$	5060				

В таблице: n-вторая цифра номера варианта.

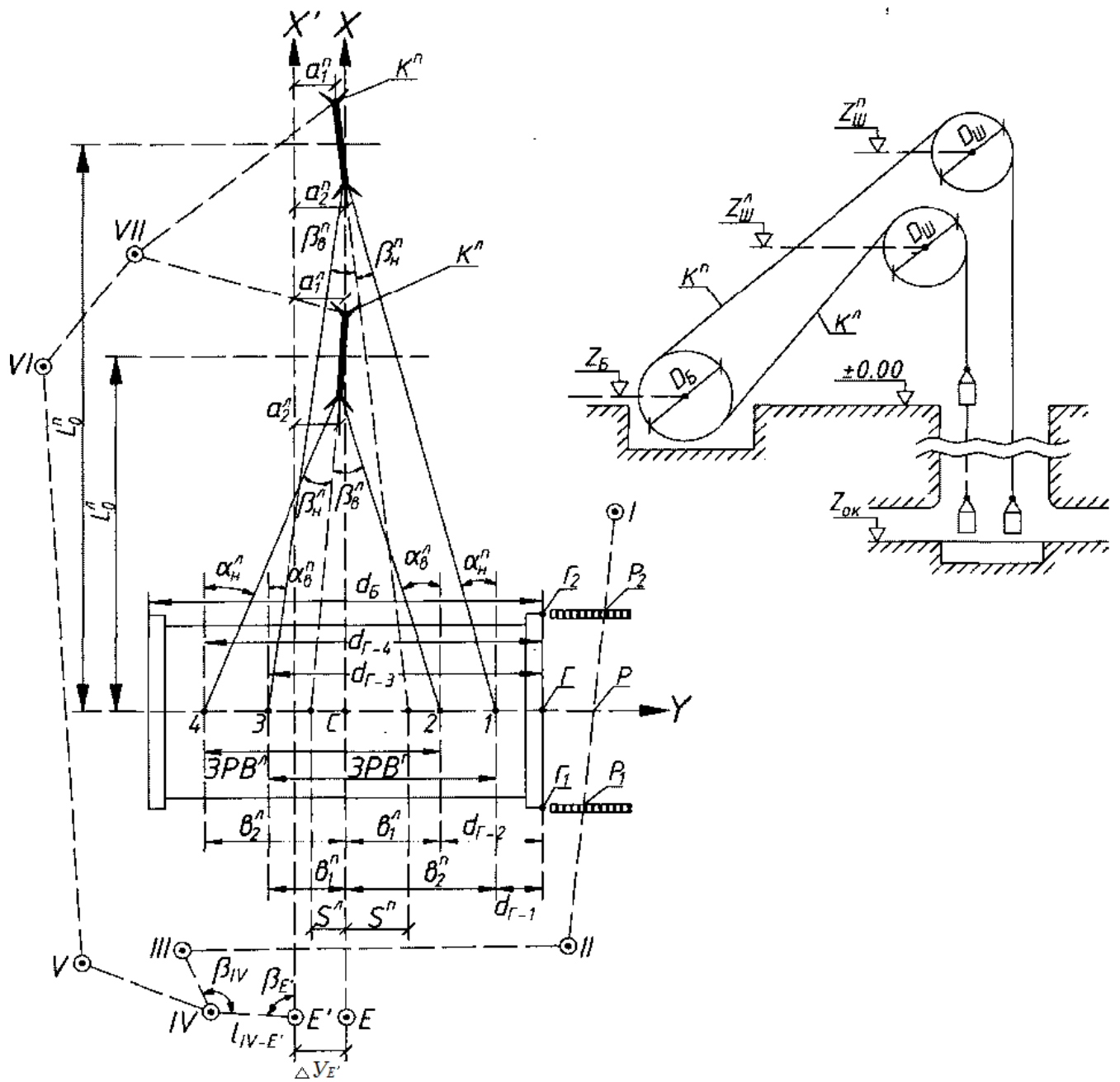


Рис 3.20 – Схема подъемной установки для вариантов 20-29

На рисунке точки Г, 1, 2, 3, 4 условно спроектированы с поверхности барабана на ось для удобства изложения материала

Таблица 3.6 – Исходные данные к схеме подъемной установки для вариантов 20-29

1		2		3		4	
Угловые измерения		Линейные измерения, мм		Линейные измерения, мм		Высотные отметки, мм	
угол	° ′						
		P_1	$21+1*n$	a'_1^n	$376+5*n$	$Z_{ш}^1$	29500
I-II-III	$269^{\circ}47',3+5'*n$	P_2	$29-2*n$	a'_2^n	$441+7*n$	$Z_{ш}^n$	35000
II-III-IV	$82^{\circ}14',6+20'*n$	$d_{Г-1}$	$360+10*n$	Координаты, мм		$Z_{б}$	$-1200+100*n$
Линейные измерения, мм		$d_{Г-2}$	$500+15*n$	X_c	0.000	Диаметры, мм	
		$d_{Г-3}$	$2580+10*n$	Y_c	0.000	$D_{б}$	6000
		$d_{Г-4}$	$2720+15*n$	X_K^1	$36185+100*n$	$D_{ш}$	5000
$l_{II-Г1}$	$2714+15*n$	$d_{б}$	3260	Y_K^1	$30-5*n$	Смещение оси X' относительно оси машины, мм	
$l_{II-Г2}$	$7621+10*n$	l_{C-E}	$26000+100*n$	X_K^n	$38170+100*n$		
l_{II-III}	$5183+9*n$	a_1^1	$417-5*n$	Y_K^n	$-18+5*n$	$Y_{E'}$	-400
l_{III-IV}	$10154+200*n$	a_2^1	$345-7*n$	Y_E	-0.00		

В таблице: n-вторая цифра номера варианта.

4. ОКОЛОСТВОЛЬНЫЙ ДВОР. ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ И МАРКШЕЙДЕРСКОЙ ПРОВЕРКИ ИХ

4.1 Общие сведения

Околоствольный двор представляет собой сложную сеть выработок, примыкающих к стволам шахты. Здесь происходит обмен порожних и груженых шахтных вагонеток, опускаемых и выдаваемых по стволу. В выработках околоствольного двора размещается оборудование, связанное с энергоснабжением, водоотливом, обслуживанием транспортных средств и т.п. По выработкам перемещаются люди, прокладываются кабельные сети и трубопроводы различного назначения, обеспечивается проветривание шахты

Выработки околоствольного двора, соединяясь между собой, образуют замкнутые «контуры», состоящие из прямолинейных и криволинейных участков, проходимых по радиусу (рис.4.1). Неотъемлемой частью «контура» являются стрелочные переводы рельсового пути. Геометрические параметры выработок и стрелочных переводов в них можно представить условным проектным полигоном. В замкнутом «контуре» полигон также замкнутый.

Проектный план околоствольного двора составляет специализированная проектная организация в масштабе 1:500, реже 1:1000. Фрагмент такого плана в мелком масштабе представлен на рис 4.2. На плане, с привязкой к осям стволов, даны линейные размеры прямолинейных участков, радиусы и углы поворота криволинейных участков, типы и расположение стрелочных переводов. В рабочих

чертежах даны сечения выработок и детальные параметры сопряжений выработок (рис. 4.1, б, в).

Маркшейдер обеспечивает проведение выработок околоствольного двора в строгом соответствии с проектом. Перед началом работ он должен:

- путем вычисления проектного полигона убедиться в отсутствии ошибок в проектной документации;

- вычертить в крупном масштабе проектный план околоствольного двора в системе координат принятой на шахте, с тем, чтобы ежемесячно пополнять его и графически контролировать проведение выработок в строгом соответствии с проектным планом.

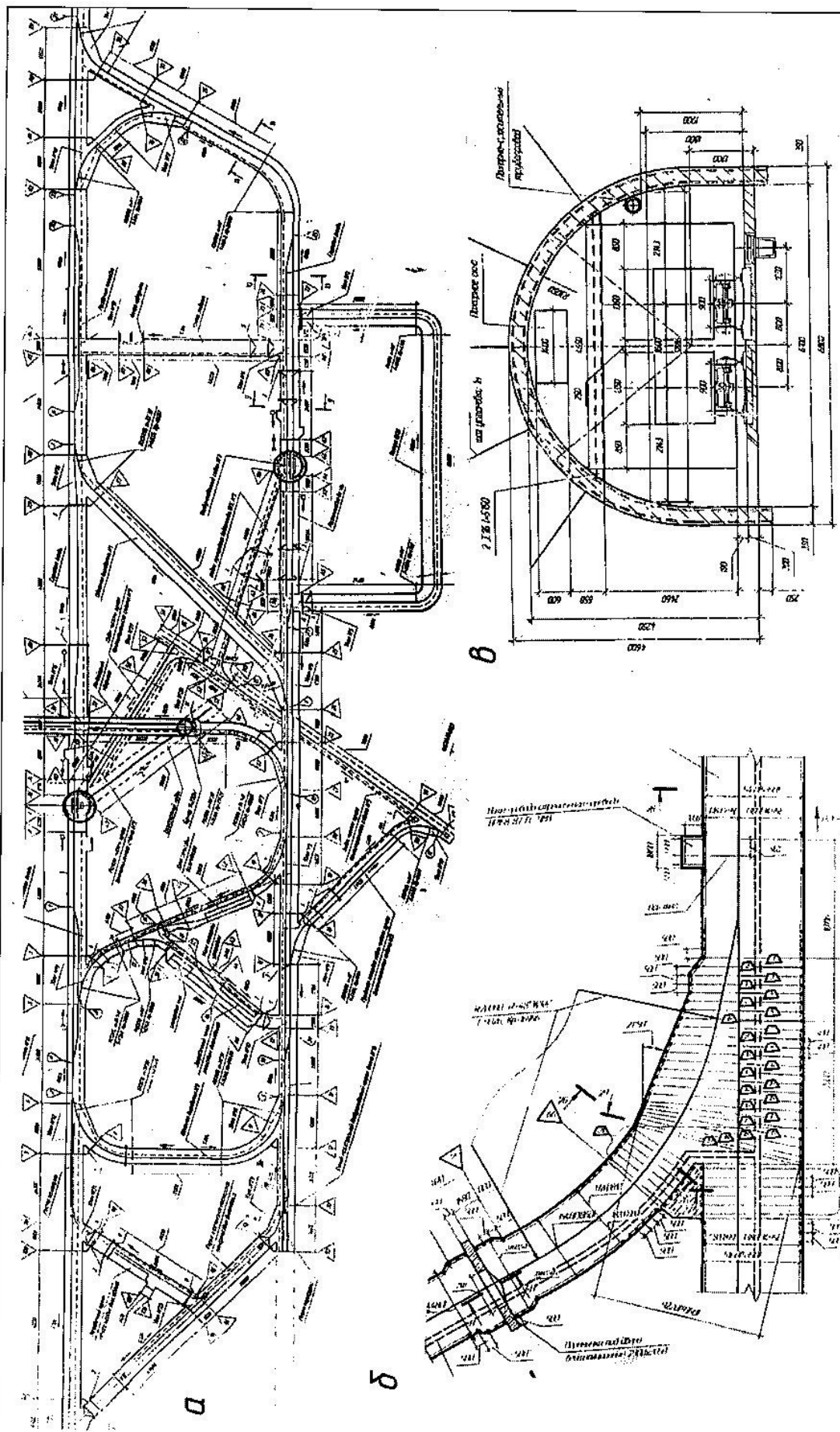


Рис 4.1. Проектный план околоствольного двора шахты (а), проект сопряжения выработок (б), сечение выработки(в).

На действующих шахтах также нередко имеет место проведение криволинейных сбоек между ранее пройденными выработками. Геометрические параметры таких сбоек маркшейдер рассчитывает самостоятельно. Приобретение навыков проектирования весьма полезно для студента.

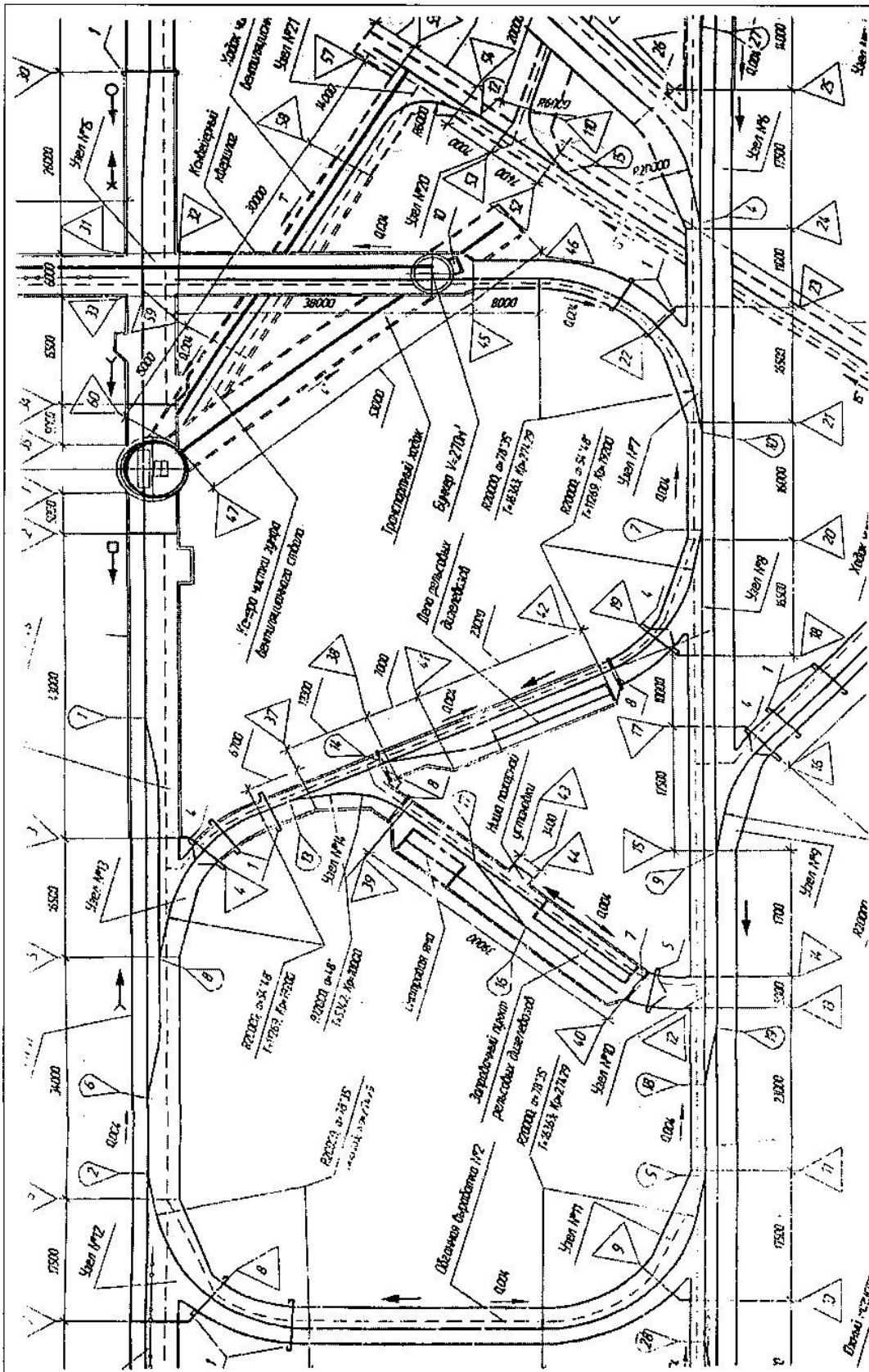


Рис. 4.2 Проектный план фрагмента околоствольного двора.

4.2 Составление проектного плана околоствольного двора

4.2.1 Геометрические параметры плана околоствольного двора

К первой группе геометрических параметров следует отнести линейные расстояния «*l*» между характерными точками выработок околоствольного двора: длины грузовых и порожняковых ветвей ствола и длины прямолинейных участков выработок; расстояния, указывающие на положение стрелочных переводов, сопряжений выработок, ниш и других характерных точек выработок (рис. 4.2).

Ко второй группе относятся параметры криволинейных участков выработок: радиус «*R*» дуги криволинейного участка; длина дуги «*K_p*»; угол поворота «*α*» оси выработки на дуге; длина «тангенсов» *T*. Под последними будем понимать длину касательных в начале и конце кривой до точки «*M*»-пересечения их (рис. 4.3).

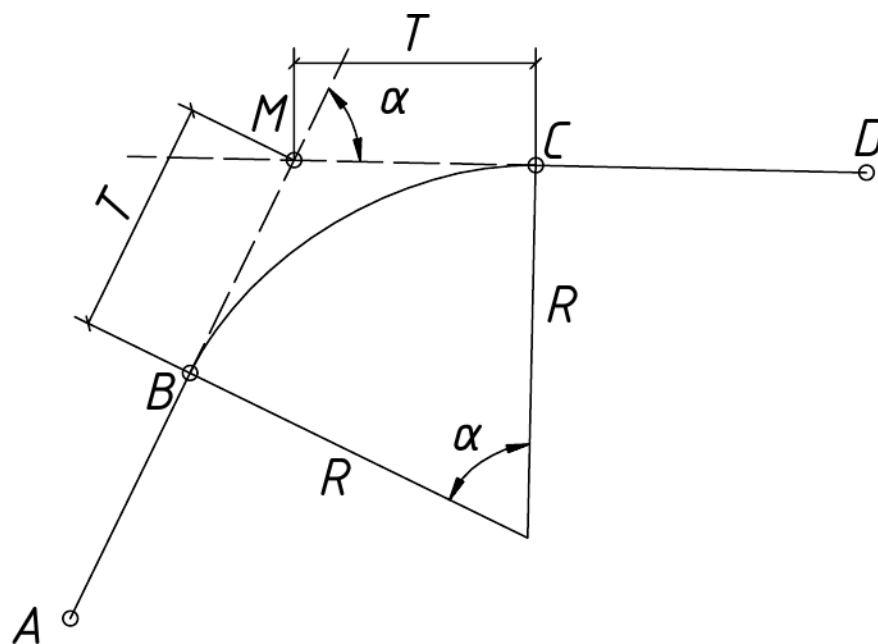


Рис. 4.3 – Параметры криволинейного участка выработки

R – радиус;

α – угол поворота оси;

M – точка пересечения касательных;

T – длина «тангенсов»;

K_p=*BC* – длина криволинейного участка (длина дуги);

AB, *CD* – прямолинейные участки выработки.

Между параметрами криволинейного участка существуют математические зависимости:

- длина криволинейного участка выработки (длина дуги)

$$K_p = \frac{\pi R \cdot \alpha}{180^\circ} \quad (4.1)$$

- длина «тангенсов»

$$T = R \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \quad (4.2)$$

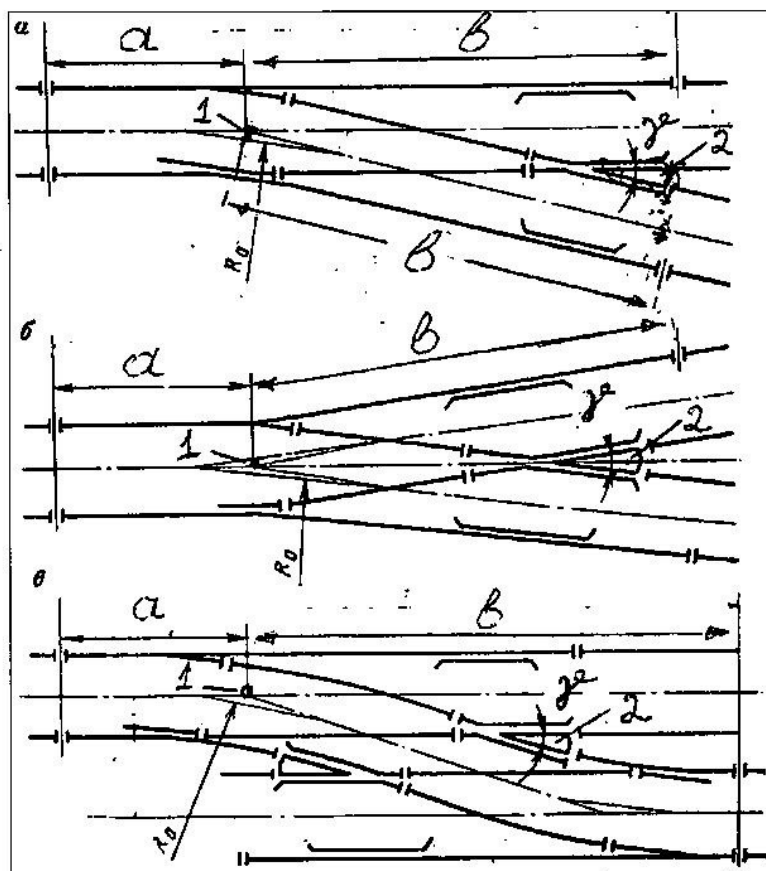


Рис. 4.4 – Схемы одностороннего стрелочного перевода (а), симметричного стрелочного перевода (б), съезда (в)

1 – центр перевода (точка пересечения осей рельсовых путей на крестовине);

2 – крестовина;

γ – угол крестовины (угол перевода – угол между осями рельсовых путей на крестовине);

a, b – линейные параметры перевода;

R_0 – радиус перевода.

К третьей группе относятся параметры стрелочных переводов рельсового пути. Схема стрелочных переводов и съездов представлена на рис.4.4, а технические характеристики (параметры) их в табл.4.1. Поясним смысл обозначения: колонка 1-типоразмер перевода; буквы обозначают тип перевода (ПО - односторонний, ПС – симметричный, С – съезд); затем трехзначное число, в котором первая цифра обозначает ширину колеи в дециметрах, две следующие – тип рельса (вес одного погонного метра в кг); последующая дробь указывает марку крестовины (отношения ширины к длине); число после дроби указывает радиус

переводной кривой (в метрах) в односторонних и симметричных переводах или расстояние в миллиметрах между осями рельсовых путей на съезде.

Угол поворота оси рельсового пути « γ » на стрелочном переводе непосредственно связан с маркой крестовины. Угол γ равен \arctan марки крестовины. С параметрами стрелочного перевода связаны начало или конец дуги криволинейного участка и параметры узла сопряжения двух выработок.

Таблица 4.1 - Технические характеристики (параметры) стрелочных переводов и съездов

Типоразмер	Колея, мм	Тип рельса	Марка крестовины	Радиус переводной кривой Rп, м	Размер, мм		γ
					a	b	градус
1	2	3	4	5	6	7	8
Односторонние переводы							
ПО624-1/2-4	600	P24	1/2	4	1250	1920	26,°5651
ПО624-1/3-8	600	P24	1/3	8	1300	2620	18,°4349
ПО624-1/4-12	600	P24	1/4	12	3400	3350	14,°0362
ПО924-1/2-6	900	P24	1/2	6	1560	2620	26,°5651
ПО924-1/3-8	900	P24	1/3	8	1300	3570	18,°4349
ПО924-1/4-12	900	P24	1/4	12	3520	4580	14,°0362
ПО933-1/4-12	900	P33	1/4	12	3730	4970	14,°0362
ПО924-1/5-20	900	P24	1/5	20	4230	5620	11,°3099
ПО933-1/5-20	900	P33	1/5	20	4350	6050	11,°3099
Симметричные переводы							
ПС624-3/5-4	600	P24	3/5	4	870	1590	30,°9638
ПС924-3/5-8	900	P24	3/5	8	1150	2120	30,°9638
ПС624-1/3-12	600	P24	1/3	12	2000	2550	18,°4349
ПС924-1/3-12	900	P24	1/3	12	2120	3430	18,°4349
ПС933-1/3-12	900	P33	1/3	12	2180	3830	18,°4349
ПС933-1/3-20	900	P33	1/3	20	2480	3830	18,°4349
Съезды							
С624-1/4-1213	600	P24	1/4	12	3400	8520	14,°0362
С924-1/4-1216	900	P24	1/4	12	3520	9820	14,°0362
С933-1/4-1216	900	P33	1/4	12	3730	10030	14,°0362
С924-1/5-2016	900	P24	1/5	20	4230	12150	11,°3099
С924-1/5-2018	900	P24	1/5	20	4230	13040	11,°3099
С933-1/5-2016	900	P33	1/5	20	4350	12270	11,°3099
С933-1/5-2018	900	P33	1/5	20	4350	13260	11,°3099

4.2.2 Расчет геометрических параметров выработок околоствольного двора и построение проектного плана

Проектный план околоствольного двора составляют в системе осей клетьевого ствола. Начинают с составления схемы выработок, примыкающих к вертикальным стволам шахты и выработок, образующих замкнутые контура. Затем схему последовательно пополняют примыкающими к ним выработками, в том числе и образующими следующие замкнутые контуры.

Особое внимание уделяется схеме рельсовых путей с расположенными на них стрелочными переводами. Учитываются: объемы породных и угольных поступлений; суточные графики работы стволов по выдаче угля и породы; рациональные схемы обмена вагонеток в околоствольном дворе; взаимное влияние выработок и крепость вмещающих пород; расположение выработок, вскрывающих угольные пласты; типовые схемы околоствольных дворов и отдельных выработок в них (водосборников, насосных камер, гаражей, камер ожидания, подземных электростанций и т.д.).

Проектированием околоствольных дворов занимаются высококвалифицированные специалисты проектных организаций. Здесь изложим лишь наиболее общие моменты составления проектного плана околоствольного двора, тем более, что они нередко имеют место и на действующих шахтах при соединении двух ранее пройденных выработок сбойкой с криволинейными участками.

Пусть, в результате глубокого анализа транспортных, технологических экономических и горно-геологических факторов принята принципиальная схема околоствольного двора на проектируемом к подготовке новом горизонте шахты, представленная на рис.4.5.

Методику графического построения проектного плана рассмотрим на примере «замкнутого контура» выработок, соединяющих опрокид с клетьевым стволом. Для построения используем параметры, значения которых рассчитаны с учетом приведенных выше факторов или известны с проектной документации.

Графические построения проектного плана производят в масштабе 1:500 по осям рельсового пути или по осям выработок на участках где две колеи расположены симметрично (на грузовой и порожняковой ветвях клетьевого ствола). Вычерчивание и дальнейшие вычисления производят в условной системе координат, с началом в центре ствола и направлением оси X по оси ствола (рис 4.5, 4.6).

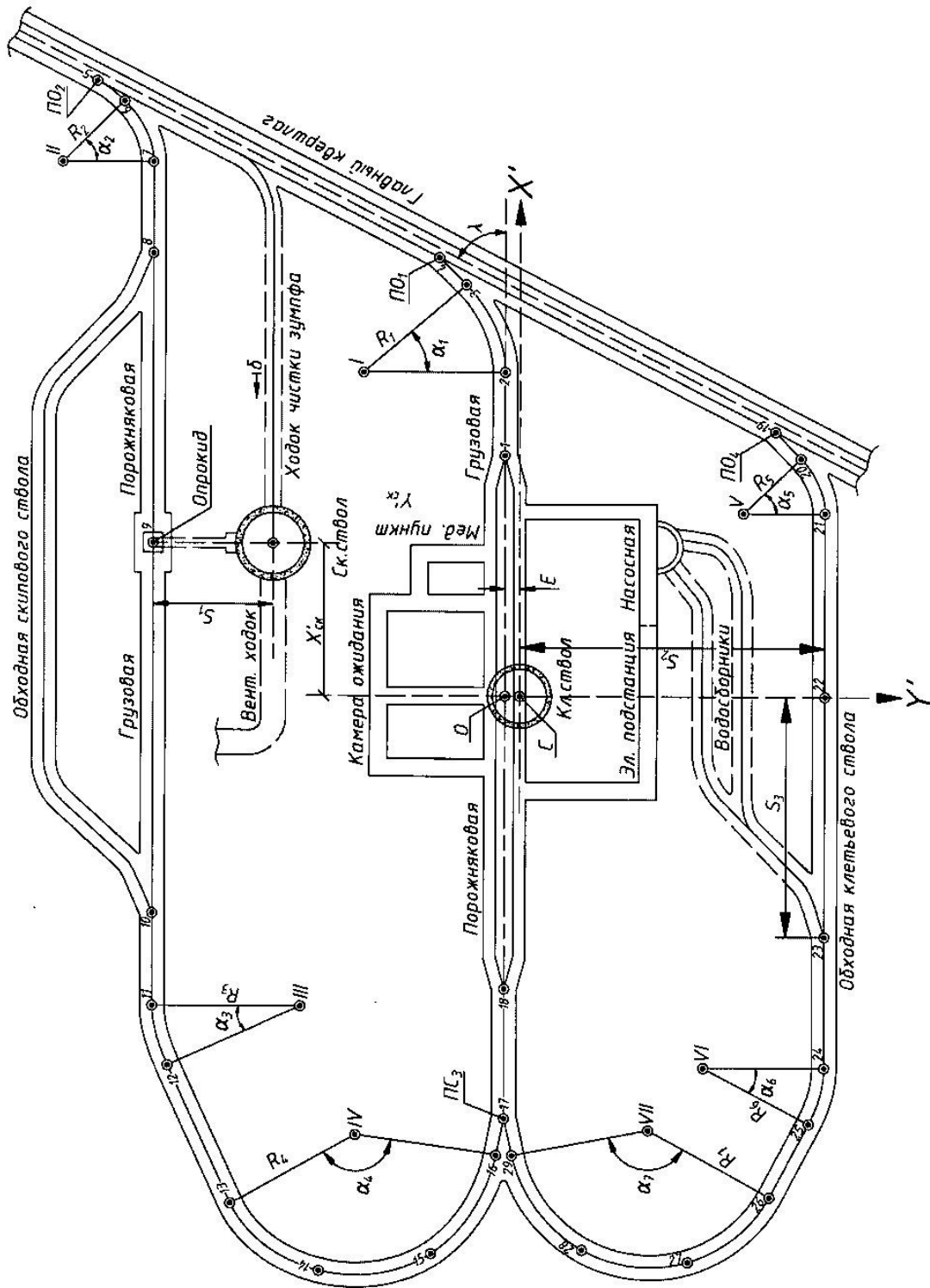


Рис. 4.5 Схема околоствольного двора с точками и обозначениями, используемыми в тексте

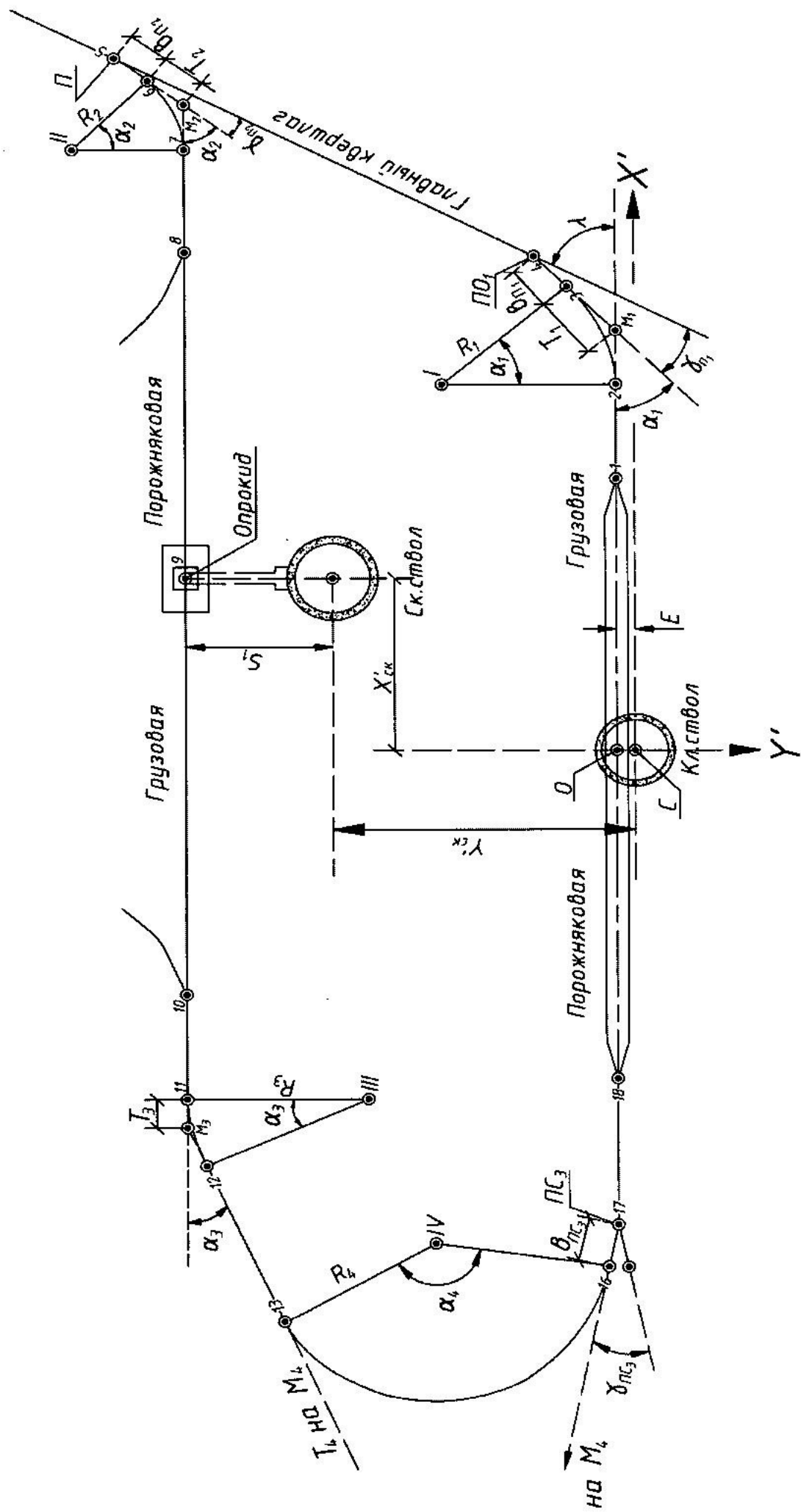


Рис.4.6 Схема к расчету линейных и угловых параметров в замкнутом контуре выработок околоствольного двора.

1. На лист бумаги наносят клетьевого ствола и условные координатные оси X' , Y' , совмещая их с осями ствола. По расстояниям l_{0-18} , l_{0-1} , l_{17-18} , l_{1-2} , l_{9-10} , l_{9-8} , l_{10-11} , E , $X'_{ск}$, $Y'_{ск}$, S_1 наносят: ось грузовой и порожняковой ветвей клетьевого ствола; скиповой ствол, центр опрокида (точка 9) и ось грузовой и порожняковой ветвей скипового ствола.

2. Вычерчивают участок проектного полигона на отрезке от клетьевого ствола до опрокида (0-1-2-...-5-6-7-8):

а) Откладывая по оси грузовой ветви расстояния l_{0-1} , l_{1-2} наносят точки 1, 2 (последняя является началом кривой);

б) С центра I описывают радиусом $R_1=20$ м дугу и проводят касательную к ней под углом $\lambda - \gamma_{П_1}$ к оси X' (где λ – заданный угол между осями квершлага и грузовой ветви; $\gamma_{П_1}$ – угловой параметр перевода ПО₁). Получают точку 3 – конец кривой. По касательной откладывают от точки 3 линейный параметр «b» стрелочного перевода ПО₁ и получают точку 4 (центр перевода). Из точки 4 под углом λ к оси ствола проводят ось рельсового пути главного квершлага.

в) От центра опрокида (точки 9) по порожняковой ветке скипового ствола откладывают расстояние l_{9-8} и получают точку 8. Их центра II описывают радиусом $R_2=12$ м дугу и под углом $\lambda - \gamma_{П_2}$ проводят касательную. Получают точку 6 (конец кривой). Из точки 6 по касательной откладывают линейный параметр перевода ПО₂ и получают точку 5. Если точка 5 окажется не на проектной линии, проведенной под углом λ из точки 4, то центр II кривой перемещают параллельно линии 9-8 до совмещения точки 5 с указанной выше линией. Получают положение точки 7 (конец кривой). Графически измеряют расстояние l_{4-5} .

3. Вычерчивают полигон на участке от опрокида до клетьевого ствола (9-11-12-...-18-0):

а) От точки 9 откладывают l_{9-10} , l_{10-11} и получают точку 11 (начало кривой).

б) Из центра III описывают дугу радиусом $R_3=20$ м. Из центра IV, расположенного на перпендикуляре с точки 16 к линии 17-16 (линия 17-16 под углом $\frac{\gamma_{П_3}}{2}$ к порожняковой оси) описывают дугу радиусом $R_4=20$ м. Проводят общую касательную к другим с центров III и IV. Получают прямолинейный участок l_{12-13} .

4. Заменяют дуги криволинейных участков «тангенсами» Т.

Продлевают касательные в начале и конце каждой кривой до взаимного пересечения в точках М. Получают проектный замкнутый полигон С-0-М₁-4-5-М₂-М₃-М₄-17-0-С, параметры которого уточняют аналитическими расчетами.

5. Аналогично строят полигоны по обходной клетьевого ствола и по обходной скипового ствола (рис. 4.5), «привязывая» их к пунктам рассмотренного выше замкнутого полигона между опрокидом скипового ствола и клетьевого ствола (рис. 4.6).

4.2.3 Аналитические расчеты параметров проектного полигона в «замкнутом контуре» выработок (с использованием значений «тангенсов» Т)

Вычисления ведут в принятой условной системе координат. Методику рассмотрим на примере замкнутого контура «клетевой ствол-опрокид», т.е. в контуре 0-1-2-...-16-17-18-0 (рис. 4.5, рис. 4.6).

1. По заданным параметрам прямолинейных участков вычисляют координаты их конечных точек (рис.4.6):

а) Используя значения E, l_{0-1}, l_{1-2} получают координаты X'_2, Y'_2 ;

б) Используя значения E, l_{0-18}, l_{18-17} получают координаты X'_{17}, Y'_{17} . Пусть в результате вычислений получены:

$$Y_2 = -0,150, X_2 = 45,400; Y_{17} = -0,150, X_{17} = -61,200; \alpha_{1-2} = 0^\circ, \alpha_{18-17} = 180^\circ$$

в) Используя в качестве исходных, условные координаты скипового ствола $X'_{ск}, Y'_{ск}$, расстояние S_1 , вычисляют координаты точки 9 и затем по расстояниям $l_{9-8}, l_{9-10}, l_{10-11}$ координаты точек 8, 11. Пусть получены:

$$Y_8 = 48,700, X_8 = 65,400; Y_{11} = -48,700, X_{11} = -45,300; \alpha_{9-8} = 0^\circ, \alpha_{10-11} = 180^\circ$$

2. Производят аналитическое уточнение параметров на участке полигона 2-М₁-4-5-М₂-7-8:

а) В центрах I, II вычисляют: угол поворота α , длину дуги K_p , длину «тангенсов» Т.

Из рис. 4.6:

$$\alpha = \lambda - \gamma \quad (4.3)$$

где λ - заданный проектом угол между осями грузовой ветви клетового ствола и осью главного квершлага;

γ - угловой параметр стрелочного перевода.

Пусть в нашем примере $\lambda = 61^\circ,5$. Тогда:

$$\alpha_1 = \lambda - \gamma_1 = 61^\circ,5 - 11^\circ,3099 = 50^\circ,1901$$

$$\alpha_2 = 61^\circ,5 - 14^\circ,0362 = 47^\circ,4638$$

Длины дуг и тангенсов определяем по формулам 4.1 и 4.2

$$K_{p1} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 50^\circ,1901}{180} = 17,511$$

$$K_{p2} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 47^\circ,4638}{180} = 9,931$$

$$T_1 = 20,0 \cdot \operatorname{tg} \frac{50^\circ,1901}{2} = 9,367$$

$$T_2 = 12,0 \cdot \operatorname{tg} \frac{47^\circ,4638}{2} = 5,276$$

б) В таблице 4.2 вычисляют координаты на отрезке проектного полигона 2-М₁-4-5- М₂-7

Значения углов в колонке 2 определяют в соответствии с рис.4.6 с учетом значений углов поворота α в центрах I, II и угловых параметров стрелочных

переводов ПО₁, ПО₂ в точках 4,5. Контролем является β – дирекционный угол стороны М₂– 7, который по условиям схемы должен быть равен 180°.

Длины сторон в колонке 4 определяют с учетом значений «тангенсов» Т и линейных параметров «в», стрелочных переводов ПО₁, ПО₂. Длину стороны 4-5 измеряют графически и в колонке 4 записываем как предварительное значение (в нашем примере 49,200).

Поскольку точка 7 должна находиться на линии 9-8, то в колонке 4 вычисляют невязку:

$$f_y = \Sigma \Delta Y_{\phi} - \Delta Y_T \quad (4.4)$$

где $\Delta Y_T = Y_8 - Y_2$

На полученную невязку исправляют приращение ΔY_{4-5} , устраняя тем самым невязку по оси ординат.

По исправленному значению ΔY_{4-5} вычисляют исправленное значение длины стороны:

$$l_{4-5 \text{ испр}} = \frac{\Delta Y_{4-5 \text{ испр}}}{\sin \alpha_{4-5}} \quad (4.5)$$

и исправляют значение приращения абсцисс на стороне 4-5:

$$\Delta X_{4-5 \text{ испр}} = l_{4-5 \text{ испр}} \cdot \cos \alpha_{4-5} \quad (4.6)$$

После этого в колонках 7,8 вычисляют координаты. Частичным контролем является равенство $Y_{M_2} = Y_7 = Y_8$

Таблица 4.2 - Вычисление проектного полигона на участке 2-М₁-4-5-М₂-7 (рис.4.6)

№№ точек	Левый угол β , °	Дирекционный угол α , °	Длина стороны, м	ΔY , м	ΔX , м	Y, м	X, м
1	2	3	4	5	6	7	8
2						-0,150	45,400
		0°,0000	9,367	0,000	9,367		
М ₁	129°,8099					-0,150	54,767
		309°,8099	15,417	-11,843	9,871		
4	168°,6901		50,361*	-44,258*	24,030*	-11,993	64,638
		298°,5000	49,200	-43,238	23,476		
5	14°,0362					-56,251	88,668
		132°,5362	10,242	+7,551	-6,928		
М ₂	227°,4638					-48,700	81,740

Продолжение табл. 4.2

		180°,0000	5,276	0,000	-5,276		
7						-48,700	76,464

$$\Sigma\beta=540^{\circ},0000$$

$$\Sigma_{\Delta Y\phi}=-47,530$$

$$\Sigma_{\Delta Y_T}=-48,550$$

$$f_Y=+1.020$$

$$\Delta Y_{4-5 \text{ испр}}=-44,258$$

$$\Sigma_{\Delta Y \text{ испр}}=-48,550$$

В табл. 4.2 со знаком * - исправленные значения для ликвидации f_Y

в) Вычисляют расстояние:

$$l_{7-8} = X_7 - X_8 \quad (4.7)$$

и сравнивают (для грубого контроля) с графически измеренным l_{7-8} .

3. Аналитически определяют параметры проектного полигона на участке 11 – М3 – М4 – 17. В отличие от предыдущего, на данном участке нет жесткой привязки каждого угла поворота на криволинейном участке к заранее заданному направлению λ , это вносит определенные коррективы в методику расчетов. Между координатами начальной и конечной точек рассматриваемого участка и параметрами полигона существует сложная математическая связь. Поэтому рациональнее параметры полигона определять методом последовательных приближений.

Определяют параметры полигона в первом приближении:

а) Графически измеряют углы поворота в центрах III, IV и уравнивают их в первом приближении. Пусть измеренные значения оказались равны $\alpha_3 = 26^{\circ},5$, $\alpha_4 = 146^{\circ},2$

Согласно рис. 4.6 должно соблюдаться равенство:

$$\alpha_3 + \alpha_4 = \alpha_{10-11}^D - \alpha_{16-17}^D \quad (4.8)$$

где α^D – дирекционный угол стороны.

Тогда невязка в углах поворота α равна:

$$f_{\alpha} = (\alpha_3 + \alpha_4) - (\alpha_{10-11}^D - \alpha_{16-17}^D) \quad (4.9)$$

Поправка в графически измеренные значения углов поворота равна:

$$\Delta\alpha = -\frac{f_{\alpha}}{2} \quad (4.10)$$

В нашем примере:

$$\alpha_{16-17} = \alpha_{18-17} + \frac{\gamma_{\text{ПС}_3}}{2} \pm 180^\circ$$

$$\alpha_{16-17} = 180 + \frac{18^\circ,4349}{2} \pm 180^\circ = 9^\circ,2175$$

$$f_\alpha = (26^\circ,5 + 146^\circ,2) - (180^\circ - 9^\circ,2175) = 1^\circ,9175$$

$$\Delta\alpha = -0^\circ,95875$$

Исправленные значения:

$$\alpha_{3 \text{ испр } 1} = 26^\circ,5 - 0,9587 = 25^\circ,5413$$

$$\alpha_{4 \text{ испр } 1} = 146^\circ,2 - 0,9588 = 145^\circ,2412$$

б) По исправленным (в первом приближении) значениям углов α вычисляем по формуле 4.2 «тангенсы» Т:

$$T_3 = 20.0 \operatorname{tg} \frac{25^\circ,5413}{2} = 4,533 \text{ м}$$

$$T_4 = 20.0 \operatorname{tg} \frac{145^\circ,2412}{2} = 63,901 \text{ м}$$

в) В табл. 4.3 вычисляют в первом приближении координаты вершин полигона 10 - 11 - М₃ - М₄ - 17 - 18. Методика определения углов, длин сторон и вычисления координат аналогична рассмотренной ранее в табл. 4.2.

Но предварительную длину стороны М₃ - М₄ рекомендуется определить из выражения:

$$l_{\text{М}_3\text{-М}_4} = T_3 + l_{12-13} + T_4,$$

где l_{12-13} - графически измеренное по рис. 4.6 значение прямолинейного участка.

В результате вычислений по параметрам первого приближения и устранения невязки f_Y получено $X_{17} = -61,879$, а должно быть $X_{17} = -61,200$ (по проектным l_{0-18} , l_{18-17}).

$$\text{Невязка } f_X = -61,879 - (-61,200) = -0,679 \text{ м.}$$

При этом точка 17 оказалась на 0,679 м. левее проектного положения ее по исходным расстояниям l_{0-18} , l_{18-17} (рис 4.6).

Таблица 4.3 - Вычисление координат проектного полигона на отрезке 11-М₁-М₄-17 по параметрам 1-го приближения (рис.4.6)

№№ точек	Левый угол β , °	Дирекционный угол α , °	Длина стороны, м	ΔY , м	ΔX , м	Y, м	X, м
1	2	3	4	5	6	7	8
11						-48,700	-45,306
		180°,0000	4,533	0,000	-4,533		
М ₃	154°,4587		87,441*	37,701*	-78,896*	-48,700	-49,839
		154°,4587	90,034	38,819	-81,235		
М ₄	34°,7588					-10,999	-128,735
		9°,2175	67,731	10,849	66,856		
17	170°,7825					-0,150	-61,879
		0°,0000					
18							

Продолжение табл. 4.3

$\Sigma\beta=360^{\circ},0000$	$\Sigma\Delta Y_{\phi}=49,668$	Должно быть на точке 17	
$\Sigma\Delta Y_T=48,550$		-0,150	-61,200
$f_Y=+1,118$		$f_Y=0$	$f_X=-0,679$
$\Sigma\Delta Y_{\text{испр}}=48,550$			

«Звездочкой» * обозначены исправленные величины для устранения невязки f_Y .

Для устранения невязки f_X необходимо произвести расчеты параметров проектного полигона 11 - M_3 - M_4 - 17 во втором приближении при измененных значениях углов поворота α_3, α_4 :

а) Определяются поправки $\Delta\alpha$ в углы поворота α_3, α_4 и новые значения углов. Учитывая необходимость соблюдения равенства (4.9) поправки $\Delta\alpha$ в углы поворота α_3, α_4 должны быть равны между собой по модулю, но противоположны по знаку. Очевидно, что на величину $\Delta\alpha$ с обратным знаком будут изменены соответственно и углы полигона β в точках M_3 и M_4 . Тогда для ликвидации невязки должно соблюдаться равенство (рис 4.6):

$$\frac{|\Delta\alpha| \cdot \Delta Y_{M_3-17}}{\rho} - \frac{|\Delta\alpha| \cdot \Delta Y_{M_4-17}}{\rho} = |f_X|$$

$$\frac{|\Delta\alpha|}{\rho} \cdot (\Delta Y_{M_3-17} - \Delta Y_{M_4-17}) = |f_X|$$

$$\frac{|\Delta\alpha|}{\rho} \cdot (\Delta Y_{M_3-M_4}) = |f_X|$$

Откуда:

$$|\Delta\alpha| = \frac{|f_X| \cdot \rho}{\Delta Y_{M_3-M_4}} \quad (4.11)$$

где: $|f_X|$ – абсолютное значение невязки по результатам вычислений в табл.4.3;

$\Delta Y_{M_3-M_4}$ – исправленное приращение ординат на стороне M_3-M_4 по табл.4.3.

В нашем примере:

$$|\Delta\alpha| = \frac{0,679 \cdot 57,2958}{37,701} = 1^{\circ},0228$$

С учетом знака невязки f_X исправленные значения α равны:

$$\alpha_3 = 25^{\circ},5413 + 1^{\circ},0228 = 26^{\circ},5641$$

$$\alpha_4 = 145^{\circ},2412 - 1^{\circ},0228 = 144^{\circ},2184$$

Контроль по формуле (4.8):

$$26^{\circ},5641 + 144^{\circ},2184 = 180^{\circ} - 9^{\circ},2175$$

Соответственно исправленные значения углов β в точках M_3, M_4 :

$$\beta_{M_3} = 154^{\circ},4587 - 1^{\circ},0228 = 153^{\circ},4359$$

$$\beta_{M_4} = 34^{\circ},7588 + 1^{\circ},0228 = 35^{\circ},7816$$

б) Вычисляют по формуле 4.2 «тангенсы» Т на криволинейных участках:

$$T_{32} = 20.0 \operatorname{tg} \frac{26^{\circ},5641}{2} = 4,721$$

$$T_{42} = 20.0 \operatorname{tg} \frac{144^{\circ},2184}{2} = 61,955$$

в) Вычисляют в табл. 4.4 координаты проектного полигона на участке 11 - М₃ - М₄ - 17 во втором приближении по исправленным параметрам α и Т.

Получили невязку $f_x = +0,088$ м, т.е. точка 17 оказалась на 0,088 м правее проектного положения.

Невязка не велика и ей можно пренебречь с точки зрения проведения выработок. Но для соблюдения математической увязки рекомендуется устранить невязку f_x путем увеличения начального проектного расстояния l_{10-11} и, следовательно, изменением проектной абсциссы точки 11.

$$l_{10-11 \text{ испр}} = l_{10-11} + f_x, \quad X_{11 \text{ испр}} = X_{11} + (-f_x)$$

В нашем случае:

$$l_{10-11 \text{ испр}} = 13,000 + 0,088 = 13,088$$

$$X_{11 \text{ испр}} = -45,300 + (-0,088) = -45,388$$

Ордината Y_{11} остается проектной, т.е. $Y_{11} = -48,700$

Исправленные значения абсцисс в полигоне 11 - М₃ - М₄ - 17 приведены в колонке 9 табл. 4.4

Таблица 4.4 - Вычисление координат проектного полигона на участке 11-М₃-М₄-17 при втором приближении (рис.4.6)

№№ точек	Левый угол β, °	Дирекционный угол α, °	Длина стороны, м	ΔY, м	ΔX, м	Y, м	X, м	Исправленные значения X, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
11						-48,700	-45,300	-45,388
		180°,0000	4,721	0,000	-4,721			
М ₃	153°,4359		85,000*	38,012*	-76,027*	-48,700	-50,021	-50,109
		153°,4359	87,441	39,104	-78,210			
М ₄	35°,7816					-10,688	-126,048	-126,136
		9°,2175	65,785	10,538	64,936			
17	170°,7825					-0,150	-61,112	-61,200
		0°,0000						
18						Должно быть на точке 17		
Σβ=360°,0000				ΣΔY _ф =49,642		-0,150	-61,200	-61,200
				ΣΔY _т =48,550				
				f _Y =+1.092		f _Y =0,00	f _X =+0,088	f _X =0.00
				ΣΔY _{испр} =48,550				

«Звездочкой» * обозначены исправленные величины для устранения невязки f_Y .

4. Аналогично рассчитываются параметры в контурах выработок с обходной клетьевого ствола и обходной скипового ствола (рис. 4.5). При этом точки примыкания к ранее вычисленному полигону считаются жесткими.

4.2.4 Составление рабочих чертежей и проектного плана выработок околоствольного двора

Параллельно с расчетами параметров проектных полигонов ведут составление рабочих чертежей: узлов сопряжения выработок, сечений выработок, различных камер с привязкой их к стволам и другим объектам. (Пример узла сопряжения и сечения представлен на рис. 4.1). Детализируют: протяженность выработок различного сечения, расположение различных ниш, стрелочных переводов и съездов, направление воздушных потоков и т.п.

С учетом сказанного проектировщики вычерчивают в масштабе 1:500 проектный план выработок околоствольного двора с указаниями основных размеров и параметров, приведенных на рис. 4.2. Проектный план является основным графическим документом для проведения выработок околоствольного двора при строительстве шахты.

4.3 Замена криволинейных участков хордами и составление проектного маркшейдерского плана околоствольных выработок

В проектной документации геометрические параметры выработок околоствольного двора даны с привязкой к осям ствола (рис. 4.1, 4.2). Для практического использования и получения параметров для задания направлений горным выработкам маркшейдер заблаговременно вычисляет проектный полигон и вычерчивает проектный план околоствольного двора (или его фрагмента) в государственной системе координат. Это позволяет ежемесячно пополнять план по результатам съемки и графически контролировать соответствие фактического положения забоев проходимых выработок проекту.

Вычисление проектного полигона производится с заменой криволинейных участков хордами, поскольку точки М пересечения касательных к дугам находятся в горном массиве и не могут быть использованы для задания направления. Хорды не должны касаться проектного положения стенок выработки (необходима прямая видимость по линии хорды), а количество их должно быть минимальным.

Методику рассмотрим на примере криволинейного участка выработки 13 - 14 - 15 - 16 (рис. 4.7).

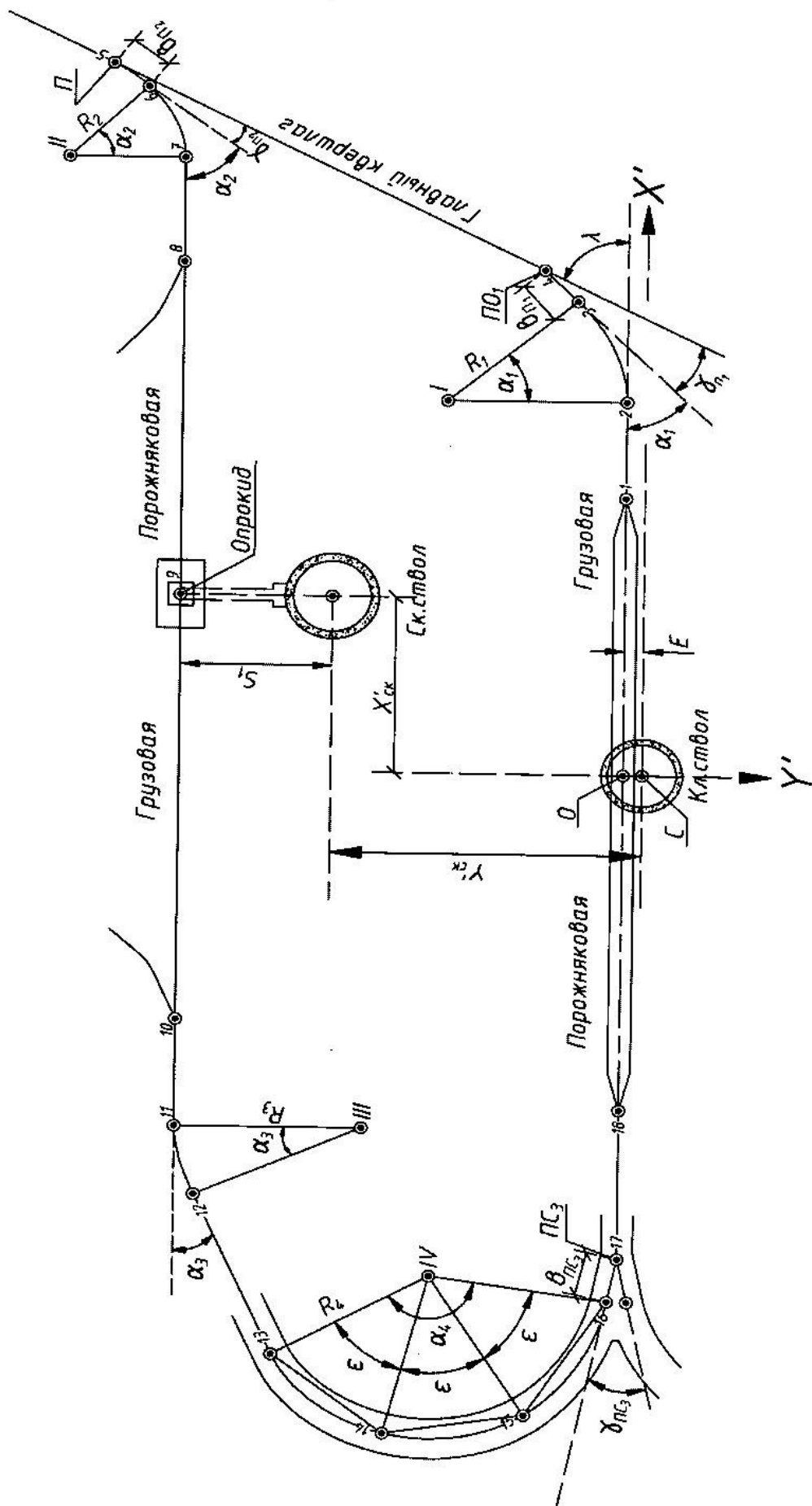


Рис. 4.7 Схема проектного полигона в замкнутом контуре выработок околостольного двора с заменой криволинейных участков хордами.

1. По проектным значениям радиуса R_4 , угла поворота α_4 и проектного сечения выработки вычерчивают в крупном масштабе план криволинейного участка выработки (рис.4.8). Определяют количество «n» хорд, не соприкасающихся со стенками выработки.

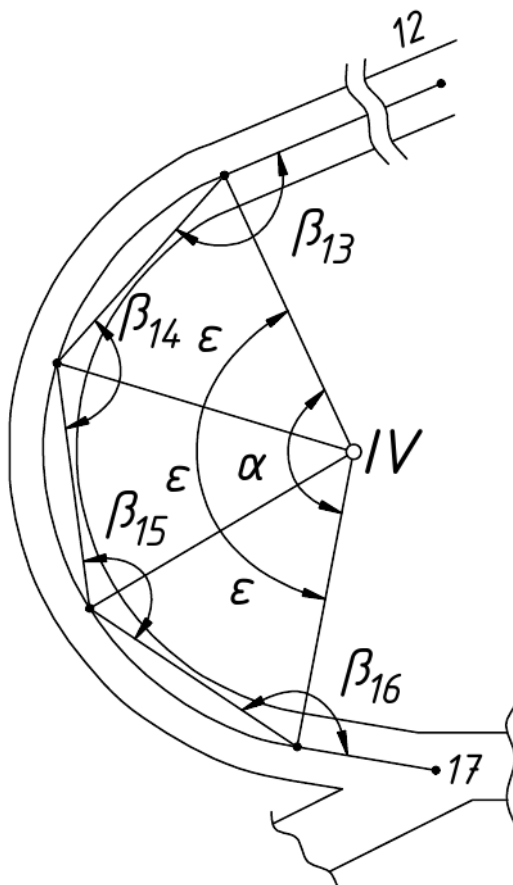


Рис. 4.8 – Схема к расчету длин хорд и внутренних углов при хордах

2. Вычисляют центральный угол ϵ для одной хорды, длину хорды l_x , внутренние углы β при хордах.

Из рис. 4.8:

$$\epsilon = \frac{\alpha}{n} \quad (4.12)$$

$$l_x = 2R \cdot \sin \frac{\epsilon}{2} \quad (4.13)$$

Внутренние углы в начальной и конечной точках кривой равны (рис. 4.8):

$$\beta_{13} = \beta_{16} = 180^\circ - \frac{\epsilon}{2} \quad (4.14)$$

Углы в промежуточных точках:

$$\beta_{14} = \beta_{15} = 180^\circ - \varepsilon \quad (4.15)$$

В нашем примере:

$$\alpha = 144^\circ,2184$$

$$\varepsilon_4 = \frac{144^\circ,2184}{3} = 48^\circ,0728$$

$$l_x = 2 \cdot 20 \cdot \sin \frac{48^\circ,0728}{2} = 16,293 \text{ м}$$

$$\beta_{13} = \beta_{16} = 180^\circ - \frac{48^\circ,0728}{2} = 155^\circ,9636$$

$$\beta_{14} = \beta_{15} = 180^\circ - 48^\circ,0728 = 131^\circ,9272$$

Аналогично производится замена хордами на других криволинейных участках полигона. В нашем примере (рис.4.7):

$$\alpha_1 = 50^\circ,1901, \quad \alpha_2 = 47^\circ,4638, \quad \alpha_3 = 26^\circ,5641, \quad R_1 = R_3 = 20,0 \text{ м}, \quad R_2 = 12,0 \text{ м}, \\ l_{2-3} = 16,965 \text{ м}, \quad l_{6-7} = 9,659 \text{ м}, \quad l_{11-12} = 9,190 \text{ м}, \quad \beta_2 = \beta_3 = 154^\circ,9050, \quad \beta_6 = \beta_7 = \\ 156^\circ,2881, \quad \beta_{11} = \beta_{12} = 166^\circ,7180.$$

Определив линейные и угловые параметры на участках хорд, переходят к вычислению полигона 0 - С - 1 - 2 - 3 - 4.....18 - С - 0 с вершинами в характерных точках выработок (рис.4.7).

В качестве исходных используют координаты центра ствола и фактический дирекционный угол оси порожняковой и грузовой ветви (дирекционный угол оси ствола). Сторонами хода являются: известные с проектной документации или вычисленные расстояния на прямолинейных участках; вычисленные длины хорд на криволинейных участках; параметры «в» стрелочных переводов П0₁, П0₂, ПС₃. Левыми углами хода являются: угол С - 0 - 1, равный 270° из проектной документации; вычисленные углы при хордах в центрах I, III, IV; дополнение к 360° углов при хорде центра II, поскольку центр расположен справа от хода; дополнение к 180° к угловому параметру $\gamma_{п1}$ на стрелочном переводе П0₁ в точке 4, угол $\gamma_{п2}$ на стрелочном переводе П0₂ в точке 5; дополнение к 180° к половине $\gamma_{пс3}$ на симметричном стрелочном переводе ПС₃ в точке 17. В качестве исходных параметров приняты: координаты центра клетового ствола Y = 15170,00; X = 21180,00; дирекционный угол оси ствола (оси грузовой ветви) $\alpha = 82^\circ 00'$

Фрагмент вычислений представлен в табл. 4.5. Для вычисления использовать исправленное значение l_{10-11} (см. 4.2.3). Невязка хода должна быть минимальной, поскольку она связана только с округлениями.

Таблица 4.5 - Фрагмент вычисления проектного полигона в государственной системе координат с заменой криволинейных участков хордами

№№ точек	Левый угол $\beta, ^\circ$	Дирекционный угол $\alpha, ^\circ$	Длина стороны, м	$\Delta Y, \text{ м}$	$\Delta X, \text{ м}$	Y, м	X, м
1	2	3	4	5	6	7	8
С						15170,00	21180,000
		352°,0000	0,150	-0,021	0,149		

Продолжение табл. 4.5

0	270°,0000					15169,979	21180,149
		82°,0000	35,000	34,659	4,871		
1	180°,0000					15204,638	21185,020
		82°,0000	10,400	10,299	1,447		
2	154°,9056					15214,937	21186,467
	56	56°,9050	16,965	14,213	9,263		
3	154°,9050					15229,150	21195,730
	30	31°,8100	6,050	3,189	5,141		
4	168°,6901					15232,339	21200,871
	78	20°,5001	50,361	17,637	47,172		
5						15249,976	21248,043

По результатам вычислений вычерчивают в государственной системе координат рабочий проектный маркшейдерский план фрагмента околоствольного двора в масштабе 1:500 (рис. 4.9):

1. По координатам наносят вершины проектного полигона.
2. Наносят оси рельсовых путей и проставляют типы стрелочных переводов (марку крестовин).
3. По данным рабочих чертежей и проектных сечений вычерчивают контуры выработок. Проставляют расстояния между характерными точками прямолинейных участков и параметры криволинейных участков: угол поворота α , радиус R , длина дуги K_p .
4. После высотной увязки (см. 4.4) проставляют высотные отметки и проектные уклоны.

4.4 Высотная увязка по выработкам околоствольного двора

Высотная увязка необходима: для смыкания в вертикальной плоскости выработок проходимых встречными забоями; для обеспечения нормального стока воды с любой точки выработок околоствольного двора; для создания безопасного профиля рельсового пути.

Уклон рельсового пути допускается в пределах $0,003 \div 0,005$. Сток воды должен быть к водосборнику (к точке 23 на рис 4.5). Лишь на участке грузовой ветви (на участке 0 - 1) рекомендуется уклон в сторону клетьевого ствола, что необходимо для улучшения условий откатки вагонеток для погрузки в клеть. Согласно схеме (рис 4.5) наиболее высокую отметку рельсовый путь должен иметь в точке 9 опрокида, наиболее низкую в точке 23 обходной клетьевого ствола (в точке сопряжения с выработкой водосборника).

Высотная увязка предусматривает определение проектных высотных отметок в характерных точках последовательно, начиная от приемной площадки клетьевого ствола:

$$Z_K = Z_{K-1} + l_K \cdot i_{K \text{ пр}} \quad (4.16)$$

где K - условный номер точки в выработке околоствольного двора;

l_K - протяженность рассматриваемого участка;

$i_{K \text{ пр}}$ - принимаемый проектный уклон на рассматриваемом участке.

Длины l_K определяются проектным планом околоствольного двора (в производимых ниже вычислениях l_K измерены по проектному плану масштаба 1:500). Проектный уклон $i_{K \text{ пр}}$ в пределах до $\pm 0,005$ определяется проектантом с учетом: необходимости нормального стока воды, взаимной увязки различных выработок, безопасной работы электровозного транспорта.

Методику высотной увязки рассмотрим на примере замкнутого контура выработок клетевой ствол - обходная клетевая ствол:

1. Пусть отметка приемной площадки у клетевой ствола равна - 600,000 м

Примем уклон минус 0,003 от ствола на участке 0 - 18 и плюс 0,003 от ствола на участке 0 - 1, что необходимо для нормальных условий обмена вагонеток (рис. 4.5). Тогда:

$$Z_{18} = - 600,000 + 42 \cdot (-0,003) = - 600,126$$

$$Z_1 = - 600,000 + 42 \cdot (+0,003) = - 599,874$$

2. Учитывая, что по главному квершлагу поступает большой объем воды из добычных участков, принимаем уклон минус 0,005 на участке

1 - 2 - 4 - 19 - 20...23. Тогда:

$$Z_4 = - 599,874 + 34 \cdot (-0,005) = - 600,044$$

$$Z_{23} = - 600,044 + 129 \cdot (-0,005) = - 600,689$$

3. Рассчитываем уклон на участке 18 - 17 - 29...23 и высотную отметку в точке 17:

$$i_{18-23} = \frac{- 600,689 - (-600,126)}{110} = - 0,005$$

$$Z_{17} = - 600,126 + 19 \cdot (-0,005) = - 600,221$$

Аналогично производится высотная увязка в замкнутом контуре клетевой ствол - опрокид у скипового ствола. При этом Z_4 , Z_{17} принимаются жесткими из предыдущей увязки:

1. Учитывая большой приток воды по главному квершлагу из добычных участков принимаем уклон плюс 0,005 на участке 4 - 5 - 6...9. Тогда

$$Z_9 = - 600,044 + 122 \cdot (+0,005) = - 599,434$$

2. Проверяем уклон в контуре 9 - 10 - 11...16 - 17.

$$i_{9-17} = \frac{\Delta Z_{9-17}}{l_{9-17}} = \frac{- 600,221 - (-599,434)}{154} = - 0,005$$

По результатам высотной увязки вычисляют проектные отметки в промежуточных характерных точках: на стрелочных переводах, в начале и конце криволинейных участков, и т.п. Проектные отметки и уклоны проставляют на рабочем проектном маркшейдерском плане околоствольного двора (рис. 4.9).

4.5 Лабораторная работа №4.1. Плановая и высотная увязки выработок околоствольного двора

4.5.1 Постановка задачи

На шахте намечена углубка стволов до нового горизонта. Необходимо составить проектный план околоствольного двора с высотными отметками в характерных точках. В результате глубокого анализа условий транспорта, технико-экономических показателей, горно-геологических условий согласована схема околоствольного двора (рис. 4.5) и основные геометрические параметры прямолинейных выработок, представленных в табл. 4.6.

При выполнении лабораторной работы необходимо решить следующие задачи:

1. С учетом выданного преподавателем варианта рассчитать линейные и угловые параметры на криволинейных участках околоствольного двора в пределах одного замкнутого контура выработок с использованием «тангенсов».

2. Вычислить проектный полигон в замкнутом контуре выработок в государственной системе координат с заменой криволинейных участков хордами.

3. Для практического использования составить рабочий проектный маркшейдерский план фрагмента околоствольного двора в государственной системе координат с проектными отметками и уклонами.

Целью работы является приобретение студентом навыков по расчету линейных и угловых параметров криволинейных участков выработок при проектировании околоствольных дворов или при взаимной увязке проектируемых выработок на действующей шахте. Освоение методов маркшейдерской проверки проектных параметров выработок и методов подготовки графического материала в государственной системе координат для проведения выработок в соответствии с проектными данными.

Лабораторная работа выполняется студентами: с вариантами 0-15 с индексом «а» (например 2а) по замкнутому контуру выработок клетевой ствол - опрокид у скипового ствола, т.е. по контуру С - 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5.....17 - 10 - 0 - С; с вариантами 0-15 с индексом «б» (например 14б) по замкнутому контуру выработок клетевой ствол - обходная клетевая ствол, т.е. по контуру С - 0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 19 - 20.....17 - 18 - 0 - С (рис. 4.5)

Исходные данные для выполнения лабораторной работы приведены в табл. 4.6.

4.5.2 Последовательность выполнения лабораторной работы

1. Выписать наименование работы и задачи 1,2,3 с указанием в соответствии с вариантом замкнутого контура выработок. Указать номер варианта.

2. Привести исходные данные по табл. 4.6, касающиеся замкнутого контура выработок в соответствии с вариантом, и ксерокопию рис. 4.5 (разрешается снять ксерокопию таблицы и по варианту заполнить колонку б).

3. По исходным данным варианта графическими построениями вычертить в масштабе 1:500 схему линейных и угловых параметров в замкнутом контуре выработок (указать контур по варианту) околоствольного двора (рис 4.6). На схеме проставить по варианту числовые значения исходных данных.

Вычислить условные координаты конечных точек прямолинейных участков по исходным данным.

По методике 4.2.3 произвести аналитические расчеты угловых и линейных параметров в выработках с криволинейными участками. Скорректировать (если необходимо) расстояние l_{10-11} (для вариантов с индексом «а») или l_{23-24} (для вариантов с индексом «б»).

Полученные значения параметров выработок проставить на схеме в цифровом виде. Проставить также тип крестовины на стрелочных переводах (например, $П0_1 - 1/5$) и радиусы.

4. Вычертить в масштабе 1:500 схему замкнутого контура выработок (указать контур по варианту) околоствольного двора и заменить криволинейные участки необходимым количеством хорд (рис 4.7). Проставить в цифровом виде исходные данные по варианту, полученные в пункте 3 значения углов α и радиусы R (рис. 4.7).

По методике 4.3 произвести расчет длин хорд и углов при хордах.

Вычислить проектный полигон в государственной системе координат.

5. Вычертить проектный маркшейдерский план фрагмента (замкнутого контура) околоствольного двора в государственной системе координат в масштабе 1:500.

Нанести по координатам точки вершин вычисленного полигона. По проектной ширине сечений вычертить контуры выработок, считая, что вершины хода расположены на осях выработки. Отобразить положение стрелочных переводов и тип крестовин в них (например, $П0_1 - 1/4$).

С рис. 4.5 схематично перенести положение выработок внутри замкнутого контура (камер, ходков и т.п.). Стволы нанести по заданным координатам и диаметрам.

Образец плана представлен на рис. 4.9.

6. По методике 4.4 произвести высотную увязку в замкнутом контуре выработок околоствольного двора.

Проектные высотные отметки и уклоны рельсового пути в характерных точках проставить на составленном в пункте 5 плане.

7. Составить к защите отчет по лабораторной работе.

Таблица 4.6 - Исходные данные для выполнения лабораторной работы № 4.1 (см. рис. 4.5)

№№ п/п	Наименование параметров	Буквенные обозначения на рис. 4.5	Единицы измерения	Исходные данные для определения значений по варианту	Исходные данные для варианта N
1	2	3	4	5	6
1	Координаты центра клетьевого ствола:				
	а) в государственной системе координат	X	м	22180+10N	
		Y	м	16170+10N	
		Z	м	-600+10N	
	б) в условной системе координат	X'	м	±0,000	±0,000
Y'		м	±0,000	±0,000	
2	Дирекционный угол главной оси клетьевого ствола	α	°	83°+0,5N	
3	Условные координаты центра скипового ствола	X'ск	м	22-2·N	
		Y'ск	м	-30-1·N	
4	Протяженность двухпутевой части ветвей клетьевого ствола:				
	а)грузовой	l_{0-1}	м	36+1·N	
	б)порожняковой	l_{0-18}	м	36+1·N	
5	Расстояние от стрелочного перевода до начала кривой на грузовой ветви	l_{1-2}	м	10	
6	Расстояние между стрелочными переводами на порожняковой ветви	l_{17-18}	м	15	15
7	Расстояние между осью ствола и осью порожняковой-грузовой ветвей клетьевого ствола	E	м	0,150+0,1·N	
8	Расстояние между осью скипового ствола и осью опрокида	S ₁	м	18	18

Продолжение табл. 4.6

9	Протяженность ветвей скипового ствола до стрелочных переводов				
	а)грузовой	l_{9-10}	м	$46+1 \cdot N$	
	б)порожняковой	l_{8-9}	м	$46+1 \cdot N$	
10	Расстояние от стрелочного перевода до начала кривой на ветвях скипового ствола				
	а)на грузовой	l_{10-11}	м	10	10
	б)на порожняковой	l_{7-8}	м		Вычислить
11	Расстояние от центра клетьевого ствола до оси обходной клетьевого ствола	S_2	м	$50+0,5 \cdot N$	
12	Расстояние от оси клетьевого ствола до стрелочного перевода в водосборники	S_3	м	38	38
13	Расстояние от стрелочного перевода до начала кривой на обходной клетьевого ствола	l_{23-24}	м	10	10
14	Угол между осью грузовой ветви клетьевого ствола и осью главного квершлага	λ	°	$60+1 \cdot N$	
15	Типы стрелочных переводов:				
	а)на сопряжении грузовой ветви клетьевого ствола с главным квершлагом	ПО ₁	-	ПО933-1/5·20	ПО933-1/5·20
	б) на сопряжениях главного квершлага с порожняковой ветвью скипового ствола	ПО ₂	-	ПО933-1/4·20	ПО933-1/4·20

Продолжение табл. 4.6

	в) на сопряжении главного квершлага с обходной клетьевого ствола	ПО ₄	-	ПО933-1/4·12	ПО933-1/4·12
	г)на сопряжении порожняковой ветви клетьевого ствола с обходной клетьевого ствола и выработкой к грузовой ветви скипового ствола	ПС ₃	-	ПС933-1/3·20	ПС933-1/3·20
16	Радиусы криволинейных участков (оси рельсового пути):				
	а) в центрах I,III,IV,VI,VII	R	м	20	20
	б) в центрах II,V	R	м	12	12
17	Диаметры стволов:				
	а)клетьевого	D	м	7	7
	б)скипового	D	м	8	8
18	Расстояния между осями рельсовых путей на двухпутных участках выработок	-	мм	1900	1906
19	Ширина выработки на двухпутных участках (на высоте 1,8м)	-	мм	5230	5230

В таблице N-номер варианта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шаманская А.Г. Маркшейдерские работы при подземной разработке полезных ископаемых (электронный ресурс) А.Г. Шаманская -4мб- 2014, 1 файл-систем, требования: Acrobat Reader
2. Авакянян В.В. Геодезическое обеспечение гражданского строительства (электронный ресурс) учебное пособие, часть 2 В.В. Авакянян- 3,98 мб; МИИГА и УПП «Ретрография» , 2008,-1 файл- Систем, требования : Acrobat Reader
3. Антипенко Г.А. Маркшейдерское дело –Антипенко Г.О., Гаврик Г.Ф., Котеско В.В., Назаренко В.О. Маркшейдерська справа . Підручник (электронный ресурс) -4.1 мб- Дніпропетровськ : РВК ДВНЗ «НГУ», 2009 -154с-я файл, систем, требования : Acrobat Reader
4. Маркшейдерское дело, ученик для вузов. Д.Н. Оглоблин и др.. «Недра» 1981г.
5. Маркшейдерские работы при установке и эксплуатации шахтного подземного оборудования. И.Н. Добкин и др.. «Недра» 1983г.