

ГОРНО- ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ Г. Г. ЛОМОНОСОВА



МОСКВА • НЕДРА • 1976

Горно-инженерная графика. М., «Недра», 1976, 263 с. Авт.: Г. Г. Ломоносов, А. И. Арсентьев, И. А. Гудкова и др.

В книге изложены графические методы, применяемые при изображении горных объектов и элементов открытых и подземных работ.

Рассмотрены некоторые теоретические положения и практические приемы выполнения горных чертежей, построения наглядных изображений горных выработок и вычерчивания линий пересечения элементов карьера с земной поверхностью. Показаны способы построения графиков и диаграмм, приведены условные знаки и обозначения горных пород, горных выработок, машин, механизмов и др.

Книга предназначена для инженерно-технических работников горнодобывающих предприятий, проектных и научно-исследовательских институтов, а также для преподавателей и студентов горных вузов и учащихся техникумов.

Табл. 22, ил. 258, список лит. — 26 назв.

Авт.: Г. Г. Ломоносов, А. И. Арсентьев, И. А. Гудкова, А. Н. Татарин, Л. А. Зибенгар, Ю. В. Юдкин, О. Д. Вострова, О. Д. Герстенмейер, Г. А. Холодняков, О. К. Хапаева.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Технически грамотное ведение горных работ, а также проектирование и строительство горного предприятия немыслимы без ясного понимания горным инженером пространственного положения и формы объектов горного производства: толщи горных пород с залежами полезного ископаемого, системы горных выработок, различных подземных и поверхностных сооружений, коммуникаций, машин и механизмов. Принятие наиболее обоснованных решений и точное их практическое осуществление во многом зависят от умения ясно и технически грамотно выразить исходную ситуацию и сущность технических решений на чертежах, а также от умения читать подобные чертежи.

Горно-инженерная графика включает в себя комплекс знаний, необходимых для выполнения графических работ при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий.

Горными чертежами называются изображения объектов и элементов горных работ на плоскости, выполненные с соблюдением специальных правил и условностей.

Современные горные чертежи весьма многообразны. Они являются основной составной частью технических проектов шахт, рудников и карьеров. Горные чертежи выполняются в течение всего периода существования горного предприятия и систематически пополняются, отражая фактическое состояние горных работ, все изменения и усовершенствования, вносимые в проекты разработки.

Горно-инженерная графика является основой решения различных задач горного производства. Без горно-инженерной графики невозможно правильное и безопасное ведение горных работ.

В развитии теории и методов горно-инженерной графики большую роль сыграли труды П. К. Соболевского и П. А. Рыжова, а также Г. А. Ушакова, И. Д. Гольдина, Г. В. Крунчака и других советских ученых — горных геометров и горняков. В области совершенствования графической части проектов, а также унификации изображений

большое значение имеют труды, выполненные институтами Гипроруда, ВНИМИ, Центрогипрошахт, Гипроцветмет, Карагандагипрошахт и др.

Теоретической базой горно-инженерной графики являются положения начертательной, горной и проективной геометрии. Содержание материала настоящей книги соответствует положениям ГОСТов — Горная графическая документация (ГГД) — основному своду стандартов, в соответствии с которыми должны выполняться все виды горных чертежей. Эти ГОСТы вводятся в действие решением Госстандарта СССР с 1 января 1976 г.

Настоящая книга написана на основе систематизации и обобщения опыта выполнения горных чертежей на производстве, в проектных, учебных и научно-исследовательских институтах, а также разработок авторов.

Структура и методика изложения содержания книги разработаны чл.-корр. АН СССР В. В. Ржевским.

Главы I (кроме § 8), II, VI написаны Г. Г. Ломоносовым и И. А. Гудковой; глава III — Г. Г. Ломоносовым; главы IV, V и X — А. И. Арсентьевым, А. Н. Татариним и Г. А. Холодняковым; § 8 главы I — А. И. Арсентьевым и А. Н. Татариним; глава VII — Г. Г. Ломоносовым, Л. А. Зибенгаром и О. К. Хапаевой; глава VIII — Г. Г. Ломоносовым и О. Д. Герстенмейер; глава IX — Г. Г. Ломоносовым и Ю. В. Юлкиным; глава XI — Г. Г. Ломоносовым и О. Д. Вострой. Г. Г. Ломоносовым написаны предисловие, введение и заключение, а также выполнена общая редакция рукописи.

Поскольку книга является первым изданием такого рода, она, безусловно, не лишена недостатков. Авторы с благодарностью примут все замечания и пожелания; направленные на улучшение содержания книги.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 1. Виды и особенности горных чертежей

Горные чертежи отличаются большим разнообразием, определяемым их назначением, видом изображаемого объекта, способом изображения, масштабом и т. п.

В своей практической деятельности горный инженер широко использует планы открытых и подземных горных работ, различные разрезы и сечения по месторождению и горным выработкам, чертежи, отображающие форму и положение в пространстве залежей полезных ископаемых, графики, на которых показываются состояние и динамика горных работ, взаимосвязь отдельных горных выработок между собой и с массивом пород, чертежи строительных конструкций и т. д. Большое место в графической документации занимают чертежи, на которых изображены невидимые объекты и динамика процессов. Например, на планах показываются изолинии качественных характеристик полезных ископаемых, изолинии отношения мощности слоя пород к мощности залежи, условные контуры кондиционных запасов полезного ископаемого, графики изменчивости каких-либо технологических показателей, линейные и сетевые графики и т. п.

Таким образом, горные чертежи содержат сведения, необходимые для проектирования, строительства и эксплуатации месторождений полезных

ископаемых, а также для контроля ведения горных работ.

Большое разнообразие объектов изображения, их сложность и разнотипность, различная степень достоверности их размеров и форм, а также различный характер требований, предъявляемых к чертежам отдельных объектов, определяют необходимость применения самых разнообразных методов графического изображения. Поэтому в горно-инженерной графике, наряду с собственными методами и приемами, используются также элементы геометрического, проекционного, топографического, инженерно-строительного и машиностроительного черчения.

Горные чертежи имеют существенные отличия от других видов технических чертежей, в частности от машиностроительных, а именно:

1. Горные тела и другие объекты изображения (залежи полезного ископаемого, горные выработки, всевозможные штабеля горных пород и т. д.) имеют, как правило, весьма сложные очертания, причем каждый отдельный объект изображения неповторим в природе. Обычно нет практической необходимости детально точно воспроизводить на чертежах их форму, в связи с чем на горных чертежах часто упрощают изображения, заменяя сложные криволинейные контуры более про-



РИС. 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

стыми, но сохраняя при этом общее начертание объекта и достаточно точно выражая основные размеры (параметры) объекта.

2. Горные работы вследствие развития во времени и пространстве непрерывно меняют свою форму, размеры и положение. Поэтому горные чертежи являются динамичными; они должны обеспечивать возможность внесения изменений и дополнений.

3. Горные выработки, являющиеся на горных чертежах основными объектами изображения, представляют собой не физические тела, а пустоты в толще массива горных пород. Поэтому чертежи горных выработок выполняются с соблюдением специфичных условностей.

4. Базовой основой горно-инженерных чертежей наряду с методом прямоугольного проецирования является метод ортогональных проекций с числовыми отметками. В связи с этим для многих горных чертежей план яв-

ляется главным видом (проекцией) изображения.

5. Объекты изображения, как правило, весьма протяженные, причем основная их часть находится в недрах земли. Поэтому для лучшего восприятия формы и пространственного положения объектов в горных чертежах особенно необходимо применение наглядных изображений. Но поскольку аксонометрические методы часто трудно применимы из-за сложности построений тел неправильной формы, используются аффинные соответствия и векторные проекции, не применяемые в других видах технических чертежей.

Различают следующие виды горных чертежей (рис. 1): проектные (горно-строительные и проектно-технологические); маркшейдерско-геологические; производственно-технологические; иллюстрационные.

На проектных чертежах отображаются проектные решения на строительство (реконструкцию) горного предприятия

или его отдельных объектов, приводится принципиальная технологическая схема будущего горного предприятия, даются конструктивные решения капитальных горных выработок, сооружений и их узлов. С помощью этих чертежей можно устанавливать объемы различных видов работ, в том числе горно-строительных и монтажных, и объектов в целом, а также определять сметную стоимость этих работ.

Маркшейдерско-геологические чертежи составляются маркшейдерско-геологической службой горных предприятий по результатам натурных измерений и расчетов. На таких чертежах отображаются рельеф и ситуация земной поверхности в районе горного отвода, геологические условия залегания месторождения, пространственное положение горных выработок, качественно-количественные характеристики полезного ископаемого, фиксируются положение и состояние выработок, механизмов, оборудования, коммуникаций.

Производственно-технологические чертежи выполняются производственно-техническими службами в процессе эксплуатации горного предприятия. Они отображают технические и технологические решения по ведению горных работ, дополняющие и развивающие принципиальные проектные положения. К этим чертежам относятся уточненные чертежи вскрытия и подготовки новых горизонтов, чертежи разработки блоков, транспортные схемы, паспорта буровзрывных и других видов работ (экскавации, отвалообразования, крепления горных выработок и т. д.), схемы вентиляции, структурные схемы управления, календарные планы развития горных работ, чертежи планов ликвидации аварий и планов предупреждения и тушения рудничных пожаров, водоотлива и т. п.

На иллюстрационных чертежах отображаются принципиальные технические, технологические и организационные решения при добыче полезных ископаемых. Такие чертежи могут быть в виде демонстрационных листов, учебных наглядных пособий и печатных изданий.

Горные чертежи в зависимости от способа их выполнения и характера использования разделяют на оригиналы, подлинники, дубликаты и копии.

Оригиналы — это чертежи (за исключением маркшейдерско-геологических), предназначенные для изготовления по ним подлинников. Оригиналы чертежей технического проекта, рабочих и эксплуатационно-технологических чертежей могут выполняться на любом материале.

Подлинники представляют собой чертежи, оформленные подлинными подписями. Подлинники чертежей технического проекта, рабочих и эксплуатационно-технических чертежей могут быть выполнены на любом материале, позволяющем многократное воспроизведение копий. В качестве подлинника допускается использовать оригинал, фотокопию или экземпляр образца, изданного типографским способом, оформленного подписями лиц, ответственных за выпуск документа. Подлинники маркшейдерско-геологических чертежей выполняют на чертежной бумаге высшего качества, наклеенной на жесткую или мягкую основу, или на недеформирующихся прозрачных синтетических материалах, например на пленках.

Дубликаты — это копии подлинников и оригиналов, обеспечивающие идентичность воспроизведения подлинников. Дубликаты выполняют на любом материале, позволяющем снятие копий.

К о п и и представляют собой чертежи, выполненные способами, обеспечивающими их идентичность с подлинником (оригиналом, дубликатом), и предназначенные для непосредственного использования. Кроме того, горные чертежи различаются по объектам изображения. По этому признаку вы-

деляются чертежи, выполняемые на подземных и открытых горных работах. Горные чертежи должны выполняться в соответствии с требованиями ГОСТов на горные чертежи — Горная графическая документация и стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

§ 2. Методы изображения горных объектов

Горные объекты в зависимости от их типов и назначения чертежа могут изображаться методом прямоугольного проецирования (ГОСТ 2.305—68), в аксонометрии (ГОСТ 2.317—69), в проекциях с числовыми отметками (см. главу II), в аффинных и векторных проекциях (см. главу VIII) и в линейной перспективе (см. главу IX).

Прямоугольное проецирование широко применяется в горно-инженерных чертежах. При этом, как известно, объект изображается в двух-трех проекциях и более. Однако изображения залежей полезных ископаемых и вмещающих пород, совокупности горных выработок, земной поверхности в районе горного отвода и других объектов обычно выполняются методом проекций с числовыми отметками. В проекциях с числовыми отметками объект проецируется лишь на одну (например, на горизонтальную) плоскость. Высотные отметки точек или других геометрических элементов объекта относительно плоскости проекций определяют положение его в пространстве.

Проекция с числовыми отметками применяются для изображения объектов, имеющих небольшие размеры по высоте по сравнению с размерами в плане, а также для изображения поверхностей неправильной формы (поверхностей топографического характера). На чертежах в проекциях с числовыми от-

метками изображаются рельеф поверхности, открытые горные выработки, залежи полезных ископаемых, положения вмещающих горных пород, а также сводные и совмещенные планы горных работ. Для таких чертежей характерно, что на одной плоскости проекций изображаются горные выработки, находящиеся на различных горизонтах разработки, или одновременно открытые и подземные горные выработки.

Чертежи, выполняемые в прямоугольных проекциях, а также в проекциях с числовыми отметками, наряду с достоинством — удобоизмеряемостью имеют существенный недостаток — отсутствие наглядности изображения. Для обеспечения наглядности выполняют чертежи в аксонометрии, в векторных проекциях, а также применяют аффинное соответствие и линейную перспективу.

Горные объекты (рис. 2) на чертежах могут выполняться полно, упрощенно или в виде условных знаков.

В полном изображении наиболее точно и детально воспроизводятся форма и размеры объекта и его элементов. Полное изображение выполняется на чертежах крупного масштаба (1:5; 1:10; 1:20; 1:25; 1:50). С наибольшей полнотой изображаются элементы горностроительных и других конструкций. Учитывая специфические особенности горных объектов — сложность и не-

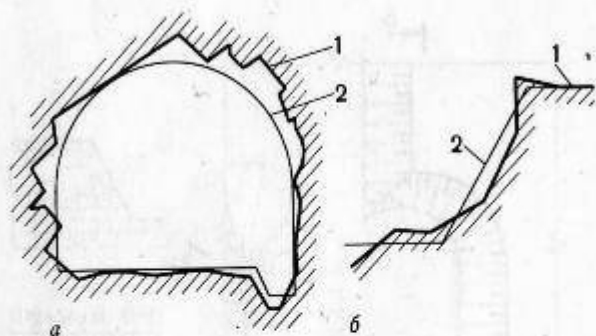


РИС. 2. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТУРОВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ЧЕРТЕЖАХ:

- a* — подземных работ;
b — открытых;
 1 — полное изображение;
 2 — упрощенное

повторимость форм, а также различную степень достоверности исходных данных, на чертежах обычно наносят упрощенные по сравнению с натурой контуры горных выработок и других горных объектов (отвалов, терриконников, складов полезного ископаемого, развалов разрушенной горной массы и т. д.), если нет необходимости в

детальном отображении их форм. При этом топографические поверхности и сложные кривые линии заменяют правильными поверхностями и линиями, а также соответственно плоскостями, прямыми и ломаными линиями. Но в этом случае стремятся достаточно точно (в допустимых пределах) воспроизвести основные размеры (параметры) объекта. Изображения объектов и их элементов на производственно-технологических чертежах в большинстве случаев упрощаются, например, на чертежах всех типов в масштабе 1:100, 1:200 и менее. Упрощенно изображаются обычно горные выработки и насыпи (штабеля рыхлой и разрушенной скальной горной породы). Контуров допускается упрощать тем больше, чем меньше масштаб чертежа.

Упрощенные контуры выполняются на чертежах тонкой сплошной линией либо основной сплошной линией, если дается только упрощенное изображение.

§ 3. Принципы изображения горных объектов и их элементов в прямоугольных проекциях

Прямоугольные проекции в том виде, как они тракуются ГОСТ 2.305—68, применяются для изображения горностроительных конструкций, поверхностных сооружений, горных машин и механизмов, узлов и элементов конструкций. Главным изображением является фронтальная плоскость проекций. Но при изображении карьерных, шахтных (рудничных) полей, их отдельных участков, залежей полезных ископаемых и массива горных пород, а также совокупности горных выработок главным чертежом является план. План составляется в ортогональных проекциях на горизонтальную плоскость. Планы широко применяют при

изображении земной поверхности и горных выработок, на них обычно указывают высотные отметки точек и горизонтов. Поэтому планы представляют собой изображения в проекциях с числовыми отметками. В качестве дополнительных проекций используются разрезы и сечения. Разрез — это изображение, получаемое в результате рассечения объекта вертикальной, горизонтальной или наклонной плоскостью или несколькими плоскостями при условии, что часть объекта, находящаяся между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно удалена, а изображаются только части, находящиеся в секущей плоскости и за ней

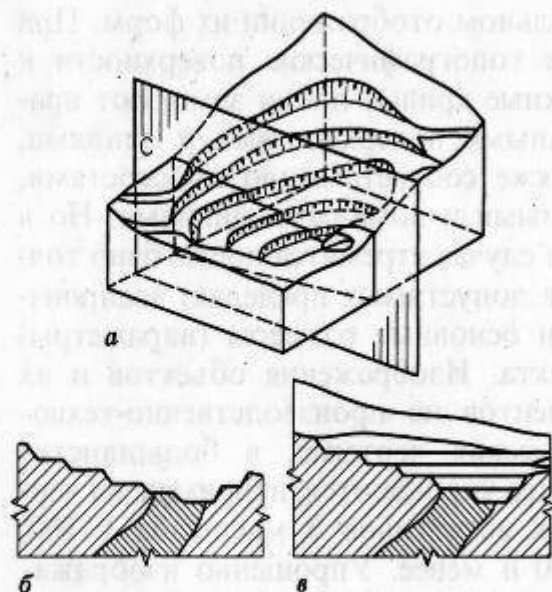


РИС. 3. СХЕМЫ К ПОЯСНЕНИЮ ПОНЯТИЙ РАЗРЕЗ И СЕЧЕНИЕ

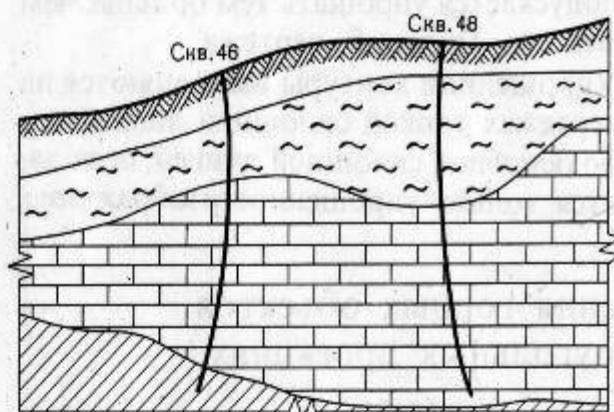


РИС. 4. СЕЧЕНИЕ ЗЕМНОЙ ТОЛЩИ (ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ)

(плоскость *C* на рис. 3, *a*). Сечение (рис. 3, *б*) отличается от разреза (рис. 3, *в*) тем, что на нем изображается лишь то, что лежит в секущей плоскости. Необходимо вместе с тем учитывать, что в горной практике принято называть сечения земной толщи с обозначенными горными породами геологическими разрезами (рис. 4).

Разрезы и сечения располагаются на чертеже обычно ниже плана или справа от него (рис. 5) либо вычерчиваются на отдельных форматах. Маркшейдер-

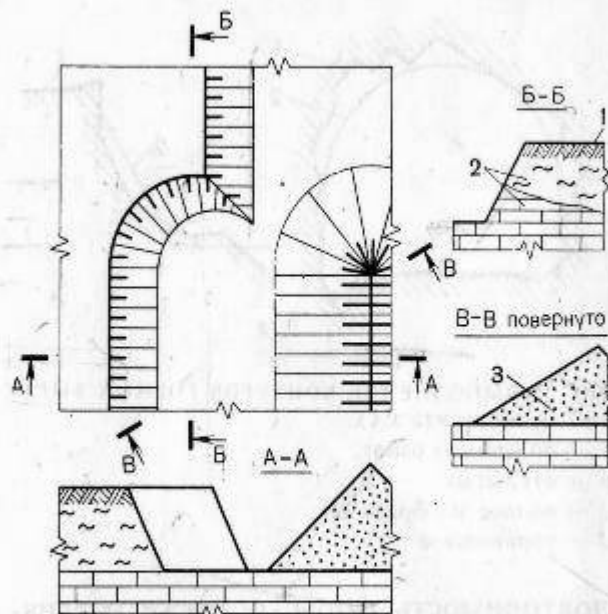


РИС. 5. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ:

- 1 — земная поверхность;
- 2 — горные породы;
- 3 — отвал (насыпь)

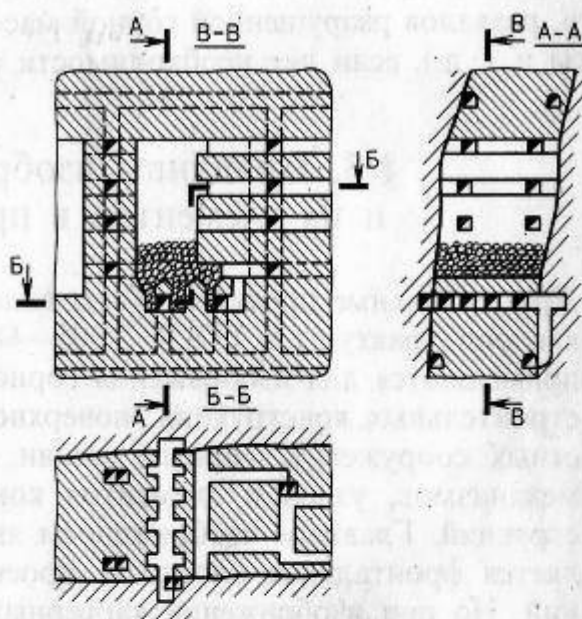


РИС. 6. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ РАЗРЕЗЫ БЛОКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

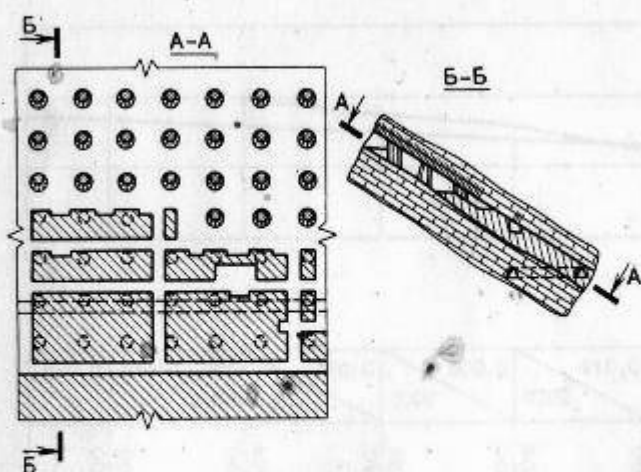


РИС. 7. НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ, СПРОЕЦИРОВАННОЕ НА НАКЛОННУЮ ПЛОСКОСТЬ

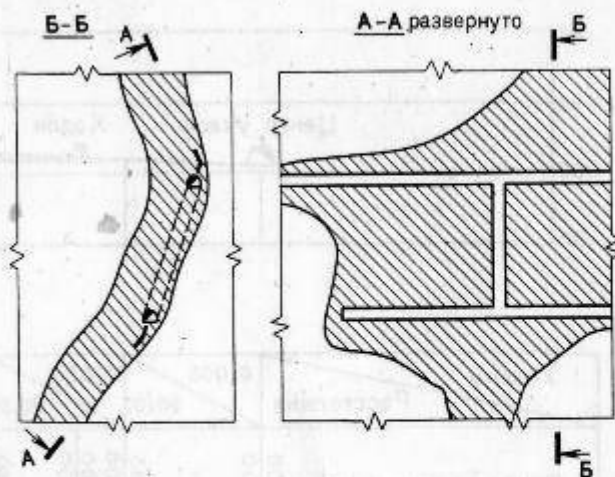


РИС. 9. ЛОМАНое РАЗВЕРНУТОЕ СЕЧЕНИЕ

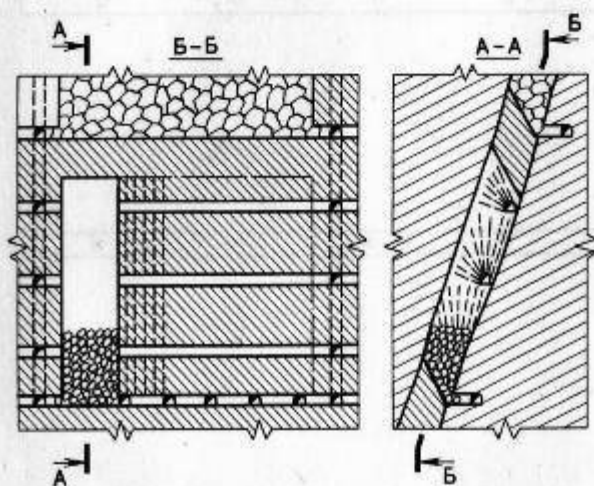
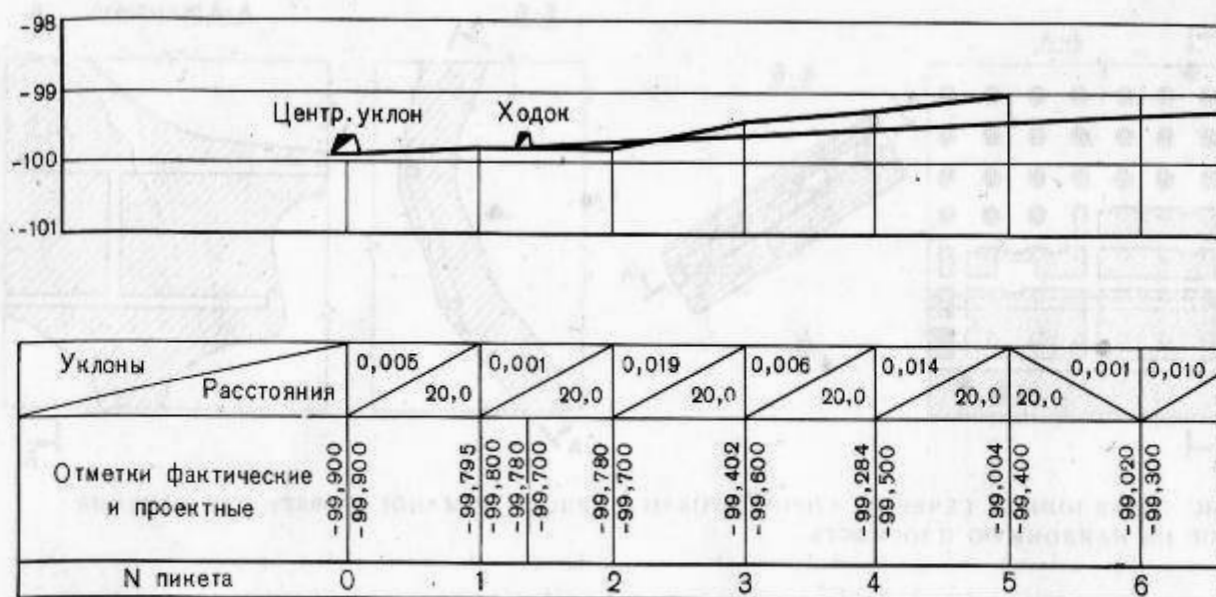


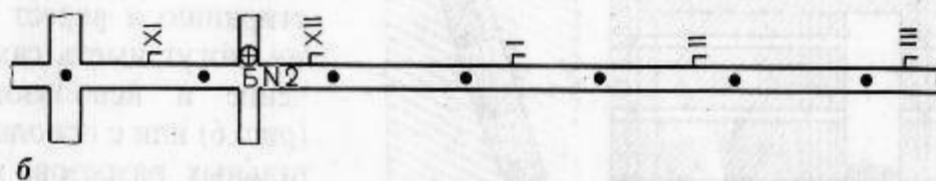
РИС. 8. НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ, СПРОЕЦИРОВАННОЕ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ

ские планы выполняются чаще на отдельных планшетах. При наклонных и крутопадающих месторождениях вертикальные разрезы и сечения по простиранию и вкрест простирания залежи могут иметь самостоятельное значение и использоваться без плана (рис. 6) или с использованием горизонтальных разрезов, которые при этом имеют вспомогательное значение. Разрезы, выполненные в виде вертикальных сечений, располагаются на чертеже на местах соответствующих проекций согласно ГОСТ 2.305—68 либо справа от главного вида (плана) или под ним.

Разрезы и сечения в зависимости от положения секущей плоскости могут быть горизонтальные — погоризонтные планы, вертикальные — вкрест простирания (A—A на рис. 6) и по простиранию залежи (B—B на рис. 6) и наклонные. Наклонные сечения могут проецироваться на наклонную (рис. 7), горизонтальную или вертикальную (рис. 8) плоскость. Наклонная плоскость сечения, проецируемая на горизонтальную или вертикальную плоскость проекций, обозначается ломаной разомкнутой утолщенной линией со стрелками направления взгляда



а



б

РИС. 10. ГОРНАЯ ВЫРАБОТКА:

а — профиль;

б — план

(рис. 8). Различают сложные разрезы и сечения: ступенчатые (Б—Б, см. рис. 6) и ломаные (рис. 9). Положение секущей плоскости на чертежах устанавливается с помощью разомкнутой прямой или ломаной линии со стрелками, показывающими направление взгляда. Поскольку горные выработки представляют собой не физические тела, а пустоты в толще земной коры, в целях упрощения часто изображают их как объемные тела в прозрачном массиве, не обозначая типа горных пород и полезных ископаемых. При этом горные выработки изображаются условно как проекции на вертикальную и горизонтальную плоскости проекций в соответствии с ГОСТ 2.305—68.

На изображениях элементов земной толщи или протяженных горных объектов контур элемента ограничивается тонкой сплошной линией с изломами (например, как на рис. 8) или тонкой волнистой линией. При этом в сечении обозначается массив (насыпь) горных пород или полезного ископаемого, либо обозначается тип горной породы. Допускается не оконтуривать элемент земной толщи. В этом случае обозначение массива или насыпи выполняется только у контуров горной выработки и у поверхности (см., например, рис. 2, б). Допускается выполнять разрезы по типу разрезов А—А и Б—Б, приведенных на рис. 6. Контур земной поверхности, а также поверхность вы-

работанного пространства на разрезах и сечениях выполняются основной сплошной линией (см., например рис. 4 и 5).

Границы между типами пород, а также контуры залежей полезного ископаемого в связи с относительно невысокой точностью исходных данных на сечениях изображаются тонкими сплошными линиями. Допускается поперечные разрезы и сечения по горным выработкам выполнять в более крупном масштабе по сравнению с планом. При этом размеры горной выработки в сечении проставляются в миллимет-

рах, тогда как на основной проекции они могут быть в метрах.

На горных чертежах широко используются профили. Профилем называется изображение лишь контура вертикального сечения объекта или его элемента (рис. 10). Профили применяют, когда хотят показать характер изменения какой-либо поверхности, например рельефа местности, почвы или кровли залежи, основания железнодорожного или автомобильного пути, откоса уступа и т. д. При построении профилей используют разные вертикальный и горизонтальный масштабы.

§ 4. Оформление горных чертежей

Форматы. Государственным стандартом ЕСКД 2.301—68 установлены форматы листов чертежей для всех отраслей промышленности и строительства, кроме маркшейдерских планшетов. Формат листа определяется размерами его по внешней рамке, вычерченной тонкими линиями (линии обреза). Стандартом установлено пять основных форматов, которые имеют следующие обозначения и размеры:

Обозначение формата	Размеры сторон листа, мм	Обозначение формата	Размеры сторон листа, мм
11	297 × 210	24	594 × 841
12	297 × 420	44	1189 × 841
22	594 × 420		

Обозначение формата состоит из двух цифр, первая из которых показывает кратность одной стороны формата первому размеру сторон (297 мм), а вторая — кратность другой стороны формата второму размеру (210 мм). Сочетание двух цифр в обозначении формата определяет количество форматов 11, образующих данный формат. Обозначения форматов читаются так: формат

один — один; формат один — два и т. д.

Площадь формата 44 с размерами сторон 1189 × 841 равна 1 м². Остальные форматы получены последовательным делением формата на две равные части прямой, параллельной его короткой стороне.

Форматы маркшейдерских планшетов устанавливаются согласно данным табл. 1.

На планшет наносят квадратную координатную сетку со стороной, равной

ТАБЛИЦА 1
РАЗМЕРЫ И МАСШТАБЫ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПЛАНШЕТОВ

Масштабы	Размер, мм		Ширина поля планшета, мм		
	рабочей части планшета	всего планшета (с полями)	верхнего и левого	правового	нижнего
1 : 500; 1 : 2000 1 : 5000	500 × 500 400 × 400	540 × 560 440 × 460	10	30	50

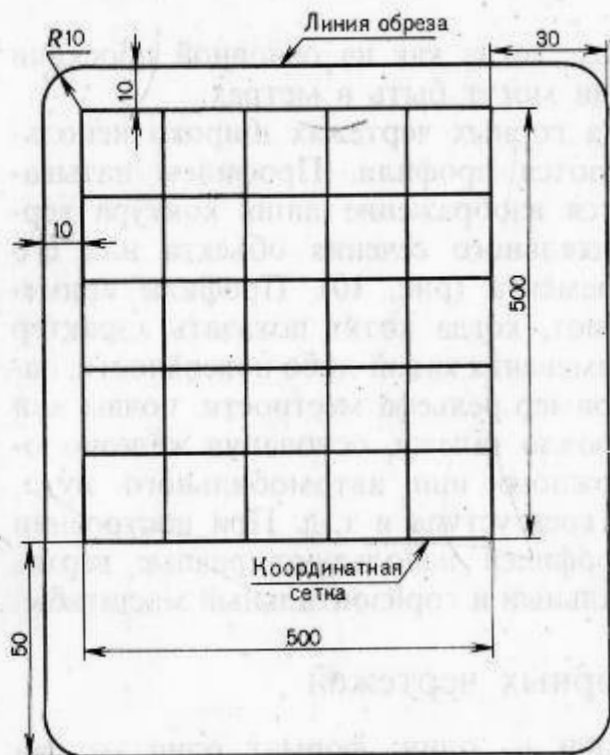


РИС. 11. МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ПЛАНШЕТ

100 мм. Углы планшетов по линиям обреза скругляют (рис. 11).

Линия обреза кальки со всех сторон должна отстоять от края формата на 20 мм. Для прикрепления кальки к доске кнопками следует оставлять снизу и сверху дополнительные полосы шириной 10—15 мм, срезаемые после снятия законченной кальки с доски.

Профили рельсовых путей в подземных горных выработках и продольные профили коммуникаций на земной поверхности и на открытых горных работах выполняются на форматах размером 594×210 мм.

Масштаб изображения горных выработок выбирается исходя из обеспечения следующих требований:

- 1) необходимой точности решения практических задач;
- 2) обзорности изображения горных выработок и их положения относительно залежи полезного ископаемого;

- 3) возможности изображения необходимых деталей горных выработок;
- 4) достаточной наглядности горных чертежей.

На горных чертежах масштаб изображений зависит от назначения и выбирается из ряда: 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10 000; 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000.

Топографические планы территории шахтного поля составляются в масштабе 1:1000; 1:2000 и 1:5000, планы горных работ — в масштабе 1:500; 1:1000 и 1:2000, элементы карьера (забой, уступ, траншея и т. п.) — в масштабе 1:200; 1:500 и 1:1000, проектные технологические схемы — в масштабе 1:50; 1:100; 1:200 и 1:500, паспорта крепи выработок — в масштабе 1:5; 1:10 и 1:20.

При изображении геологических разрезов, профилей и других чертежей могут применяться разные вертикальный и горизонтальный масштабы. В таких случаях в основной надписи (угловой штамп) в графе «масштаб» должны быть указаны сначала масштаб горизонтальный, а затем вертикальный по типу:

масштаб горизонтальный 1:5000

масштаб вертикальный 1:1000.

Если отдельные изображения выполнены в масштабе, отличающемся от указанного в основной надписи, то над соответствующим изображением масштаб указывают по типу: $\frac{\text{Вид } A}{1:50}$;

$\frac{A-A}{1:100}$.

На маркшейдерских чертежах, оформленных в планшетной системе, масштаб указывают под титульной надписью. На горных чертежах иногда показывают графический линейный масштаб. Его помещают над основной

надписью, а на маркшейдерско-геологических чертежах — под титульной надписью.

Линии чертежа. В горных чертежах применяются линии, регламентируемые ГОСТ 2.303—68, а также дополнительные линии согласно ГОСТам — Горная графическая документация.

Чтобы чертеж был ясным, выразительным и легко читался, необходимо знать

начертание и назначение линий и уметь их правильно применять. Основные типы и назначение линий, применяемых на горных чертежах, показаны в табл. 2. Толщина основной сплошной линии принимается от 0,6 до 1,5 мм. На маркшейдерских чертежах толщина линий может меняться в пределах от 0,1 до 1,0 мм. Для демонстрационных чертежей допускается увеличивать толщины линий против указанных.

ТАБЛИЦА 2
ТИПЫ ЛИНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Линия	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине сплошной (основной) линии	Основное назначение
1. Сплошная основная		s	Линия фактического контура всех горных выработок и сооружений на видах и разрезах (сечениях). Линии контуров горных выработок и сооружений на проектных чертежах
2. Сплошная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии размерные и выносные, линии штриховки. Линии-выноски. Линии упрощенных контуров сложных криволинейных форм. Горизонтали. Изолинии, линии границ горных пород на разрезах и сечениях. Линии обрыва
3. Сплошная тонкая с изломами		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Длинные линии обрыва на планах и разрезах
4. Штриховая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии невидимых контуров горных выработок сооружений, находящихся за плоскостью проекций (разреза)
5. Штрихпунктирная тонкая		От $\frac{s}{3}$ до $\frac{s}{2}$	Линии осевые и центровые горных выработок, нижняя бровка насыпей (отвалов, терриконников, навалов и др.)
6. Штрихпунктирная утолщенная		От $\frac{s}{2}$ до $\frac{2}{3}s$	Линии контуров горных выработок и сооружений, находящихся перед секущей плоскостью (разреза)
7. Разомкнутая		От s до $1,5s$	Линии сечений

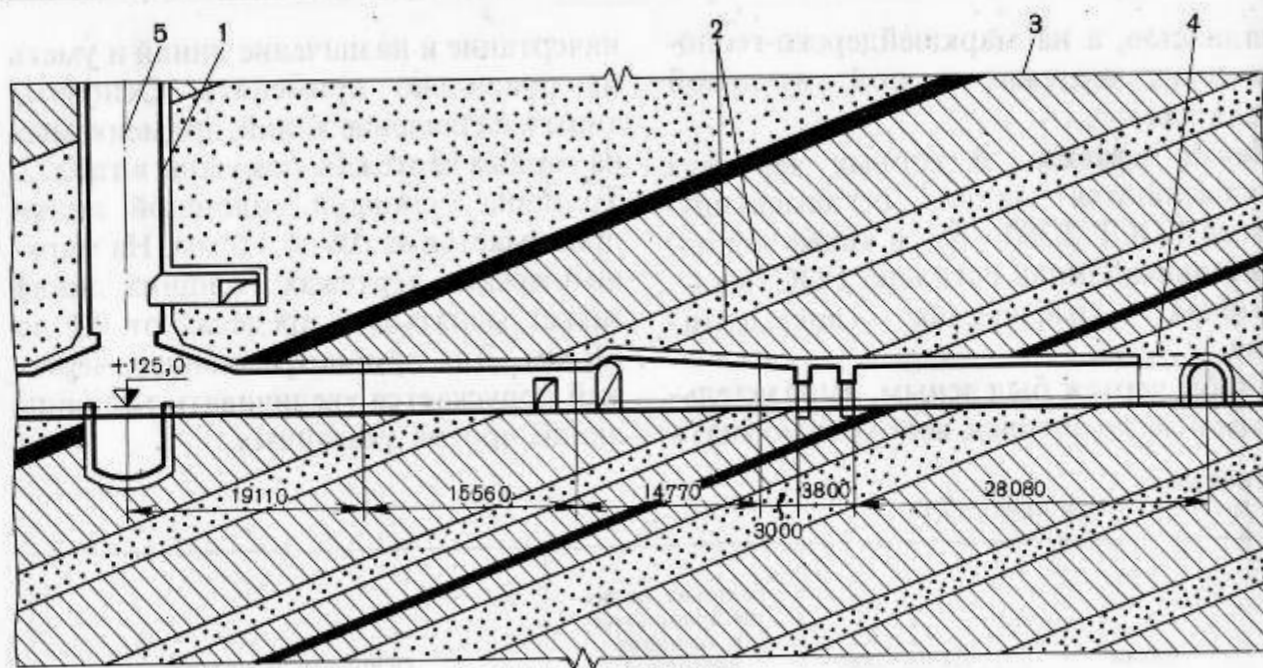


РИС. 12. ТИПЫ ЛИНИЙ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

При выборе типа линий на горных чертежах необходимо руководствоваться следующими основными принципами.

Контуры горных выработок или других горных объектов изображаются сплошными основными, штриховыми и сплошными тонкими линиями. При этом видимые контуры на всех проекциях и сечениях выполняются сплошными основными 1, а невидимые контуры — штриховыми линиями 4 (рис. 12). Тонкие сплошные линии 2 используются главным образом при стилизации реального контура объекта сложной криволинейной формы более простыми и закономерными линиями, а также в качестве размерных линий, линий штриховки, для ограничения рабочего поля чертежа и т. д. Вспомогательными являются тонкие штрихпунктирные линии 5 (которые используются в качестве осевых и центровых), разомкнутая (применяется как линия сечения), а также сплошная тонкая линия 3 с изломами, используемая для обозначения

линии обрыва на протяженных объектах.

Толщина однотипных линий должна быть одинаковой для всех объектов изображения, выполненных в одном и том же масштабе на данном чертеже. Примеры применения типов линий показаны на рис. 2, 5, 12, 25, а и 26. Позиции на рис. 2, 5 и 12 соответствуют номерам пунктов, указанным в табл. 2. Если на горных чертежах наряду с фактическими контурами указываются и проектные контуры, то последние выделяются линиями того же типа, но меньшей толщины (рис. 13). Допускается в этом случае выделять проектные контуры с помощью цвета.

Образцы и толщина линий для условных изображений различных геологических и горнотехнических контуров и характеристик (контуры выхода залежи под наносы, технические границы горных работ, границы участков с различным содержанием компонентов и т. д.) приведены в табл. 3. Можно при необходимости применять соче-

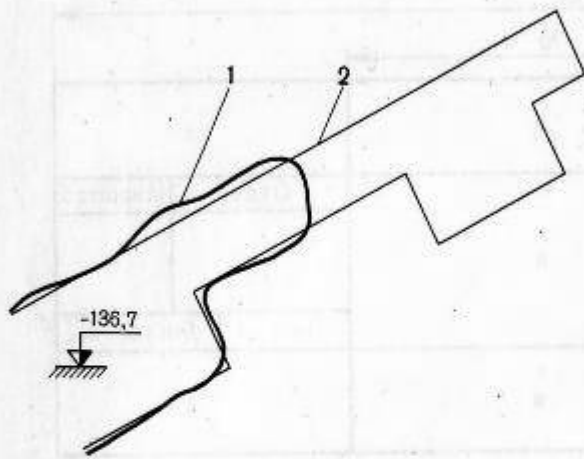


РИС. 13. КОНТУРЫ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ:

1 — фактический;
2 — проектный

ТАБЛИЦА 3
ТОЛЩИНА ЛИНИЙ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Толщина мм	Линия			
	сплошная	штриховая		пунктирная
1,2				
1,0				
0,8				
0,6				
0,4				
0,3				
0,2				
0,1				

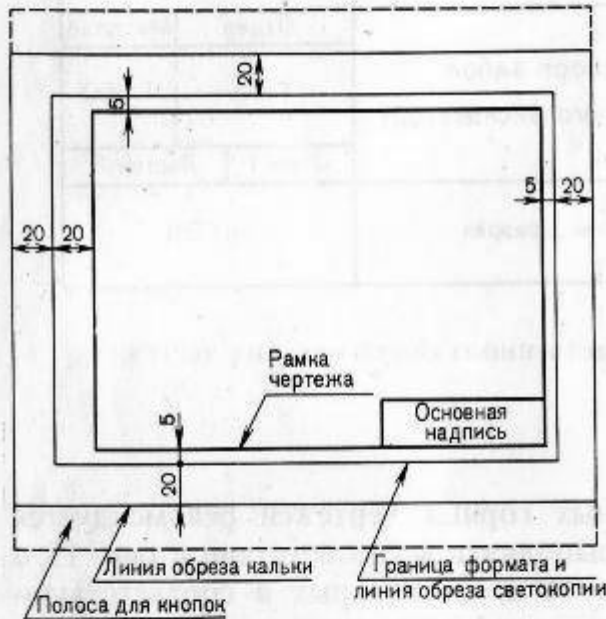


РИС. 14. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

тания элементов линий, показанных в табл. 3.

Рамка и основная надпись. Каждый чертеж оформляют рамкой и основной надписью (угловым штампом) в соответствии с ГОСТ 2.104—68. Рамка отстоит от края формата с левой стороны листа на 20 мм, а с остальных его сторон на 5 мм. Ее выполняют сплошной основной линией (рис. 14).

Основную надпись (угловой штамп) располагают в правом нижнем углу вдоль длинной или короткой стороны листа. Учитывая особенность маркшейдерско-геологических чертежей, заключающуюся в их непрерывном пополнении, допускается на них основную надпись не выполнять.

Над основной надписью каждого листа или слева от нее следует оставлять свободное поле (около 50 мм) для внесения указаний (о применении, снятии копии или дубликата, замене).

Если на одном формате дается несколько изображений (план, разрез по простиранию, разрез вкрест простирания и т. д.), то рабочее поле чертежа необходимо стремиться использовать пол-

					185			
17		23		15	10		70	
п	р			т	у		б	
Должн.		Фамилия		Подп.	Дата		г	
							Отдел	
							Масштаб	
л		м		н	о		а	
							е	
							ж	
							Лист и	
							Листов к	
							в	
							д	

55
8 x 5 = 40

а

					Минчермет СССР Главруда		31202	
Изм. Лист		N докум.		Подп.	Дата		Отдел	
Должн.		Фамилия		Подп.	Дата		Масштаб	
							Техн.	
							1 : 100	
							Лист 1	
							Листов 1	
							План, разрез	
							ЖГОК	

б

РИС. 15. ОСНОВНАЯ НАДПИСЬ (ШТАМП) НА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖАХ:

а — форма штампа;*б* — пример заполнения

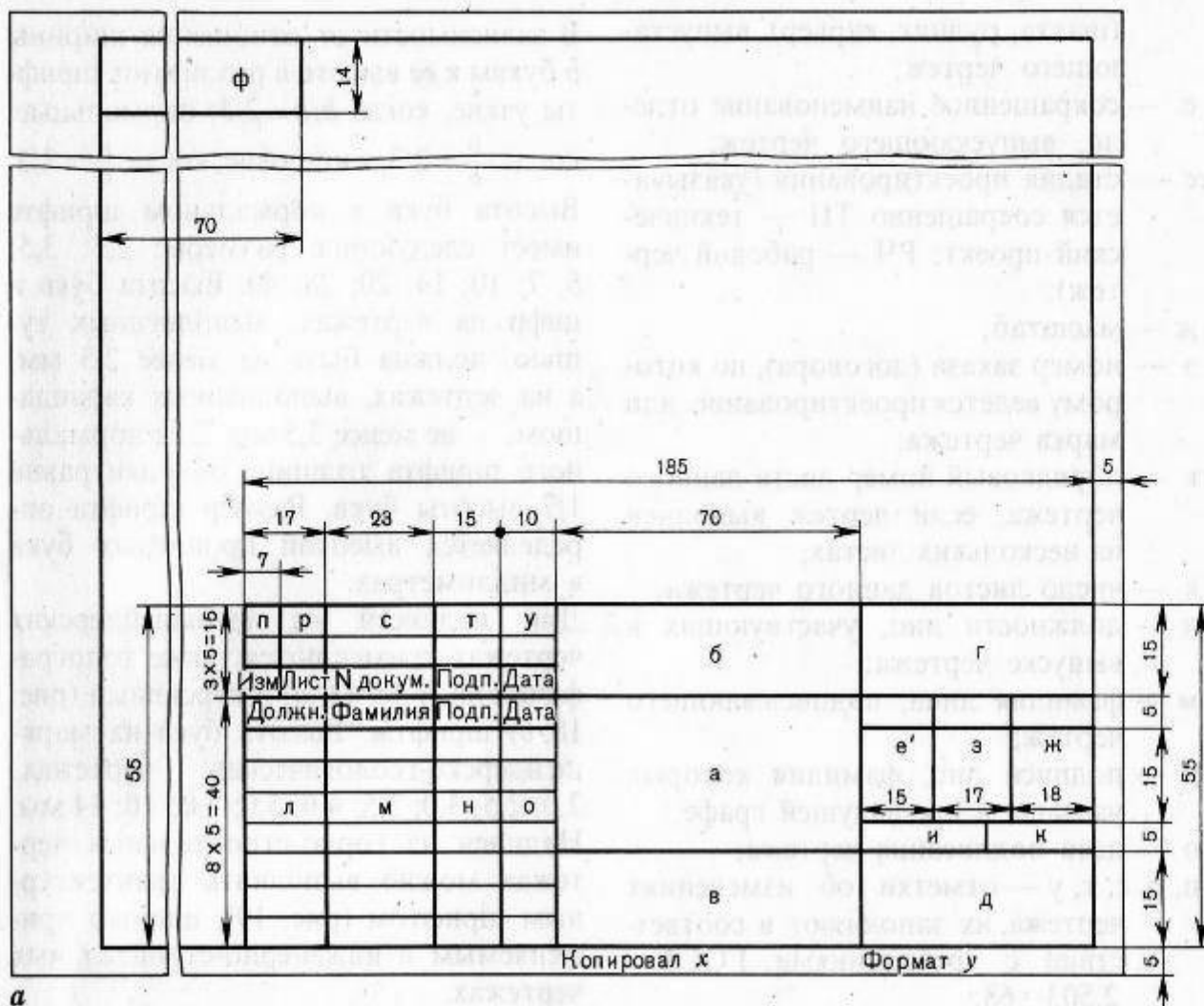
ностью и изображения на нем располагать равномерно.

После выполнения чертежа приступают к заполнению основной надписи. Для этого поле штампа делят сплошными основными и тонкими линиями на графы. В эти графы заносят номер чертежа, его наименование, наименование объекта и отдела, выпускающего чертеж, должности, фамилии и подписи лиц, принимавших участие в разработке чертежа, дату его подписания и стадию проектирования для проектных чертежей.

Содержание, расположение и размеры граф основной надписи для производственно-технологических и проект-

ных горных чертежей рекомендуется выполнять в соответствии с рис. 15, *а* и 16, *а*, на которых в соответствующих графах указаны:

- а* — наименование чертежа (общее наименование проекта и наименование объекта проектирования);
- б* — наименование вышестоящей организации, которой подчиняется предприятие (министерство, главк, комбинат) или наименование предприятия (заказчика);
- в* — конкретное содержание чертежа;
- г* — обозначение чертежа (индекс, шифр, номер);
- д* — сокращенное наименование организации горного предприятия



а

				Шахта „Первомайская“ комбинат Тулауголь	1213201
Изм.	Лист	N документа	Подп.	Дата	Стадия
Должн.	Фамилия	Подп.	Дата		Заназ
				Схема подземных установок главного ствола	Масшт.
					Т. П.
					1831
					1: 500
					Лист 1
					Листов 3
				План, разрезы	Гипрошахт отдел: Г

б

РИС. 16. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ШТАМП ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ:

а — форма штампа;
б — пример заполнения

- (шахта, рудник, карьер), выпускающего чертеж;
- е — сокращенное наименование отдела, выпускающего чертеж;
- е' — стадия проектирования (указывается сокращенно ТП — технический проект; РЧ — рабочий чертеж);
- ж — масштаб;
- з — номер заказа (договора), по которому ведется проектирование, или марка чертежа;
- и — порядковый номер листа данного чертежа, если чертеж выполнен на нескольких листах;
- к — число листов данного чертежа;
- л — должности лиц, участвующих в выпуске чертежа;
- м — фамилия лица, подписывающего чертеж;
- н — подписи лиц, фамилии которых указаны в предыдущей графе;
- о — дата подписания чертежа;
- п, р, с, т, у — отметки об изменениях чертежа, их заполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.503—68;
- ф — обозначение чертежа, повернутое на 180° ;
- х — подпись лица, копировавшего чертеж;
- ц — обозначение формата листа по ГОСТ 2.301—68.

Примеры заполнения основной надписи приведены на рис. 15, б и 16, б.

Шрифты и расположение надписей. Для надписей на горных чертежах следует применять стандартные шрифты, рекомендуемые ГОСТ 2.304—68. Стандартные шрифты бывают наклонные (рис. 17, а) и прямые (рис. 17, б). Высота строчных букв составляет $5/7$ высоты прописных. Ширина букв примерно равна $5/7$ их высоты. Ширина букв Д, Ж, М, Ф, Ш, Щ, Ы, Ю равна их высоте.

В зависимости от отношения ширины b буквы к ее высоте h различают шрифты узкие, когда $b/h < 2/3$; нормальные, когда $\frac{b}{h} = 2/3$, и широкие, когда $\frac{b}{h} > 2/3$.

Высота букв в нормальном шрифте имеет следующие размеры: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Высота букв и цифр на чертежах, выполненных тушью, должна быть не менее 2,5 мм, а на чертежах, выполненных карандашом, — не менее 3,5 мм. Для нормального шрифта толщина обводки равна $1/7$ высоты букв. Размер шрифта определяется высотой прописных букв в миллиметрах.

Для надписей на маркшейдерских чертежах применяются также топографический (рис. 18, а) и курсивный (рис. 18, б) шрифты. Высота букв на маркшейдерско-геологических чертежах: 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 7,0; 10; 14 мм. Надписи на горно-строительных чертежах можно выполнять архитектурным шрифтом (рис. 19), широко применяемым в инженерно-строительных чертежах.

На демонстрационных чертежах рекомендуется делать заглавные надписи. В заголовках нежелательны переносы слов из одной строки в другую. Если заглавные надписи располагают в несколько строк, композиционно их можно выполнить в форме прямоугольника, трапеции и т. д.

На горных чертежах помещают много надписей топографического, геологического, технологического, пояснительного и иного характера. При их написании необходимо руководствоваться следующими правилами:

надписи, относящиеся к изображению на горных чертежах, кроме маркшейдерско-геологических, располагают, как правило, параллельно основной надписи, помещенной в контуре, над



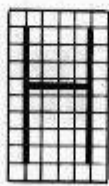
РИС. 17. СТАНДАРТНЫЙ ШРИФТ:

- а — наклонный;
- б — вертикальный

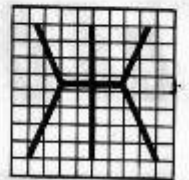
А Б В Г Д Е Ж З И К К Л М Н О П Р С

Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и к к л м н о п р с т у ф х



Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я



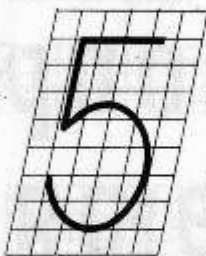
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

a

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т

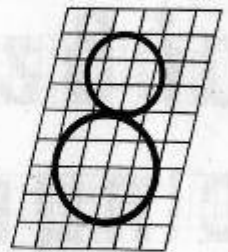
У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и к л м н о п р с т у ф



х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0



б

РИС. 18. ШРИФТЫ:
a — топографический;
б — курсивный

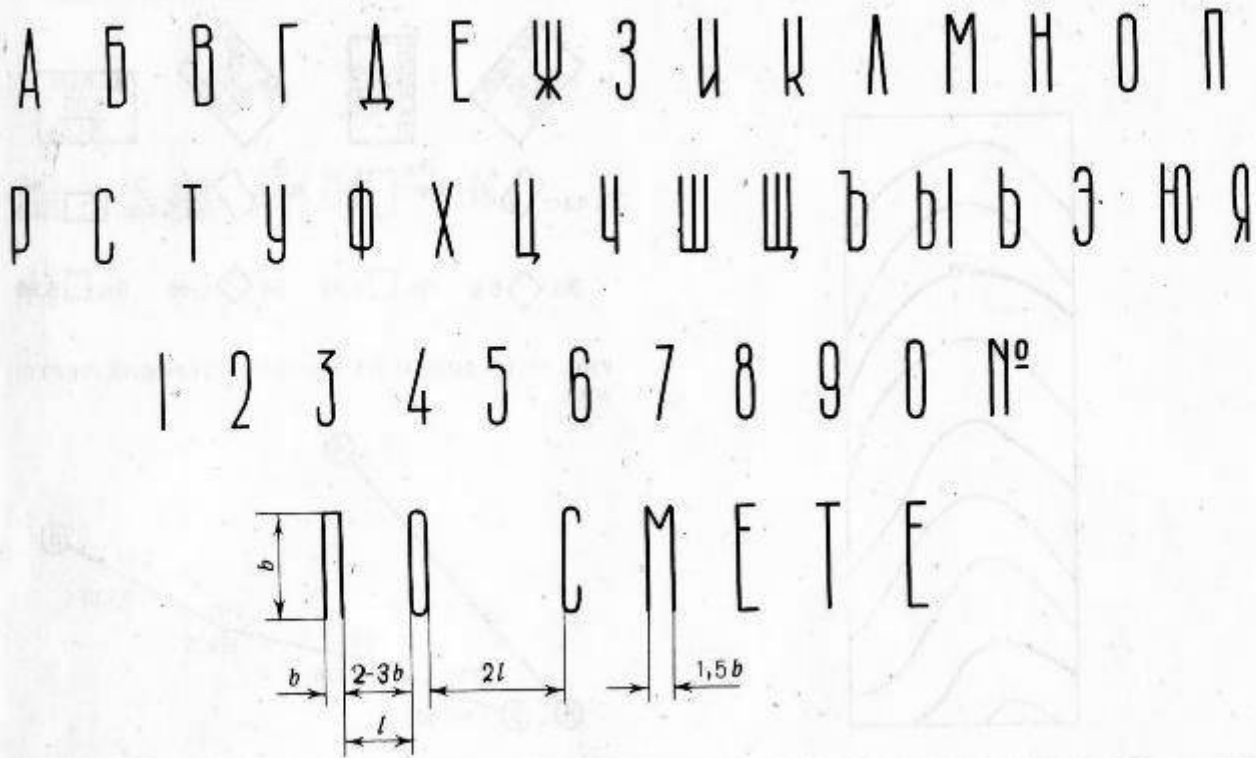


РИС. 19. АРХИТЕКТУРНЫЙ ШРИФТ

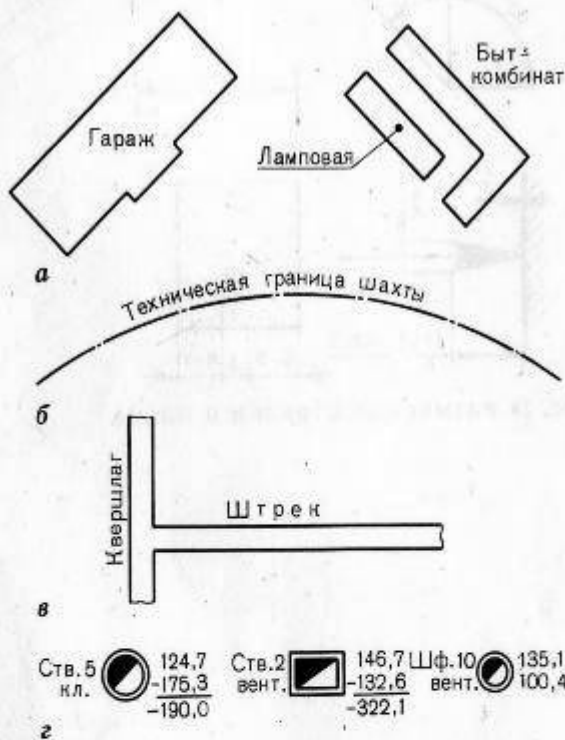


РИС. 20. РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОМПОНОВКА НАДПИСЕЙ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

изображением или слева от него. В случаях большой загруженности поля чертежа надпись располагают в любом месте — вблизи изображения предмета на линии—выноске, оканчивающейся точкой (рис. 20, а);

названия и пояснительные надписи вытянутых объектов выполняют внутри или над изображением параллельно его продольной оси (рис. 20, б, в), цифровые данные наносят справа от изображения (рис. 20, г);

отметки горизонталей, изогипс и других изолиний проставляют в их разрыве так, чтобы цифры основаниями были направлены в сторону уклона (рис. 21). Надписи на маркшейдерско-геологических чертежах наносят согласно рис. 22;

текстовый материал, помещаемый на поле чертежа, располагают над основной надписью или оформляют в виде таблиц. Таблицы (подсчета объема горных работ и расходов материалов, тех-



РИС. 21. ПРОСТАНОВКА ОТМЕТК ГОРИЗОНТАЛЕЙ

нические данные стрелочных переводов, характеристики ж.-д. путей и т. д.) размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105—68;

разрезы и сечения на горных чертежах обозначаются согласно ГОСТ 2.305—68, но допускается сечение, разрез, профиль сопровождать надписями, например «Профиль рельсового пути откаточного штрека», «Геологический разрез», «Разрез вкрест простирания». На планах положение секущих плоскостей для обозначения профилей, геологических разрезов и сечений допускается показывать также арабскими цифрами в кружках (рис. 23). Выносные элементы на горных чертежах допускается отмечать арабскими цифрами. Нумерация однотипных выносных элементов на данном чертеже начинается с первого номера. Например: «Сопряжение 1», «Камера противопожарных дверей 1».

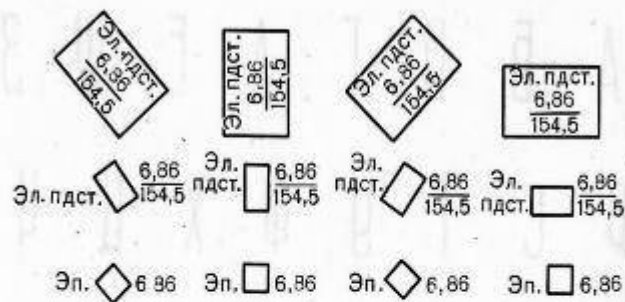


РИС. 22. НАДПИСИ НА МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЧЕРТЕЖАХ

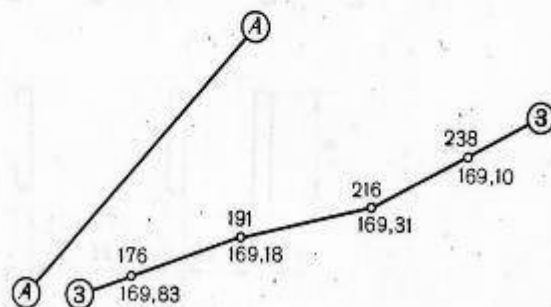


РИС. 23. ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕКУЩЕЙ ПЛОСКОСТИ НА МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАНАХ

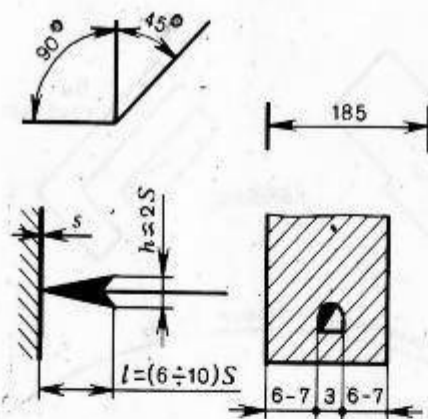


РИС. 24. РАЗМЕРНЫЕ СТРЕЛКИ И ЧИСЛА

Ел.
ниже

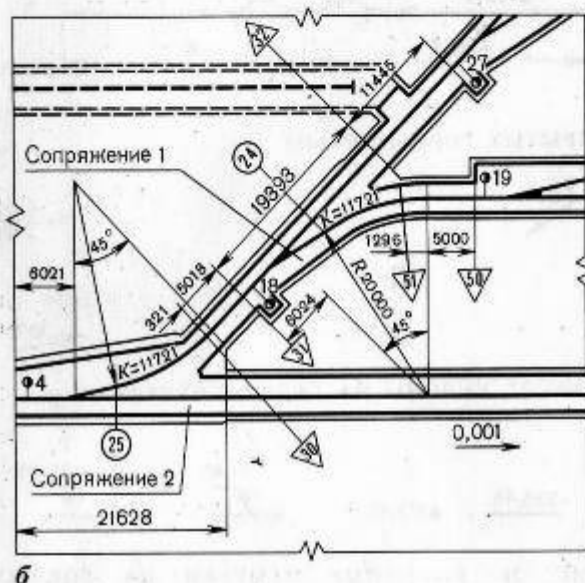
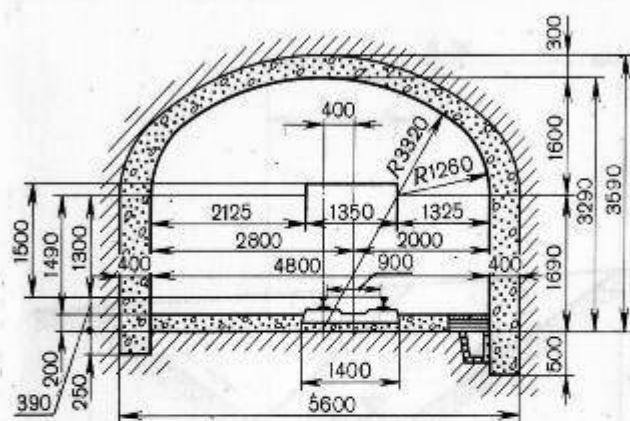


РИС. 25. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ:

а — на сечении;
б — на плане

Нанесение размеров. Правила нанесения размеров на чертежах всех отраслей промышленности стандартизованы (ГОСТ 2.307—68).

При простановке размеров на чертежах следует придерживаться следующих основных правил:

1. Размеры на чертежах указываются размерными числами и тонкими сплошными размерными и выносными линиями. Размерные линии проводятся параллельно измеряемому отрезку и ограничиваются стрелками, а при недостатке места — засечками (рис. 24) или точками.

2. Расстояние размерной линии от линии контура, осевой, выносной и других линий, а также расстояние между параллельными размерными линиями должно быть от 6 до 10 мм.

3. Размерные числа должны указывать действительную величину изображаемого предмета, независимо от того, в каком масштабе выполнено изображение.

4. Каждый размер следует указывать на чертеже только один раз, допуская повторение его только в виде исключения при действительной необходимости в этом.

5. При обозначении закруглений перед размерным числом нужно ставить знак радиуса или диаметра (R или \varnothing).

При простановке размеров на горных чертежах следует руководствоваться кроме основных еще и следующими положениями:

1. Линейные размеры указываются преимущественно в миллиметрах (рис. 25) без обозначения единиц измерения. На чертежах, на которых изображаются большие площади и протяженные объекты (например, чертежи шахтных полей, систем разработок, схемы вскрытия, погоризонтные планы, планы горных работ, чертежи тран-

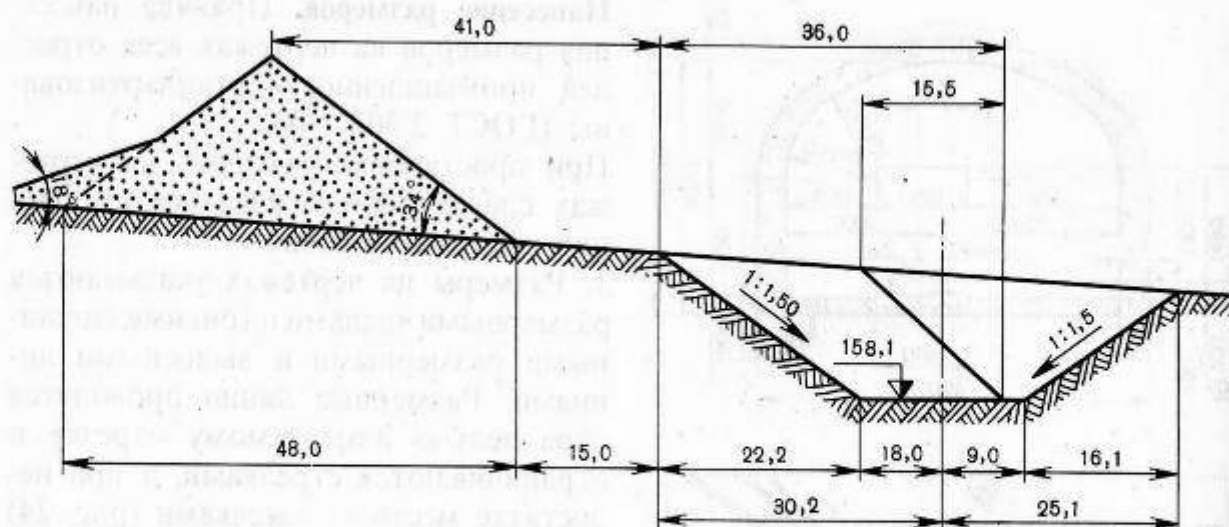


РИС. 26. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

спортных и энергетических коммуникаций, чертежи всех видов открытых работ и т. д.), все линейные размеры указываются в метрах без обозначения единиц измерения (рис. 26).

2. Уклон на горных чертежах выражают в сотых и тысячных долях и обозначают согласно рис. 27.

3. Высотные отметки на горных чертежах указывают в метрах с точностью до сотых долей. Отсчетный уровень принимается за нулевой и обозначается цифрой 0. Отметки уровней, расположенных ниже отсчетного, проставляют со знаком «—», выше отсчетного — со знаком «+». При положительном значении высотной отметки знак «+» допускается не указывать (рис. 28). Для обозначения горизонта разработки вместо знака высотной отметки используют надпись типа гор. 328 м. На разрезах, профилях и вертикальных проекциях высотные отметки (глубины) проставляются около сетки. Линия горизонтов на сетке вычерчивается тонкой сплошной через определенное число метров (см. рис. 10). На планшете числовые значения горизонтов (глубин) подписываются на правом поле планшета.

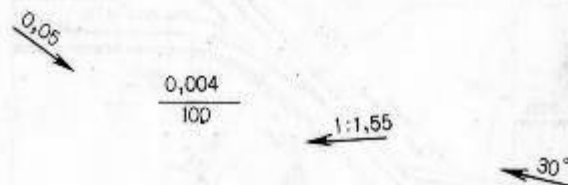


РИС. 27. УКЛОНЫ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

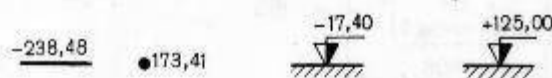


РИС. 28. ВЫСОТНЫЕ ОТМЕТКИ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

§ 5. Особенности оформления маркшейдерских планшетов

Маркшейдерско-геологические чертежи разделяются на исходные, которые строят непосредственно по результатам измерений, и производные — полученные путем репродукции с уменьшением масштаба исходных чертежей. Производные чертежи имеют специальные дополнения.

Исходные чертежи составляются на планшетах на чертежной бумаге высшего качества ручного или машинного отлива, наклеенной на жесткую или мягкую основу для обеспечения длительности срока службы и хранения, или на прозрачных синтетических материалах — пленках.

Разграфка планшетов. Планы земной поверхности, создаваемые на участках площадью менее 20 км^2 , и планы горных работ при открытом и подземном способах разработки месторождений составляются в разграфке квадратных планшетов. Исходным форматом для деления на планшеты является лист в масштабе $1:5000$, охватывающий площадь $2 \times 2 \text{ км}$. Разделение листа в масштабе $1:5000$ на планшеты в масштабах $1:2000$, $1:1000$ и $1:500$ и составление их номенклатуры приведены на рис. 29.

В основу разграфки планов земной поверхности в масштабе $1:5000$ и $1:2000$, создаваемых на участках площадью более 20 км^2 , как правило, принимают лист карты в масштабе $1:100\,000$, который делят на 256 планшетов в масштабе $1:5000$, а каждый планшет в масштабе $1:5000$ делят на девять планшетов в масштабе $1:2000$. Номенклатуру планшета в масштабе $1:5000$ составляют из номенклатуры листа в масштабе $1:100\,000$ и взятого в скобки

номера планшета в масштабе $1:5000$, например М—38—39 (255).

Номенклатуру планшета в масштабе $1:2000$ составляют из номенклатуры планшета в масштабе $1:5000$ и одной из первых девяти строчных букв русского алфавита (а, б, в, г, д, е, ж, з, и), например М—38—39 (255—а).

Размеры рамок для планов приведенной выше разграфки устанавливаются следующие:

Масштаб	По широте	По долготе
$1:5000$	$1' 16'',0$	$1' 52'',5$
$1:2000$	$25'',0$	$37'',5$

Севернее параллели 60° планы по долготу сдваивают.

Правила выполнения планшетов. Размеры планшетов выбирают согласно данным табл. 1. Углы планшетов по линиям обреза скругляют, как показано на рис. 11. На планшет наносят квадратную координатную сетку со стороной 100 мм и вычерчивают ее черной тушью сплошными тонкими линиями толщиной $0,1 \text{ мм}$. Числовые значения координат у линий сетки надписывают в километрах горизонтально на правом и нижнем полях планшета черным цветом следующим образом: полные значения координат указывают в правом нижнем (x, y), в правом верхнем (x) и в левом нижнем (y) углах сетки; для остальных линий сетки указывают только десятки и единицы километров с точностью до сотых долей.

Для удобства совмещения смежных планшетов и получения непрерывного изображения объектов на левом и верхнем полях до линии обреза вычерчи-

вают продолжение линий сетки координат. Если на планшетах координатная сетка непараллельна рамке, оцифровку линий сетки выполняют внутри рамки вдоль нижней и левой ее линий. Вдоль нижней линии рамки указывают значения координат каждой линии. На одной из линий координатной сетки вычерчивают стрелку с обозначением севера. Длина стрелки должна соответствовать размеру чертежа.

На разрезах и проекциях на вертикальную плоскость помещают высотную сетку.

В левой стороне нижнего зарамочного поля планшета помещают схему расположения части картограммы с указанием положения планшета среди планшетов горного предприятия, к нему примыкающих, причем данный планшет заштриховывают (рис. 30, а). Титульную надпись помещают в середине нижнего поля планшета. В титульную надпись входит название вышестоящей организации и горного предприятия (комбинат, шахта, карьер), название чертежа и его масштаб (рис. 30, б).

Для планов земной поверхности указывают высоту сечения рельефа, для планов горных выработок и геологических разрезов — обозначение горизонта (например, гор. — 215 м), для приисков — номер или название полигона. Вместо слова «пласт» на четвертой строке соответственно месторождению указывают «залежь», «линза» и др.

В правой стороне нижнего поля планшета помещают таблицу, в которой отмечают дату составления и пополнения планшета, фамилии, должности и подписи лиц, составляющих планшет (рис. 30, в). В верхнем и левом зарамочных полях смежных планшетов помещают изображение объектов

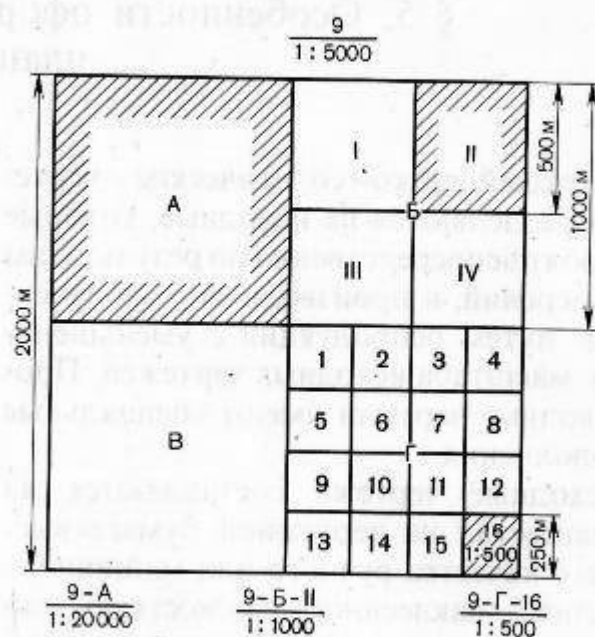
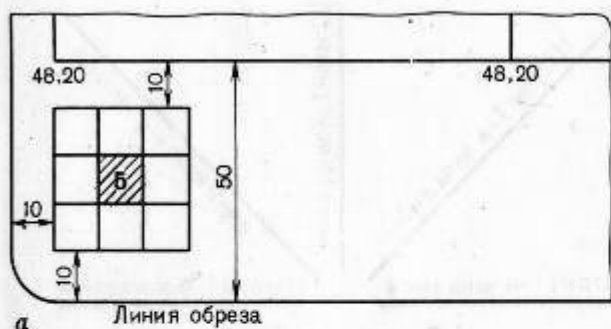
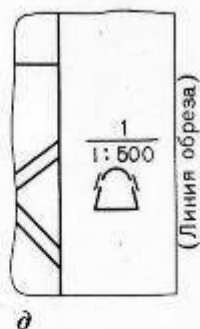
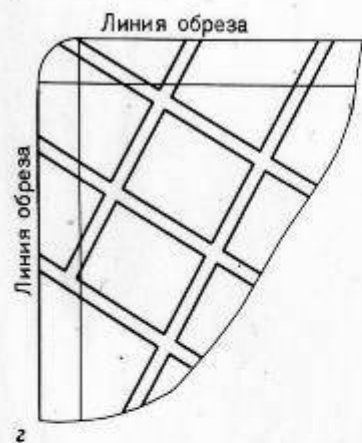


РИС. 29. РАЗДЕЛЕНИЕ ЛИСТА НА ПЛАНШЕТЫ



Комбинат.....
 Шахта.....
 План горных выработок
ПЛАСТ.....
 Слой.....
 1: 2000



(рис. 30, *з*). На правом поле планшета размещают выноски отдельных элементов изображения в более крупном масштабе или в другой проекции. Около выноски указывают ее номер и масштаб (рис. 30, *д*).

При составлении планшетов необходимо соблюдать следующие основные требования:

сетку координат следует наносить только с помощью координатографа или других приборов, обеспечивающих необходимую точность построения;

линии горизонтов высотной сетки на вертикальных разрезах и проекциях на вертикальную плоскость следует проводить через 5 см, а вертикальные линии — соответственно точкам пересечений линий сетки координат (x и y) со следом разреза;

пункты геодезических и маркшейдерских съемок следует наносить по координатам с помощью координатографа или другими приборами, обеспечивающими необходимую точность. В исключительных случаях точки полигонов, расположенные в лавах и заходках, можно наносить непосредственно полярным методом;

объекты съемки следует изображать в соответствии со стандартами на условные обозначения для маркшейдерско-геологических чертежей;

в случае изображения какого-либо участка чертежа с большим числом условных знаков следует составлять дополнительный чертеж в увеличенном масштабе;

надписи к условным знакам, отражающим содержание объектов съемки, следует начинать с прописной буквы. Если объект съемки имеет вытянутую форму (дорога, штрек), надпись надо делать по длине оси объекта согласно схеме, приведенной на рис. 31;

РИС. 30. ЭЛЕМЕНТЫ ОФОРМЛЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ПЛАНШЕТА

надпись и цифровые данные к условным знакам, если позволяет площадь, нужно помещать внутри этой площади в полном или сокращенном виде, располагая их в соответствии со схемой, показанной на рис. 31. Для условных знаков название объекта следует помещать слева, а цифровые данные — справа от изображения (см. рис. 20, в). Если надпись и цифровые данные невозможно поместить в соответствии с указанным выше, их помещают на свободном месте чертежа так, чтобы было видно, к какому знаку они относятся.

Точность составления исходных чертежей должна определяться следующими допустимыми величинами ошибки:

	Допустимая величина ошибки, мм
Ошибка взаимного положения точек пересечения линий сетки координат	$\pm 0,2$
Ошибка положения пунктов опорной и съемочной сети по отношению к линиям сетки координат	$\pm 0,4$
Ошибка взаимного положения ближайших друг к другу пунктов опорной и съемочной сети	$\pm 0,6$
Ошибка положения точек четких контуров по отношению к ближайшим пунктам опорной и съемочной сети	$\pm 0,6$
Ошибка взаимного положения ближайших точек четких контуров	$\pm 0,8$

Линии высот проводят в масштабе разреза через каждые 100 м тушью синего цвета. Отметки этих линий надписывают на правом поле планшета. При составлении разрезов по ломаной линии указывают азимут отдельных отрезков линий. Граница разрезов на правом и левом полях планшета показывается штрихпунктирной линией.

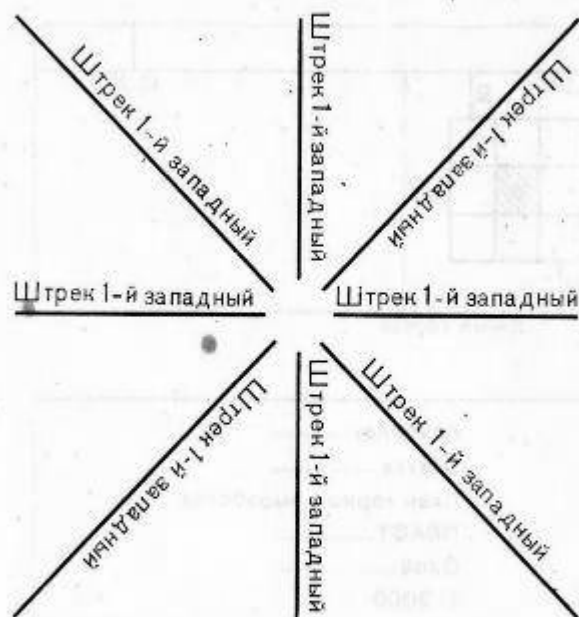


РИС. 31. РАСПОЛОЖЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЧЕРТЕЖАХ

§ 6. Цветовое тонирование горных чертежей

В связи с тем, что горные чертежи содержат большой объем информации, для выделения объектов или деталей изображения, а также для более полного выражения их внутреннего содержания часто возникает необходимость в цветовом тонировании чертежей. Наиболее часто тонируются маркшейдерско-геологические чертежи (геологические планы и разрезы), а также различные технологические графики, схемы и диаграммы.

Применяются в основном два способа тонирования — фоновая окраска и отмывка. В первом случае вся поверхность изображения окрашивается ровным слоем одного цвета, во втором — с постепенным переходом от сильных тонов к более слабым, и наоборот.

Тонирование чертежа производят после окончания всех графических построений. Перед фоновой окраской акварельную краску или тушь разводят до нужного тона и проверяют на отдельном листе бумаги. Необходимо

помнить, что краска при высыхании несколько осветляется. Предварительно поверхность чертежа слегка увлажняют. Если площадь окрашивания большая, окрашивание производят по частям, используя отдельные контуры элементов чертежа.

Окрашивание отмывкой достигают последовательным многократным нанесением раствора краски с постепенным осветлением ее тона. Отмывку выполняют различными способами. При одном способе слабым раствором краски покрывают всю окрашиваемую поверхность. После того как она подсохнет, на часть поверхности наносят тот же раствор вторично. В третий раз и более покрывают тем же раствором места, требующие дальнейшего усиления тона.

При другом способе разводят тушь или краску до темного тона, а затем кистью большого номера, смоченной в воде, размывают краску или тушь в направлении осветления.

§ 7. Условные обозначения материалов, горных пород и полезных ископаемых. Условные знаки

Сложность и многообразие горных чертежей, необходимость передачи с их помощью большого объема различной информации предопределяют необходимость широкого применения на горных чертежах условных графических обозначений. Графическое обозначение — это условная кодификация графическими средствами внутреннего содержания объекта, его строения или других особенностей в пределах определенных контуров. Обозначения материалов регламентируются ГОСТ 2.306—68, а для обозначения горных

пород применяются специальные ГОСТы — Горная графическая документация — обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания. С помощью условных обозначений на чертежах показываются вид материала, тип, структура, текстура и другие особенности полезных ископаемых и вмещающих горных пород, а также элементы горных работ. Так, например, откосы уступов на открытых работах обозначают линиями наибольшего ската и бергштрихами.

В качестве условного обозначения в горных чертежах широко используются цвет и буквы латинского и греческого алфавитов. С помощью цвета выделяются типы горных пород в сечениях, на геологических разрезах и планах, а также всех металлических руд (см. приложение 8). Буквенные условные обозначения широко используются для выражения структуры и текстуры горных пород (см. приложение 9), особенностей магматических пород (см. приложение 4), а также для уточнения тех или иных особенностей объекта.

Для изображения материалов в сечениях применяются условные графические обозначения в соответствии с ГОСТ 2.306—68, приведенные в приложении 1.

На вертикальных, наклонных и горизонтальных сечениях в случаях, когда нет необходимости в выделении конкретных типов горных пород или полезного ископаемого, вмещающие (вскрышные) горные породы могут обозначаться штриховкой под углом 45° к горизонту при расстоянии между линиями 2,5 и 5 мм. Мягкие горные породы в насыпях обозначаются точками, а скальные породы — согласно приложению 2. Конкретные типы горных пород и полезных ископаемых обозначаются в соответствии с при-

ложениями 3, 4, 5 и 6, а полезных ископаемых — согласно приложению 8. Обводненность горных пород обозначается, как показано в приложении 7.

Не следует путать графические обозначения с условными графическими знаками. Условные знаки обычно являются безмасштабными, за исключением условных знаков протяженных объектов (железные и автомобильные дороги, энергетические коммуникации, трубопроводы), имеющих размерность только по длине. Применяемое в маршейдерской литературе понятие «масштабный условный знак» есть не что иное, как условное обозначение в контурах объекта.

Условные графические знаки могут сопровождаться сокращенными пояснительными надписями, а также числовыми характеристиками изображаемого объекта. Условными знаками обозначаются отдельные объекты, сооружения и механизмы. Условные знаки применяются в основном на мелкомасштабных горных чертежах. С помощью условных знаков показывают положение горных машин и механизмов, транспортных и энергетических коммуникаций, отдельных сооружений и других объектов. Начертание основных условных знаков приведено в приложениях 11—13.

§ 8. Некоторые геометрические построения

В практике горного черчения, особенно при разбивке различного рода инженерных сооружений (трассировании дорог, каналов и т. д.), требуется построение всевозможных кривых линий и их сопряжений. Умение правильно построить эти линии и их сопряжения ускоряет процесс выполнения чертежа, повышает графическую грамотность,

развивает навыки в изображении и чтении чертежей.

Сопряжения циркульных кривых. При проектировании транспортных трасс между прямым участком и кривой постоянного или переменного радиуса устраивают переходные кривые, которые смягчают действие центробежной силы на транспортный агрегат, возни-

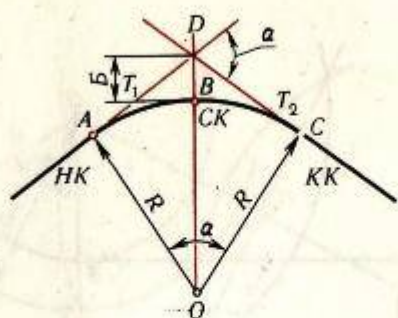


РИС. 32. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРИВЫХ УЧАСТКОВ ТРАССЫ

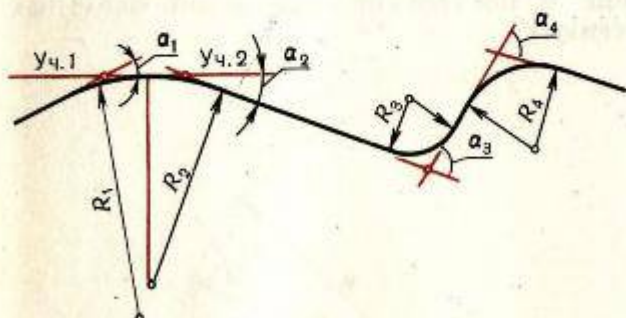


РИС. 33. СОЧЕТАНИЕ ПРЯМЫХ И КРИВЫХ УЧАСТКОВ ТРАССЫ

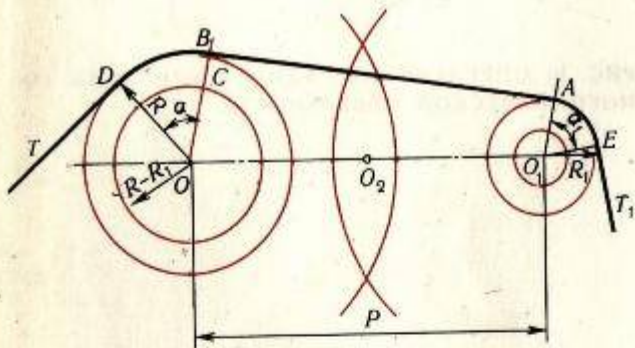


РИС. 34. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ ОДНОСТОРОННИХ КРИВЫХ

кающей при въезде на кривую. Чтобы обеспечить плавный переход трассы с прямых участков на кривые, необходимо строить сопряжения.

Кривые на трассе описываются, как правило, по дугам окружности (рис. 32). Закругления по дуге окружности характеризуются внешним углом поворота α и радиусом кривой R , а также началом HK , концом KK и серединой $СК$ кривой.

Элементы кривой определяются по формуле

$$AD = DC = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Трасса в плане состоит из чередующихся прямых и кривых, которые сочетаются в зависимости от условий проложения трассы на местности (рис. 33). Кривые радиусами R_1 и R_2 , соприкасающиеся между собой, получили название односторонних сопряженных кривых.

Кривые радиусами R_3 и R_4 , направленные в разные стороны, называются обратными кривыми. Они разделены между собой прямой вставкой.

Если две кривые разных радиусов примыкают друг к другу и имеют одну касательную, такие кривые называются сопряженными кривыми. При одностороннем повороте трассы приходится строить сопряжение односторонних кривых (кривые направлены в одну сторону).

Пусть имеется прямолинейный участок транспортной трассы, равный OO_1 , длиной P (рис. 34). Известны углы поворота трассы α и α_1 , а также радиусы закруглений R и R_1 . Необходимо построить точки сопряжения A и B прямой, касательной к дугам AE и BD .

Из крайних точек O и O_1 прямолинейного участка трассы проводим окружности радиусами R и R_1 . Затем строим

окружность радиусом $R - R_1$ с центром в точке O . Делим отрезок OO_1 пополам и получим точку O_2 . Найдем точку пересечения дуги радиусом O_2O с центром O_2 со вспомогательной окружностью радиусом $R - R_1$. Получим точку C .

Проведя из центра O через точку C прямую до пересечения с окружностью радиусом R , найдем точку сопряжения B . Чтобы найти точку сопряжения A , необходимо провести из точки O_1 прямую, параллельную прямой BO , до пересечения с окружностью радиусом R_1 . Точки A и B соединяем. Отложив углы α и α_1 от отрезков соответственно OB и O_1A , получим точки D и E . В полученных точках проведем касательные (тангенсы T и T_1) к соответствующим окружностям.

Если смежные кривые трассы направлены в разные стороны, то такие кривые называются обратными (рис. 35). Пусть расстояние между криволинейными участками трассы равно OO_1 . Имеем радиусы R и R_1 и углы α_2 и α_1 закругления ее. Чтобы построить сопряжения, необходимо из точки O провести вспомогательную окружность радиусом $R_1 + R$. В результате деления отрезка OO_1 пополам получим точку O_2 . Проведем из точки O_2 дугу радиусом O_2O до пересечения с окружностью радиусом $R + R_1$, получим точку C . Соединяем точку C с центром O . На пересечении прямой OC с окружностью радиусом R найдем точку B . Из точки O_1 проводим прямую, параллельную прямой OC , и в точке ее пересечения с окружностью радиусом R_1 отмечаем точку A . Точки A и B будут точками сопряжения двух окружностей. Точки D и E находим аналогично предыдущему случаю.

Переходные кривые. В случае высоких расчетных скоростей движения и на

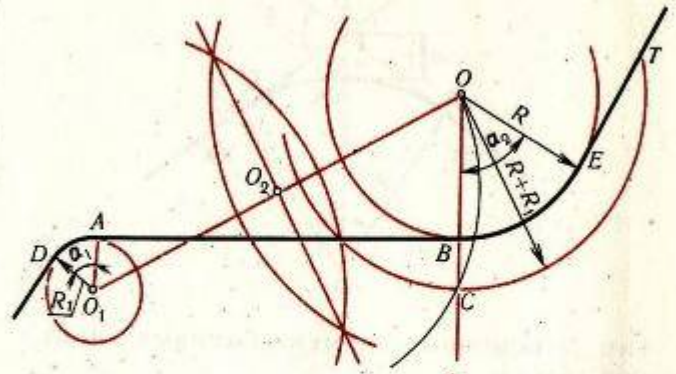


РИС. 35. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ ОБРАТНЫХ КРИВЫХ

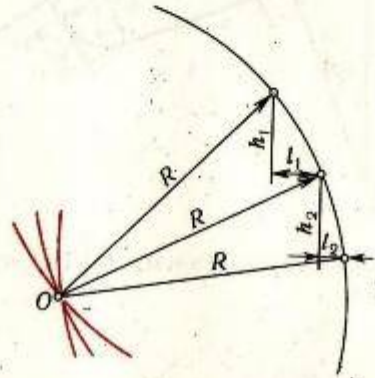


РИС. 36. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

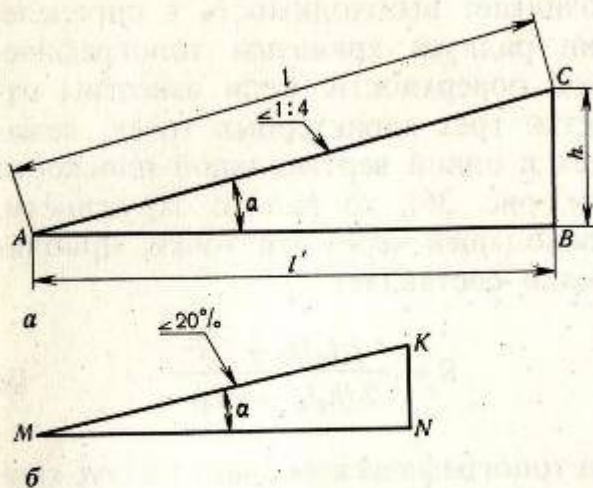


РИС. 37. ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНОВ

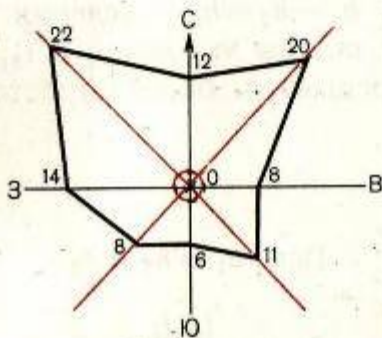


РИС. 38. РОЗА ВЕТРОВ

кривых малых радиусов с обеих сторон циркульной кривой устраивают переходные кривые. Переходная кривая характеризуется убыванием радиуса кривизны обратно пропорционально длине кривой от ее начала. Этому требованию полностью удовлетворяет клотоида — радиальная спираль (рис. 36). Клотоиду часто называют радиоидой. Частными случаями радиоиды являются кубическая парабола и лемписката.

Все названные кривые применяются в качестве переходных кривых закруглений транспортных трасс. Кроме них применяется еще коробовая кривая, которая не имеет плавного очертания, так как радиусы ее звеньев меняются скачками. Но между радиусами звеньев существуют взаимосвязи $R_1 = 1,5R_{\text{осн}}$, $R_2 = 3R_{\text{осн}}$ и т. д., где $R_{\text{осн}}$ — радиус основной окружности, R_1 , R_2 и т. д. — переменные радиусы. В этом случае считают, что звенья кривой равны между собой, а сумма их равна длине переходной кривой. Данные для разбивки коробовых кривых содержатся в определенных таблицах.

Переходные кривые рекомендуется проектировать при радиусах 1500 м и менее из расчета обеспечения наибольшей скорости движения на кривой данного радиуса независимо от категории дороги.

Построение уклонов. Уклоном линии $AC=l$ (рис. 37, а) относительно прямой AB называется отношение $i = \frac{h}{l} = \sin \alpha$. При малых углах уклона $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha$, поэтому часто пользуются отношением $i = \frac{h}{l}$. Уклоны могут быть заданы отношением, в процентах, тысячных долях (‰) и в градусах.

Чтобы вычертить линию MK (рис. 37, б) с уклоном 20‰, строят прямоугольный треугольник MNK с катетами $MN =$

= 50 мм и $NK = 10$ мм или им пропорциональными.

Построение розы ветров. При проектировании горных работ для определения расположения поселков относительно технологического комплекса требуется строить розу ветров (рис. 38). Роза ветров показывает направление и длительность ветров в данной местности в течение определенного отрезка времени. Данные о ветрах откладывают в определенном масштабе из одной точки навстречу ветру относительно сторон света. Эти данные выражаются в процентах от суммы продолжительности действия ветров в течение, например, навигационного периода, паводка, года.

Таким образом, каждый отрезок показывает направление к центру розы и продолжительность действия ветра в процентах. Суммы всех отрезков, отложенных в разных направлениях, должны равняться 100%. По розе ветров можно судить о господствующих в данной местности направлениях ветра.

Для графического построения розы ветров из точки O проводят направления: север — юг, восток — запад, северо-запад — юго-восток, северо-восток — юго-запад. Последние два направления (СЗ—ЮЗ и СВ—ЮЗ) проводят под углом 45° к направлениям С—Ю и З—В. На этих направлениях откладывают данные о ветрах. Полученные точки соединяют. Стрелка С—Ю показывает направление географического или магнитного меридиана.

Определение радиуса кривизны топографической поверхности. При трассировании и планировочных работах

возникает необходимость в определении радиуса кривизны топографической поверхности. Если известны отметки трех характерных точек, лежащих в одной вертикальной плоскости (см. рис. 36), то радиус окружности, проходящей через эти точки, приближенно составляет

$$R = \frac{l_1 l_2 (l_1 + l_2)}{2 (h_2 l_1 - h_1 l_2)} \quad (1)$$

На топографическом плане радиус кривизны R определяется по отметкам точек пересечения прямой трех смежных горизонталей. Тогда l_1 и l_2 — заложения, а $h_1 = h_2 = h_0$ — сечения рельефа. Если заданы уклоны i_1 и i_2 , тогда задача решается более просто $R = \frac{l_0}{i - i_1}$.

При $h_1 = h_2 = h_0$

$$R = \frac{l_0 l_1 l_2}{h_0 (l_1 - l_2)} \quad (2)$$

где $l_0 = 0,5 (l_1 + l_2)$.

В случае нивелирной сетки квадратов или сетки квадратов, построенной на топографическом плане, $l_1 = l_2 = l_0$. Тогда приближенная формула для вычисления радиуса топографической поверхности приобретает следующий вид: $R = \frac{l_0^2}{h_2 - h_1}$.

Если крайние точки размещены на разных скатах, то в знаменателе формул (1) и (2) знак «—» меняется на «+». В рассмотренных случаях точки с известными отметками расположены на одном скате.

ГЛАВА II

ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ В ГОРНОМ ЧЕРЧЕНИИ

§ 1. Сущность метода

Проекциями с числовыми отметками называются прямоугольные (ортогональные) проекции геометрических образов на горизонтальную плоскость, которые сопровождаются числами (числовыми отметками), указывающими удаление характерных точек проецируемого объекта от плоскости проекций. Следовательно, в проекциях с числовыми отметками предмет изображается только в одной (горизонтальной) плоскости, а вертикальные проекции на чертежах заменяются числовыми отметками. Такая замена наиболее целесообразна в случаях, когда вертикальные (высотные) размеры объекта изображения относительно невелики по сравнению с горизонтальными размерами. Этот метод особенно удобен для изображения на чертежах сложных криволинейных поверхностей и топографических поверхностей, для которых геометрический закон образования неизвестен.

На рис. 39 пирамида $SABC$ ортогонально спроецирована на горизонтальную плоскость проекций Π . Около проекций точек (s, a, b и c) проставляются цифры, определяющие высотные положения точек S, A, B, C относительно плоскости Π . Изображение, выполненное на плоскости Π , называется планом. План определяет положение объекта в координатах x и y ,

координата z (высота) задается числом. Размеры по трем координатным осям обычно выражаются в метрах. В практике горного дела проецирование горных выработок принято осуществлять на горизонтальную плоскость нулевого уровня. При этом высотные отметки точек будут абсолютными. Точки, расположенные выше плоскости нулевого уровня, имеют положительные отметки, точки, расположенные ниже, — отрицательные отметки, а точки, лежащие в плоскости нулевого уровня, — нулевую отметку (рис. 40). При произвольном задании положения горизонтальной плоскости проекций отметки точек условные.

На рис. 41 показано проецирование с числовыми отметками отрезка прямой AB . Длина проекции называется заложением отрезка прямой AB . Если высотные положения точек A и B обозначить соответственно через h_A и h_B , а заложение через L , то тангенс угла наклона прямой к плоскости проекций

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{h_B - h_A}{L} = \frac{\Delta h}{L}. \quad (3)$$

Величину $\operatorname{tg} \delta$ называют уклоном прямой. Уклон часто выражают так, чтобы в числителе была единица:

$$l = \operatorname{tg} \delta = \frac{1}{L:\Delta h} = \frac{1}{l}, \quad (4)$$

где l — интервал, показывающий величину заложения на единицу превышения прямой, т. е. $l = L$ при $h_B - h_A = 1$. Из сказанного следует, что уклон и интервал прямой линии — взаимно обратные величины.

Градуирование или графическое интерполирование основано на способе пропорционального деления отрезка прямой линии. Существует несколько приемов градуирования отрезка прямой. Наиболее часто применяются способы профилей и пропорционального деления, градуирование с помощью палетки, а также используются вспомогательные графики заложений.

На рис. 42, а показан пример градуирования способом профилей. Порядок построений при таком способе может быть следующим.

1. От проекций точек отрезка прямой восстанавливают перпендикуляры длиной, равной (в масштабе чертежа) высотному положению точек A и B . Отметим, что диагональный отрезок 3—6 равен натуральной длине отрезка AB , а точки 1, 2, 3 на перпендикулярах к линии a_3b_6 расположены на расстоянии одной, двух, трех и т. д. единиц от уровня плоскости проекций.

2. Проведя из точек 1, 2, 3 отрезки прямых, параллельных линии a_3b_6 , получают линии уровней, расположенных на расстоянии одной, двух, трех единиц от плоскости проекций.

3. На отрезке 3—6 линии уровня 4 и 5 пересекаются соответственно в точках 4 и 5. Перпендикуляры, опущенные из этих точек на линию a_3b_6 , дают в пересечении точки c_4, d_5 , высотные отметки которых соответственно равны четырем и пяти единицам.

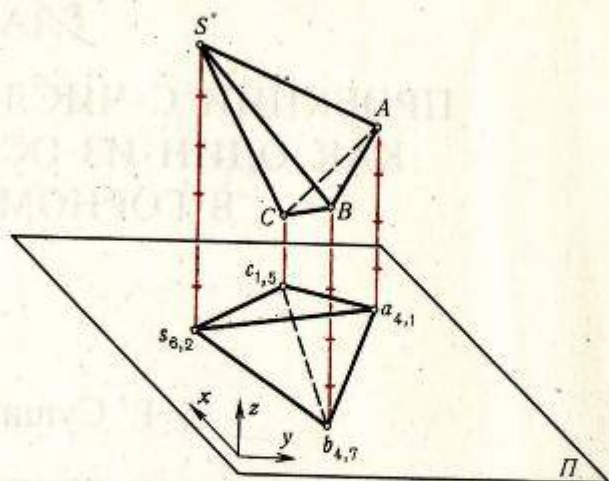


РИС. 39. ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПИРАМИДЫ $SABC$ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

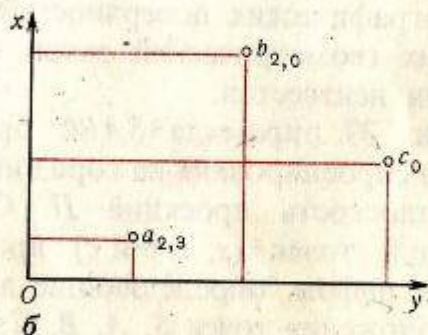
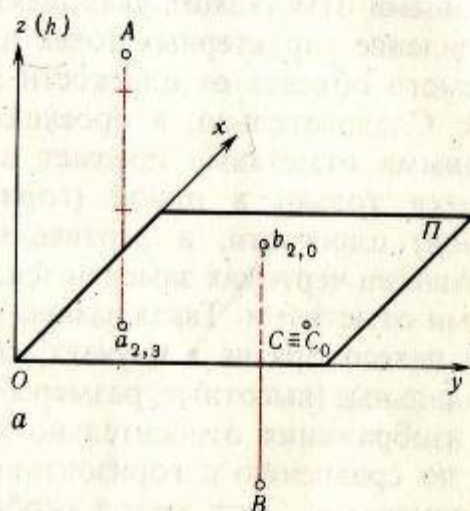


РИС. 40. ТОЧКИ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ:

a^r — в пространстве;
 a^p — на плане

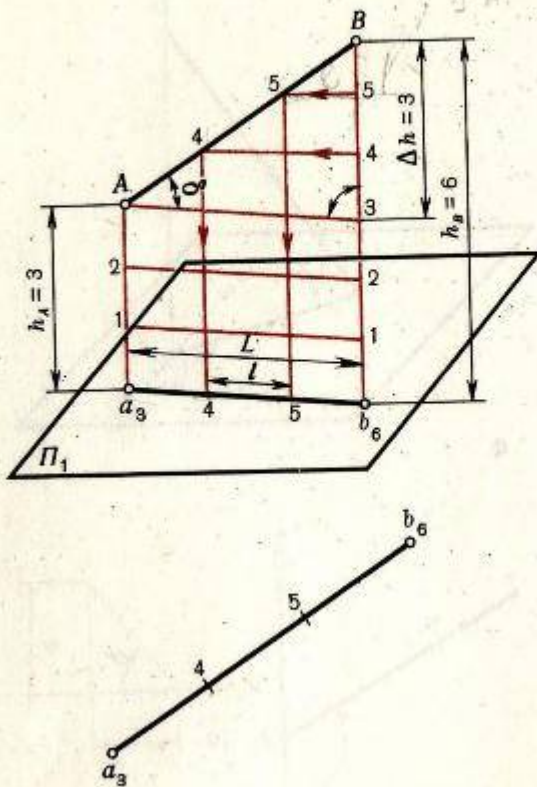


РИС. 41. ОТРЕЗОК ПРЯМОЙ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ:

a — в пространстве;
b — на плане

При способе пропорционального деления (рис. 42, б) к проекциям градуируемого отрезка под любым углом проводят вспомогательную прямую, на которой откладывают пропорциональные отрезки в масштабе, удобном для исполнителя (например, 1 см соответствует 1 м, 10 м и др.). Конечные точки вспомогательного и градуируемого отрезков соединяют прямой. Параллельно этой прямой через каждое деление вспомогательного отрезка проводят прямые, отсекающие на градуируемом отрезке искомые точки.

При градуировании с помощью палетки (рис. 42, в) применяют специальные трафареты (палетки), выполненные на кальке или другом прозрачном материале. На трафарете нанесены параллельные линии на одинаковом расстоянии.

Палетку накладывают на чертёж прямой таким образом, чтобы отметка линии на палетке и отметка точки совпадали. Например, точку *A* с отметкой 150 совмещают с линией 150. Затем палетку вращают относительно точки

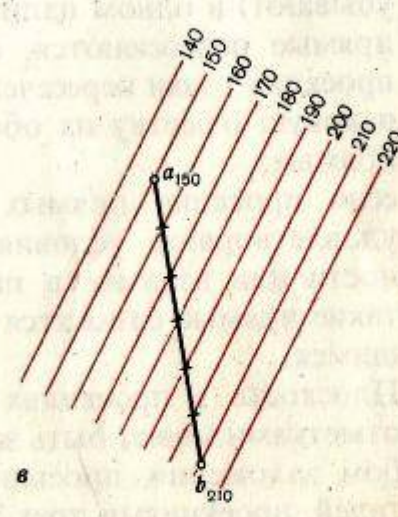
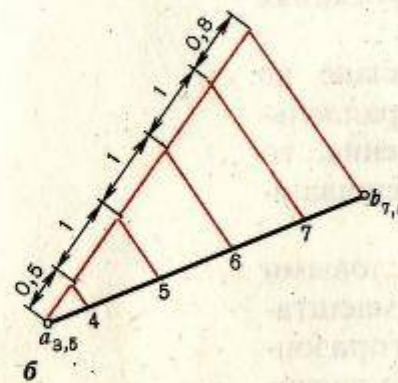
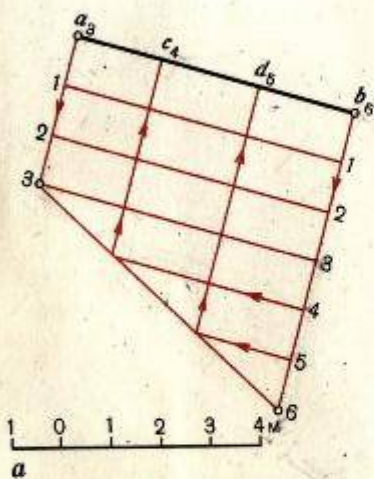


РИС. 42. ГРАДУИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ:

a — способом профилей;
б — пропорциональным делением отрезка;
в — с помощью палетки

a_{150} до совпадения точки b_{210} с линией палетки, имеющей отметку 210. На горных чертежах, кроме указанных способов, часто строят графики заложений, с помощью которых градуируют элементы чертежа.

Положение прямой линии в пространстве определено, если заданы проекции двух ее точек с числовыми отметками или проекция одной точки с числовой отметкой d_7 , а также углы падения δ и простирания α прямой (рис. 43). Угол простирания α принято отсчитывать от положительного направления оси абсцисс или северного конца меридиана по направлению часовой стрелки до проекции прямой.

Прямая линия в горном деле как геометрический образ может характеризовать положение горных выработок, скважин, трасс транспортных и энергетических коммуникаций и др. Поэтому необходимо уметь устанавливать на плане взаимное положение прямых.

Следует помнить следующие правила: прямые параллельны, если параллельны их проекции, интервалы их равны, а числовые отметки возрастают (или убывают) в одном направлении; прямые пересекаются, если на плане проекция точки пересечения имеет одинаковую отметку на обеих проекциях прямых;

если проекции прямых на плане не удовлетворяют условиям параллельности или взаимного пересечения, то такие прямые относятся к скрещивающимся.

Плоскость в проекциях с числовыми отметками может быть задана масштабом заложения, проекциями горизонталей, проекциями трех точек с числовыми отметками, проекциями двух пересекающихся или параллельных прямых (рис. 44).

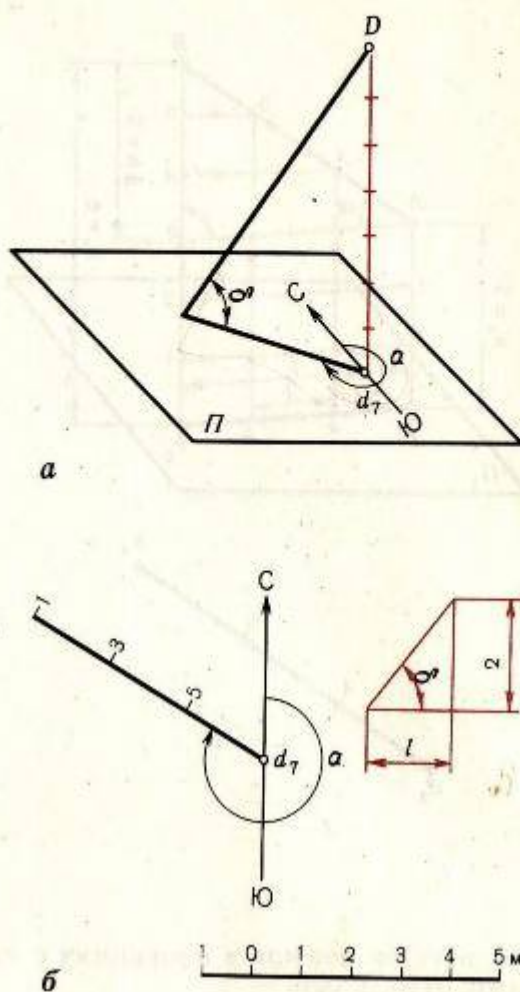


РИС. 43. УГЛЫ ПАДЕНИЯ И ПРОСТИРАНИЯ ПРЯМОЙ:

a — в пространстве;
 b — на плане

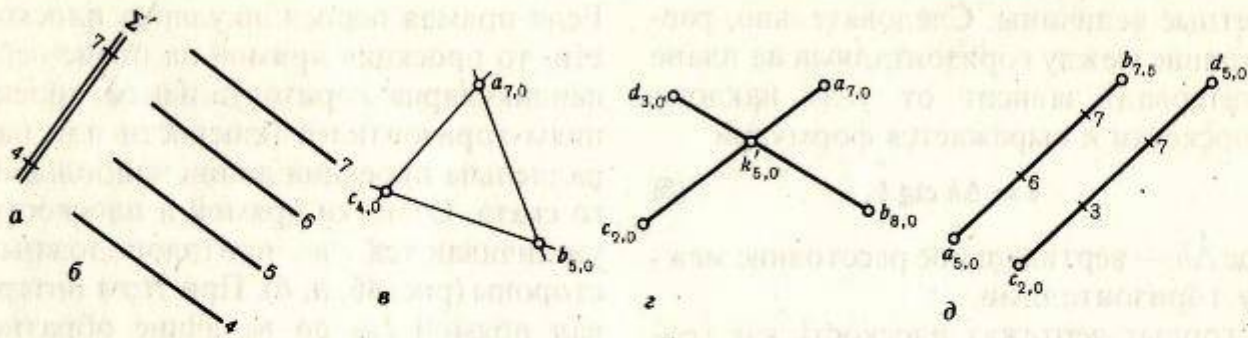


РИС. 44. СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПЛОСКОСТИ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

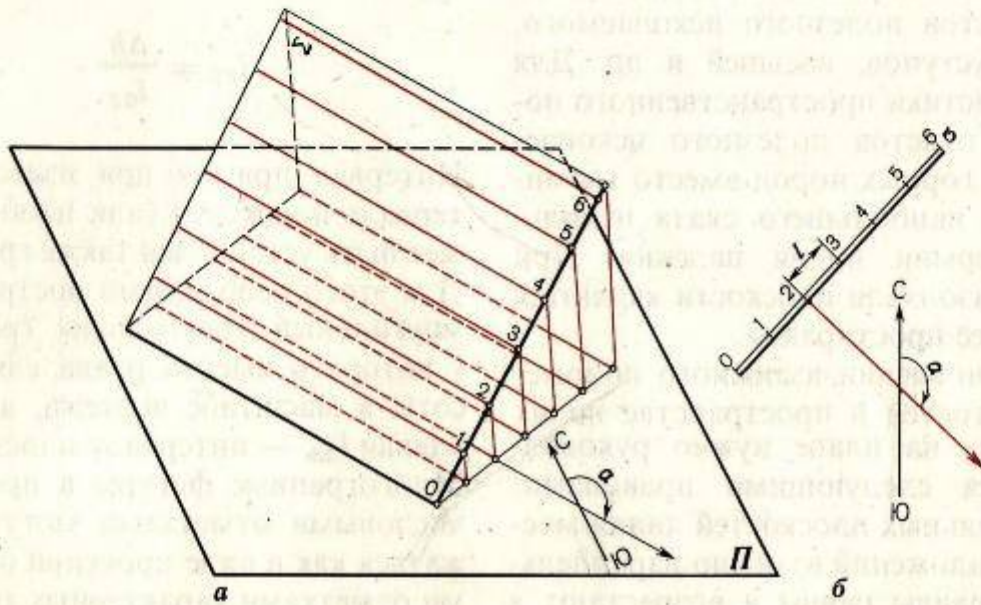


РИС. 45. ПЛОСКОСТЬ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ:
 а — в пространстве;
 б — на плане (масштаб заложений)

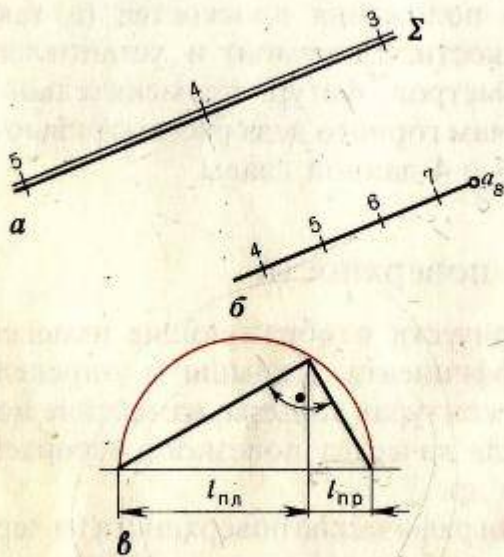


РИС. 46. ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМАЯ И ПЛОСКОСТЬ

Масштабом заложения или уклонов называется проградированная проекция линии наибольшего ската (рис. 45, а). Очевидно, что масштаб заложения на чертеже всегда перпендикулярен проекциям горизонталей. На плане (рис. 45, б) масштаб заложения выполняется двойными (тонкой и толстой) линиями с делениями, соответствующими высотным отметкам. Расстояния между соседними числовыми отметками на масштабе заложения, кратные единице, являются интервалами линии наибольшего ската, а следовательно, и самой плоскости. Интервал и уклон плоскости — взаимно об-

7

ратные величины. Следовательно, расстояние между горизонталями на плане (интервал) зависит от угла наклона плоскости и выражается формулой

$$l = \Delta h \operatorname{ctg} \delta, \quad (5)$$

где Δh — вертикальное расстояние между горизонталями.

В горных чертежах плоскость как геометрический образ широко используется для аппроксимации поверхностей пластов полезного ископаемого, откосов уступов, насыпей и др. Для характеристики пространственного положения пластов полезного ископаемого или горных пород вместо термина линия наибольшего ската используется термин линия падения. При этом горизонталь плоскости являются линиями ее простираения.

При установлении взаимного положения плоскостей в пространстве по их проекциям на плане нужно руководствоваться следующими правилами: у параллельных плоскостей линии масштабов заложений взаимно параллельны, интервалы равны и возрастают в одном направлении;

плоскости, масштабы заложений которых не удовлетворяют хотя бы одному из указанных выше условий, взаимно пересекаются в пространстве.

Плоскость и прямая могут быть взаимно параллельны или могут пересекаться между собой.

Если прямая перпендикулярна плоскости, то проекция прямой на плане перпендикулярна горизонтальным проекциям горизонталей плоскости или параллельна проекции линии наибольшего ската. Отметки прямой и плоскости увеличиваются в противоположные стороны (рис. 46, а, б). При этом интервал прямой $l_{\text{пр}}$ по величине обратно пропорционален интервалу плоскости $l_{\text{пл}}$, т. е.

$$l_{\text{пр}} = \frac{\Delta h}{l_{\text{пл}}}. \quad (6)$$

Интервал прямой при известном интервале плоскости (или наоборот) может быть установлен также графически. Для этого необходимо построить прямоугольный треугольник (рис. 46, в), у которого высота равна единице высоты в масштабе чертежа, а сторона, равная $l_{\text{пл}}$ — интервалу плоскости.

Многогранные фигуры в проекциях с числовыми отметками могут изображаться как в виде проекций с числовыми отметками характерных точек (вершин фигуры), так и с помощью заложений граней.

Решение задач по определению взаимного положения плоскостей (а также плоскости и прямой) и установление параметров фигур применительно к задачам горного дела рассматриваются в § 3 и 4 данной главы.

§ 2. Топографические поверхности

В горном деле часто встречаются поверхности топографического порядка. К таким поверхностям относятся поверхности рельефа земли, почвы и кровли полезного ископаемого, контактов горных пород, а также условные реально не существующие поверхности, как, например, поверхности, гео-

метрически отображающие изменение коэффициента вскрыши в определенных контурах карьера, изменение показателя качества полезного ископаемого и др.

Топографические поверхности на чертежах изображаются с помощью горизонтальной, т. е. линий, образованных

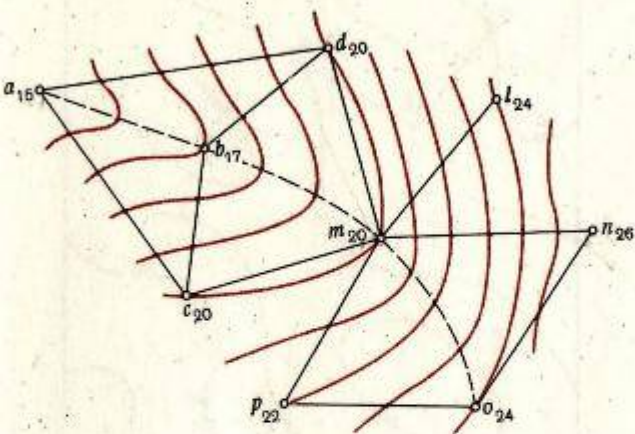


РИС. 47. ПОСТРОЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЕЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

при мысленном сечении этой поверхности несколькими горизонтальными плоскостями, удаленными одна от другой на одинаковые расстояния. Проекции горизонталей на горизонтальную плоскость проекций определяют план этой топографической поверхности.

Топографические поверхности обладают следующими важными свойствами: а) конечностью — любая точка поверхности имеет конечную отметку. Эта отметка не может быть ни бесконечно большой, ни бесконечно малой;

б) однозначностью — каждой паре координат x и y соответствует только одно значение третьей координаты z (h);

в) плавностью — горизонталы на плане и поверхность на любом разрезе имеют плавные очертания.

Расстояние между соседними горизонталями по высоте называется высотой сечения. Высота сечения на одном плане всегда одинакова, и ее выбор зависит от назначения чертежа и его масштаба, а также от особенностей топографической поверхности.

Заложением горизонталей называется расстояние между двумя соседними горизонталями на плане. Между высотой сечения Δh , заложением горизонталей L_r и углом наклона δ_i существует следующая зависимость:

$$L_r = \Delta h \operatorname{ctg} \delta_i, \quad (7)$$

т. е. большему углу наклона соответствует меньшая величина заложения, и наоборот.

Для построения плана в горизонталях необходимо иметь координаты x , y и отметки h характерных точек поверхности.

Пусть a , b , c (рис. 47) — проекции точек поверхности рельефа. Для построения

горизонталей вначале намечают ориентировочно положение инвариантных линий. На рис. 47 инвариантные линии показаны штриховыми. Далее намечают линии скатов поверхности между соседними точками, расположенными по одну сторону от инвариантной линии. Между этими точками угол наклона ската принимается постоянным.

В виде топографических поверхностей могут быть выражены изменения не только геометрических, но и физических величин. При этом на чертеже вместо высотных отметок проставляются такие показатели, как например содержание металла в руде, влажность, трещиноватость и др. В любом случае получится изображение некоторой топографической поверхности на плане.

Согласно топографическому плану может быть установлена высотная отметка любой конкретной точки на чертеже. Например, на рис. 48 изображена некоторая топографическая поверхность. Отметки точек *a* и *c* те же, что и отметки соответствующих горизонталей, так как эти точки лежат на горизонталях. Отметки точек, лежащих между горизонталями, определяются с помощью интерполяции. Так, точка *b* находится на скате между горизонталями 75 и 80 м и делит его на части 6 и 4. Следовательно, отметка точки *B* равна 78 м. Точка *d* расположена внутри замкнутой горизонтали, поэтому условно принимается, что превышение ее равно половине сечения, т. е. отметка точки $D=81,5$ м.

На плане топографической поверхности можно также построить линии постоянного уклона. Эта задача часто возникает при проектировании трасс транспортных коммуникаций на открытых горных работах.

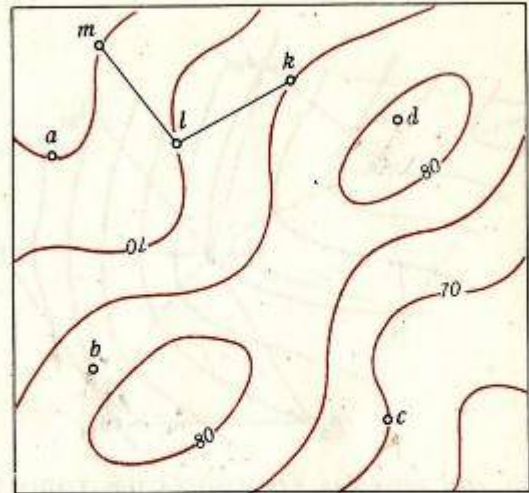


РИС. 48. ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

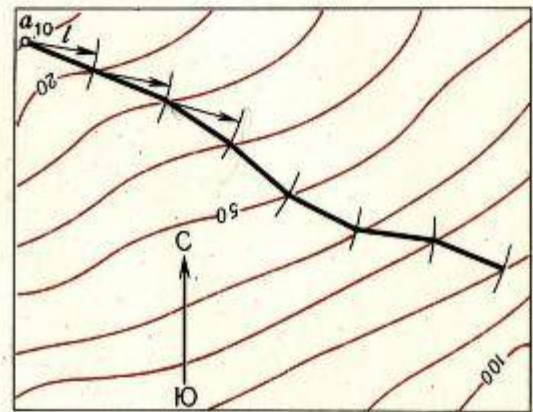


РИС. 49. ПОСТРОЕНИЕ ЛОМАНОЙ ЛИНИИ С ПОСТОЯННЫМ УКЛОНОМ

Пусть дан план топографической поверхности и точка a на ней (рис. 49), из которой необходимо по поверхности провести ломаную линию с постоянным уклоном в юго-восточном направлении.

§ 3. Решение некоторых метрических задач на планах

Наиболее распространенными задачами этого типа являются задачи на определение на основе плана линейных размеров, углов и формы фигур.

Для определения длины отрезка прямой AB и ее уклона (рис. 50) обычно пользуются способом треугольника. Для этого на плане в масштабе чертежа строят прямоугольный треугольник с катетами a_3b_6 и b_6B . Гипотенуза треугольника равна истинной длине прямой, т. е. $AB = a_3b'_6$. Затем с помощью линейного масштаба чертежа определяют заложение $d = 4,2$ м и уклон

$i = \frac{3}{4,2} = \frac{1}{14}$. Угол наклона отрезка прямой определяют непосредственно измерением на чертеже угла между заложением $d = a_3b_6$ и гипотенузой $a_3b'_6$. На данном принципе основано решение нижеследующих задач, возникающих в горной практике.

Задача 1. Нанести на план масштаба 1:2000 трассу наклонной скважины, определить вертикальную глубину скважины и угол ее наклона, если известны: координаты устья скважин A ($x = 160$ м, $y = 285$ м; $h = 250$ м) и координаты забоя скважины B ($x = 120$ м; $y = 220$ м; $h = 100$ м).

На плане (рис. 51) строим координатную сетку, начало отсчета координат принимаем в точке с координатами $x = 100$ м и $y = 200$ м. Наносим на план координаты устья (точка A) и забоя (точка B) скважины. Прямая $a_{250}b_{100}$ на плане будет горизонтальной проекцией наклонной скважины. Вертикальная глубина скважины определится как разность высотных отметок устья и забоя скважины, т. е. $\Delta h = 250 - 100 = 150$ м. Угол наклона скважины можно определить аналитически, для чего найдем уклон скважины, а затем, выразив его в виде десятичной дроби

Из точки a_{10} радиусом, равным интервалу l , в юго-восточном направлении делается засечка на горизонтали 20 м. Из полученной точки тем же радиусом и в том же направлении делается засечка на горизонтали 30 м и т. д.

и пользуясь натуральными значениями тригонометрических функций, вычислим значение угла:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{150}{73} = 2,05; \quad \delta = 64^\circ.$$

Задача 2. Из точки D поверхности земли с отметкой 240 м построить трассу скважины перпендикулярно плоскости кровли пласта полезного ископаемого. Пласт задан проекциями трех точек — A , B и C с отметками соответственно 200, 300 и 150 м. Найти наклонную глубину скважины и отметку точки встречи трассы скважины с полезным ископаемым (рис. 52).

Проградуируем сторону bc через 50 м и через точку a проведем проекцию горизонтали с отметкой 200 м в плоскости кровли пласта полезного ископаемого. Далее точки a_{200} , b_{300} , c_{150} и d_{240} спроецируем на дополнительную плоскость проекций Π_1 , которую проведем перпендикулярно горизонталям кровли пласта. Отметки точек A , B , C и D отложим в масштабе плана от новой оси x с условным горизонтом 100 м. При проецировании плоскости кровли пласта полезного ископаемого на плоскость Π_1 получена прямая $a'b'c'$. Из точки d' опускаем перпендикуляр и находим точку K с отметкой 210 м, которая и будет основанием скважины. Затем находим наклонную длину скважины, равную 42 м.

Задача 3. Из точки C с отметкой 10 м наметить ось горной выработки перпендикулярно наклонной горной выработке AB с отметками точек -10 и -40 м и найти точку встречи горных выработок (рис. 53).

Воспользуемся методом введения дополнительной плоскости проекций Π_1 , которую проведем параллельно проекции оси наклонной выработки AB . Отметки точек A , B и C отложим от новой оси x_{10} с условным горизонтом 10 м. Прямой угол между трассами горных выработок AB и CK будет проецироваться на плоскость Π_1 без искажения. Следовательно, точка k' с отметкой -25 м будет искомой.

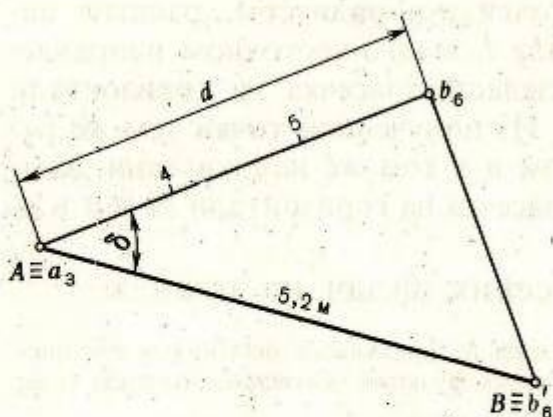


РИС. 50. СХЕМА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЛИНЫ ОТРЕЗКА

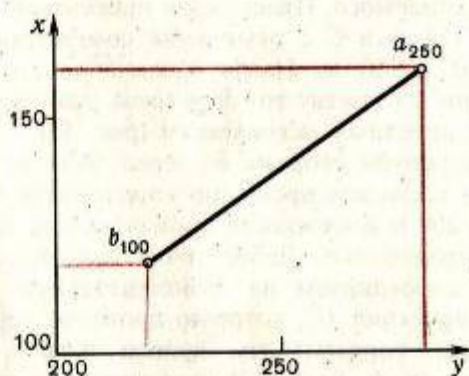


РИС. 51. ЧЕРТЕЖ К УСТАНОВЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИНЫ

Задача 4. Определить угол между осями прямолинейных горных выработок AB и AC (рис. 54).

Для решения задачи воспользуемся способом вращения вокруг горизонтали. Для этого из точки B , лежащей в плоскости ABC , проведем горизонталь с отметкой -20 м. Затем повернем оба отрезка (AB и AC) вокруг горизонтали в положение, параллельное плоскости проекций Π . При этом точки B и D , лежащие на ней, останутся неподвижными, а точка A будет перемещаться в плоскости, перпендикулярной горизонтали. Когда плоскость, в которой расположен угол A , станет параллельной плоскости Π , угол A , отрезки AB и AD и радиус вращения AO спроецируются на эту плоскость в натуральную величину. Найдем, что натуральная величина угла между осями горных выработок равна 88° .

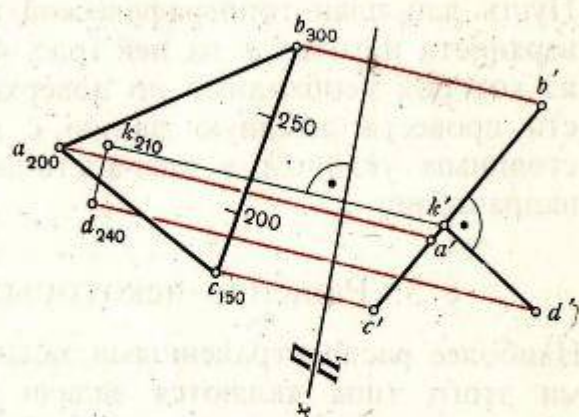


РИС. 52. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НА ПРОВЕДЕНИЕ СКВАЖИНЫ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПЛОСКОСТИ ЗАЛЕЖИ

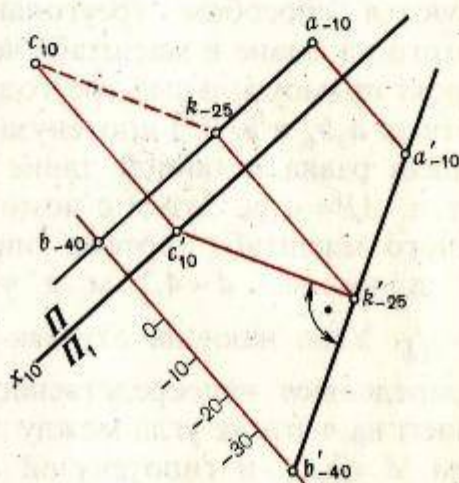


РИС. 53. УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЧКИ ВСТРЕЧИ СКВАЖИНЫ С НАКЛОННОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКОЙ

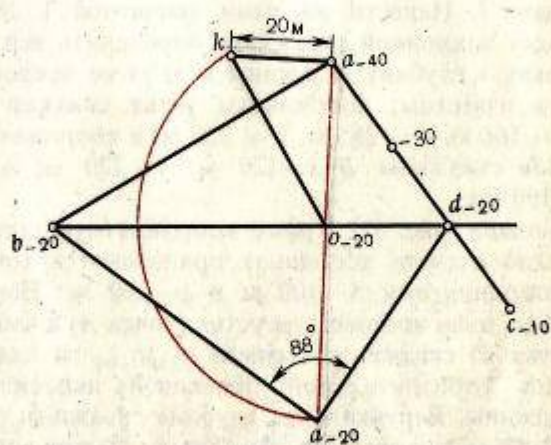


РИС. 54. ЧЕРТЕЖ К УСТАНОВЛЕНИЮ УГЛА МЕЖДУ ДВУМЯ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ

§ 4. Решение позиционных задач на планах

Построение линии пересечения двух плоскостей, прямой линии и плоскости

Для построения линии пересечения двух плоскостей необходимо определить точки пересечения двух горизонталей одной плоскости с двумя горизонталями другой плоскости, имеющими одинаковые отметки.

На рис. 55 заданы две плоскости (Σ и Ψ). Согласно чертежу, в точке a_4 пересекаются горизонтали с отметкой 4, а в точке b_6 — с отметкой 6. Отрезок a_4b_6 является проекцией искомой прямой.

Пользуясь этим способом, можно решить несколько задач, возникающих в практике горных работ.

Задача 1. Необходимо построить линию пересечения кровли пласта полезного ископаемого с плоскостью геологического нарушения. Положение плоскостей определено с помощью трех скважин (рис. 56). При этом кровля пласта оказалась подсеченной на высотных отметках $A_n = 70$; $B_n = 140$; $C_n = 220$ м, а плоскость геологического нарушения — на отметках $A_n = 200$, $B_n = 30$; $C_n = 60$ м.

Решим задачу в следующей последовательности.

1. Проградуируем стороны треугольника $a_{n70} b_{n140} c_{n220}$; $a_{n200} b_{n30} c_{n60}$.

2. На обеих плоскостях найдем по две горизонтали с соответственно равными высотными отметками, например горизонтали с отметками 60 и 140 м.

3. Точки пересечения каждой пары горизонталей (M и N) лежат на линии пересечения плоскости геологического нарушения с кровлей пласта.

Задача 2. Построить на плане (рис. 57) нижнюю бровку уступа, если известна высотная отметка (15 м) верхней бровки CD , уклон плоскости откоса уступа ($i = \frac{1}{2}$) и высота уступа ($h = 15$ м).

В масштабе чертежа строим масштаб заложения плоскости откоса уступа, затем на уровне отметки проводим линию e_0m_0 , параллельную линии $c_{15}d_{15}$, которая будет горизонтальной проекцией искомой линии EM .

Некоторые задачи из горной практики могут быть решены геометрическим построением, как задачи на нахождение точек встречи прямой с плоскостью. В общем случае точка встречи прямой с плоскостью в проекциях с числовыми отметками определяется в следующей последовательности (рис. 58):

1. Градуируют проекцию отрезка заданной прямой a_4b_{12} .

2. Через каждую пару точек с одинаковыми отметками на масштабе заложения и на прямой проводят проекции горизонталей до их взаимного пересечения (точки c и d).

3. Отрезок cd пересечется с проекцией заданной прямой в точке $k_{7,7}$, которая будет искомой. Заметим, что через отрезок прямой ab горизонтали могут проводиться под любым углом φ .

Задача 3. Из точки A опустить перпендикуляр на плоскость, заданную масштабом уклонов (рис. 59, а).

Графически (рис. 59, б) или аналитически по формуле (6) находим интервал перпендикуляра в масштабе плана. Затем на плане строим проградуированную проекцию перпендикуляра к плоскости параллельно масштабу заложения σ . Через перпендикуляр на отметках 3 и 5 проводим две горизонтали. Образованная этими горизонталями вспомогательная плоскость пересекается с заданной плоскостью по линии MN . Точка K пересечения линии MN с перпендикуляром будет его основанием.

Построение линии пересечения поверхностей

Линия пересечения двух поверхностей (или поверхности с плоскостью) может быть построена как совокупность множества точек пересечения горизонталей заданных поверхностей с одинаковыми отметками. Например, пусть необходимо построить линию пересе-

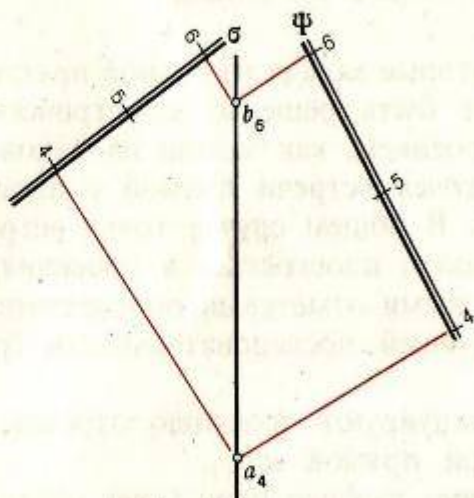


РИС. 55. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

чения прямого конуса и плоскости Σ (рис. 60). Как видно из чертежа, отметки вершины и основания конуса равны соответственно 7 и 4 м.

Для решения задачи проведем горизонтали конуса (окружности) и плоскости (прямые) и найдем точки их пересечения (4, 5 и 6). Точка с отметкой 6,5 м найдена с помощью вспомогательной горизонтали. Полученная эллиптическая кривая характеризует контуры сечения конуса плоскостью Σ .

Пользуясь указанным методом, можно решить следующие задачи горного производства.

Задача 1. Найти линию основания конусообразной насыпи с вершиной в точке S , расположенной на высоте 35 м от земной поверхности, уклон откоса $i=3:2$ (рис. 61).

Определим высотную отметку вершины S конуса, которая равна отметке поверхности земли в данной точке плюс превышение высоты вершины. Отметка вершины конуса равна $105 + 35 = 140$ м. Затем устанавливаем интервал образующих конуса и в масштабе плана проводим горизонталы. Аналогично построениям в предыдущем примере находим точки пересечения горизонталей с одинаковыми отметками насыпи и земной поверхности. Полученные точки (a , b , c и т. д.) соединяем плавной кривой, которая и будет искомой.

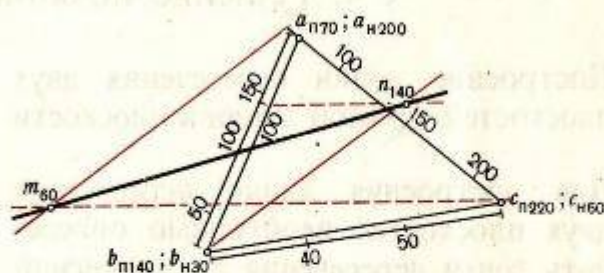


РИС. 56. УСТАНОВЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КРОВЛИ ЗАЛЕЖИ С ПЛОСКОСТЬЮ СМЕСТИТЕЛЯ

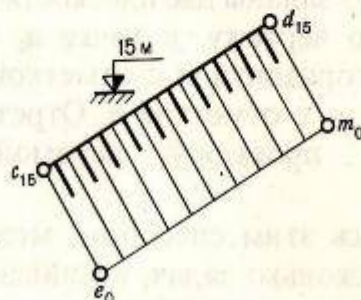


РИС. 57. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ НИЖНЕЙ БРОВКИ УСТУПА

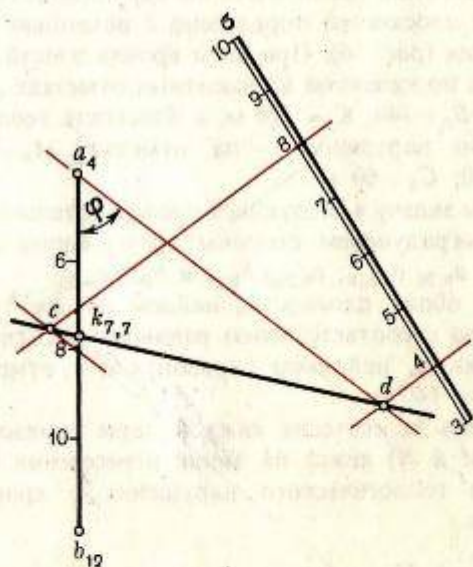


РИС. 58. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ ТОЧКИ ВСТРЕЧИ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ

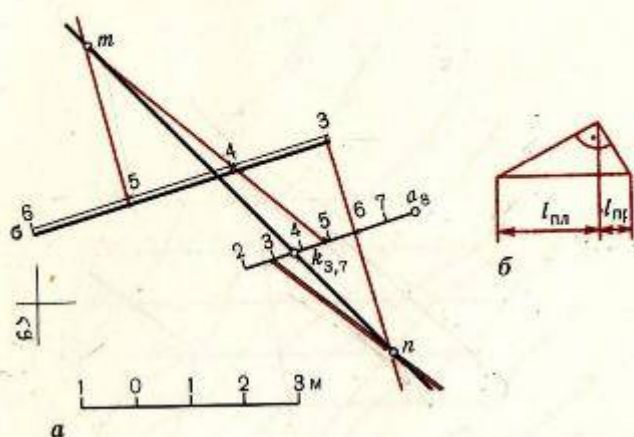


РИС. 59. ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОЙ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ПЛОСКОСТИ

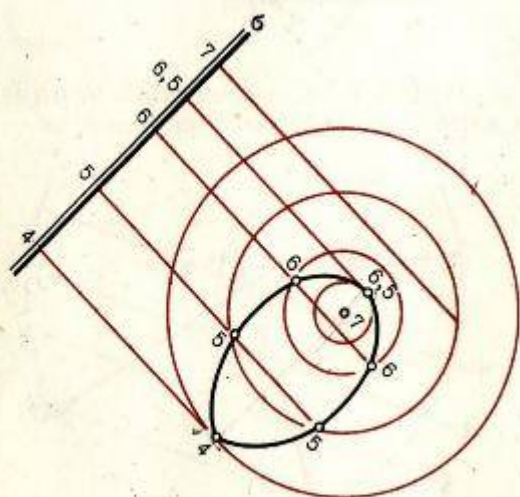


РИС. 60. СХЕМА К ПОСТРОЕНИЮ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСА ПЛОСКОСТЬЮ

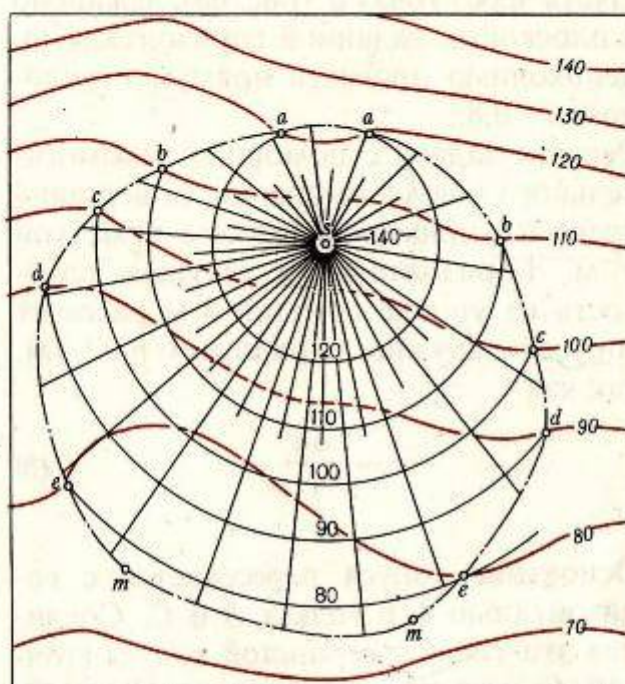


РИС. 61. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ НИЖНЕЙ БРОВКИ ОТВАЛА, РАСПОЛОЖЕННОГО НА КОСОГОРЕ

Задача 2. Найти линию выхода кровли пласта полезного ископаемого на поверхность земли (рис. 62). Кровля пласта полезного ископаемого задана тремя скважинами *A*, *C* и *B* с отметками соответственно 70, 50 и 100 м.

Соединим проекции точек *A*, *C* и *B* (a_{70} , c_{50} и b_{100}) прямыми линиями и проградуйруем их. Находим точки пересечения одноименных горизонталей поверхности земли и кровли полезного ископаемого. Эти точки соединяем плавной линией, которая и определяет линию выхода кровли пласта на поверхность земли.

Построение конуса уклона и поверхности одинакового ската

Прямые и плоскости, образующие с горизонтальной плоскостью проекций заданный угол, могут рассматриваться как образующие и касательные плоскости конусов вращения, оси которых перпендикулярны плоскости проекций. При этом задачи на построение прямых и плоскостей под заданными углами могут быть сведены к построению конусов вращения.

Пусть через точку a (рис. 63), лежащую в плоскости, заданной горизонталями, необходимо провести прямую с уклоном $i=0,8$.

Решаем задачу с помощью вспомогательного конуса вращения, за вершину которого примем точку A с отметкой 7 м. Горизонтальная секущая плоскость на уровне отметки 4 м расщепит конус по окружности радиусом $r \approx 3,8$ м, так как

$$r = \frac{\Delta h}{i} \quad (8)$$

Основание конуса пересекается с горизонталью 4 в точках B и C . Соединив эти точки с вершиной конуса (точкой A), получим две прямые (AB и AC), удовлетворяющие условию задачи.

Задача может быть поставлена и иначе: через данную прямую bd (рис. 64)

провести плоскость с уклоном $i = \frac{1}{2}$.

За вершину конуса примем точку D . Тогда радиус основания конуса с высотой 3 м будет равен 6 м. Основание конуса находится на горизонте 7 м. Следовательно, искомыми плоскостями будут две плоскости, проведенные через прямую BD по касательной к конусу.

Широкое распространение в практике горных работ имеют поверхности одинакового ската. Эти поверхности могут быть представлены как огибающие семейства прямых круговых конусов, вершины которых расположены на некоторой пространственной кривой. Огибающие поверхности являются линейчатыми. Все прямолинейные образующие их составляют с горизонтальной плоскостью одинаковые углы, равные углам наклона образующих конуса.

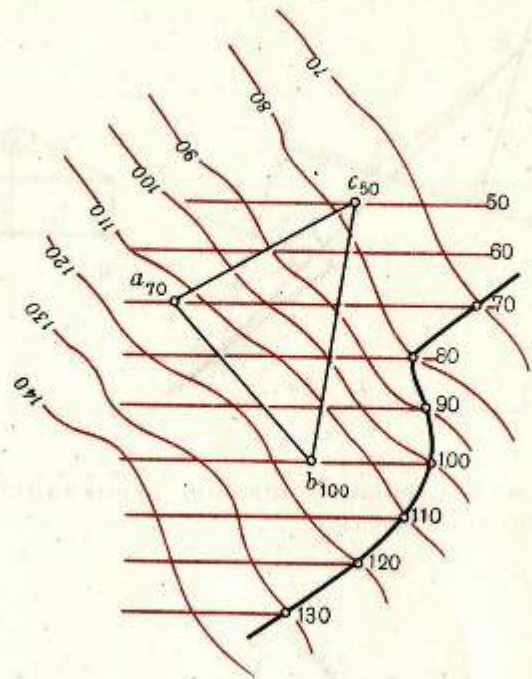


РИС. 62. ЧЕРТЕЖ К УСТАНОВЛЕНИЮ ЛИНИИ ВЫХОДА КРОВЛИ ПЛАСТА НА ПОВЕРХНОСТЬ

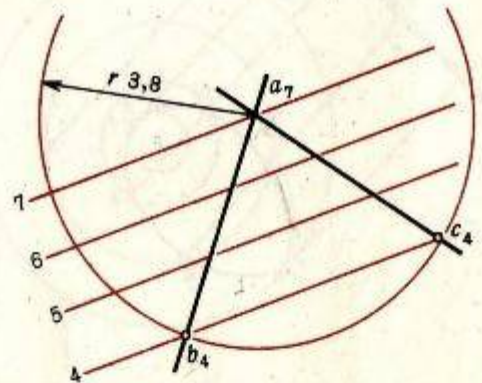


РИС. 63. ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОЙ С ЗАДАНЫМ УГЛОМ НАКЛОНА С ПОМОЩЬЮ КОНУСА УКЛОНОВ

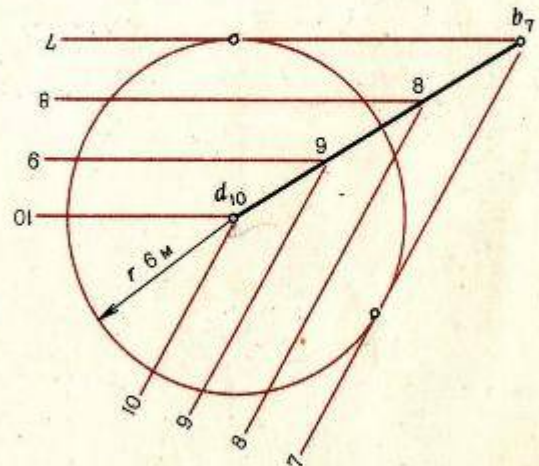


РИС. 64. ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОСТИ, ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ПРЯМУЮ ПО ЗАДАННОМУ УГЛУ НАКЛОНА

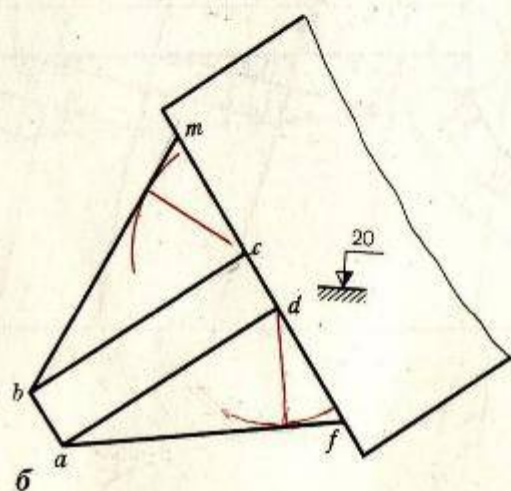
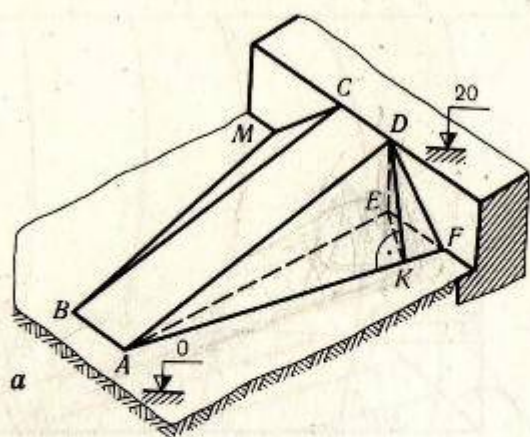


РИС. 65. РАЗГРУЗОЧНАЯ ПЛОЩАДКА В КАРЬЕРЕ:

a — общий вид;
б — план

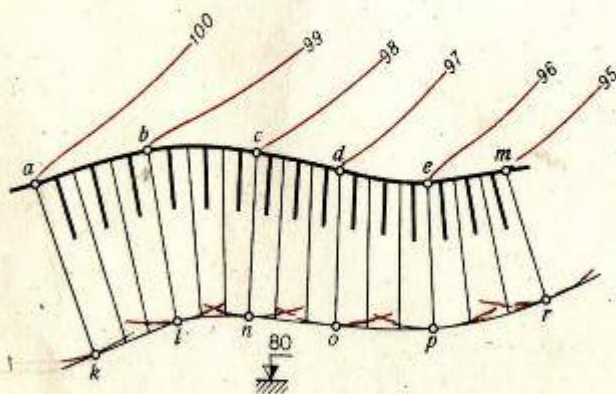


РИС. 66. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ НИЖНЕЙ БРОВКИ ВЕРХНЕГО УСТУПА КАРЬЕРА

Задача 1. Построить нижние бровки откосов насыпи *ADF* и *CBM* (рис. 65) для въезда на разгрузочную площадку, расположенную на высоте 20 м. Уклон откосов равен единице.

Задача заключается в определении линий пересечения каждого из двух плоских откосов с поверхностью земли, которую принимаем за плоскость нулевого уровня. Откосы построены с помощью конусов уклонов, вершины которых находятся в точках *C* и *D*. Эти конусы имеют высоту 20 м, а уклоны образующих равны единице. Вычислим основание конуса уклона и в масштабе чертежа из центров в точках *c* и *d* построим дуги окружностей радиусом 20 м. Касательные *af* и *bm* к этим дугам, проведенные из точек *a* и *b*, будут искомыми линиями, по которым плоский откос пересечется с поверхностью земли.

Задача 2. Построить на плане нижнюю бровку криволинейного вскрышного уступа на горизонте 80 м, если угол наклона откоса равен 45° , а верхняя бровка уступа находится на поверхности земли (рис. 66).

На верхней бровке уступа выбираем точки *A, B, C* (*a, b, c...*), которые принимаем за вершины круговых конусов. Высоты конусов соответственно равны: 20, 19, 18, 17, 16 и 15 м. Затем в масштабе плана строим основания прямых конусов. Огибающая линия *kln...* основания конусов определяет нижнюю бровку уступа на плане.

Задача 3. Определить на плане границы насыпи и выемки строительной площадки и подъездных путей к ней (рис. 67, *a*). Горизонтальная строительная площадка на отметке 22 м и пути представлены контурами. Уклон откосов выемки $i_v = 1:1$, насыпи $i_n = 1:1,5$, а продольный уклон прямолинейной и криволинейной въездных траншей $i_d = 1:6$ (рис. 67, *б*).

Искомые границы земляных работ будут линиями пересечения топографической поверхности с откосами насыпей и выемок. Для определения этих линий построим горизонтали поверхностей откосов выемок и насыпей. На прямых участках площадки откосами выемок и насыпей будут плоскости, а на криволинейных — конические поверхности. Точки пересечения одноименных горизонталей рассматриваемых поверхностей и плоскостей будут искомыми точками этих линий.

На рис. 67, *б* показано, что от горизонтали с отметкой 22 м влево необходимо устройство выемки, так как в этом направлении рельеф местности повышается. В противоположном направлении необходимо устройство насыпи, так как рельеф местности на этом участке понижается.

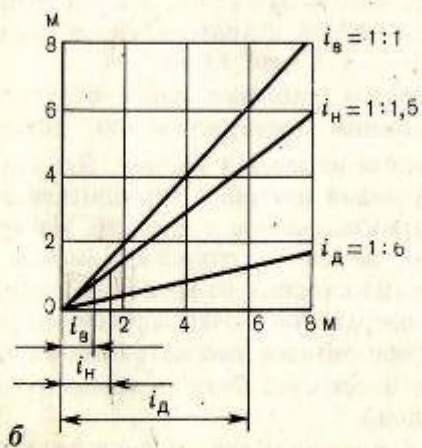
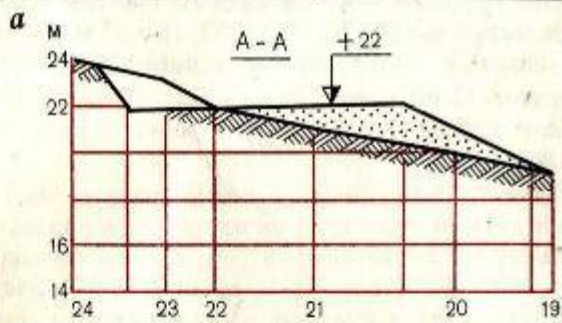
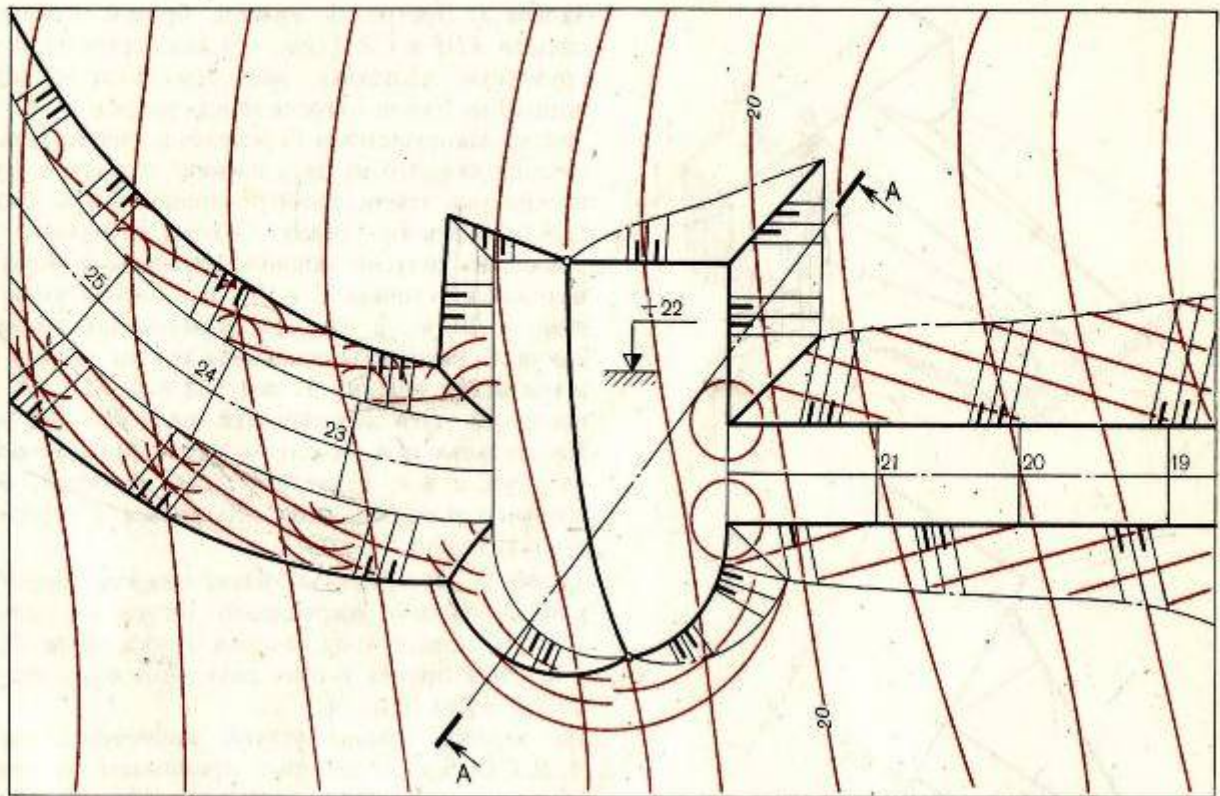


РИС. 67. ПОСТРОЕНИЕ ГРАНИЦ ВЫЕМОК И НАСЫПЕЙ НА ПЛАНЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ:

а — план;

б — сечение и вспомогательный график заложений откосов.

§ 5. Определение на плане элементов залегания пласта полезного ископаемого

Элементами залегания пласта полезного ископаемого являются линейные и угловые величины, характеризующие форму и положение полезного ископаемого в недрах земли. К элементам залегания пласта относятся: углы простираения и падения, мощность пласта и глубина его залегания (рис. 68).

Угол простираения измеряется по линии простираения. Линией простираения пласта называется горизонтальная линия,

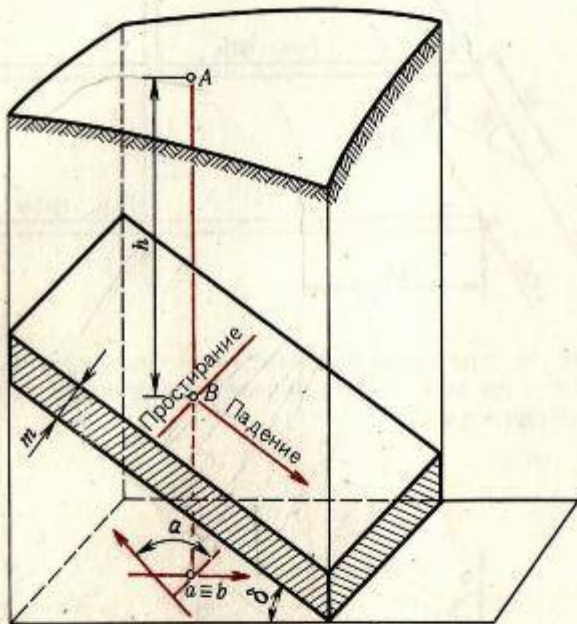


РИС. 68. ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТА ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО

проведенная в плоскости кровли или почвы пласта. Направление простираения обозначается стрелкой и берется всегда влево от направления падения пласта. Угол, отсчитываемый по направлению часовой стрелки от положительного направления оси абсцисс (или от северного конца меридиана) до направления простираения, называется углом простираения и обозначается буквой α .

Линией падения пласта называется линия наибольшего ската в плоскости ее кровли или почвы. Ее направление берется в сторону ее падения. Углом падения пласта δ называется угол между линией падения и ее горизонтальной проекцией.

Пласт полезного ископаемого характеризуется нормальной и вертикальной мощностью. Нормальная мощность m определяется по нормали между кровлей и почвой пласта. Вертикальная мощность пласта равна разности отметок точек его кровли и почвы.

Положение пласта в недрах характеризуется также расстоянием по вертикали от земной поверхности до его кровли, называемым глубиной залегания h .

Задача 1. Определить углы простираения и падения пласта полезного ископаемого (рис. 69). Кровля пласта задана тремя вертикальными скважинами, проходящими через точки a , b и c с отметками соответственно 48, 47 и 50 м. Проградуировав проекции отрезков ac и bc , проводим горизонтали пласта с отметками 48 и 49 м. Далее ориентируем пласт относительно осей координат и определяем его угол простираения $\alpha = 232^\circ$.

Для определения угла падения воспользуемся способом треугольника. Катет $k_{48}k'$ равен разности отметок точек C и K , т. е. равен 2 м. Угол $\delta = 38^\circ$ будет искомым.

При определении малых значений углов δ удобнее пользоваться аналитическим способом, выполняя расчет по формуле (3). Определение углов залегания пласта α и δ по трем точкам осуществляется при разведке бурением или при обнажении пласта горными выработками и буровыми скважинами.

Задача 2. При проведении горных выработок на горизонте -60 м в точке k был встречен сместитель (плоскость нарушения пласта полезного ископаемого) (рис. 70). Элементы его залегания $\alpha=30^\circ$ и $\delta=60^\circ$. Определить место встречи штрека горизонта -100 м с плоскостью сместителя.

По элементам залегания в масштабе плана строим горизонтали плоскости сместителя с отметками -60 и -100 м. Точка C пересечения горизонтали -100 м с осью штрека горизонта -100 м определяет место встречи этого штрека с геологическим нарушением.

Если залежь полезного ископаемого представлена сложной криволинейной поверхностью, то элементы залегания ее будут меняться от точки к точке. При этом горизонтали кровли или почвы пласта полезного ископаемого будут плавными кривыми линиями (рис. 71).

Для определения элементов залегания пласта необходимо применять методы преобразования чертежа. Такими методами могут быть введение новой плоскости проекций (метод профиля) и вращение вокруг горизонтали. Для определения мощности пласта, углов падения и глубины залегания необходимо применять метод введения новой плоскости проекций. Новая плоскость проекций проводится вкост простирания пласта. Метод вращения вокруг горизонтали целесообразно применять при определении параметров геологических нарушений. Необходимо помнить, что точность определения элементов залегания пласта зависит от масштаба построений.

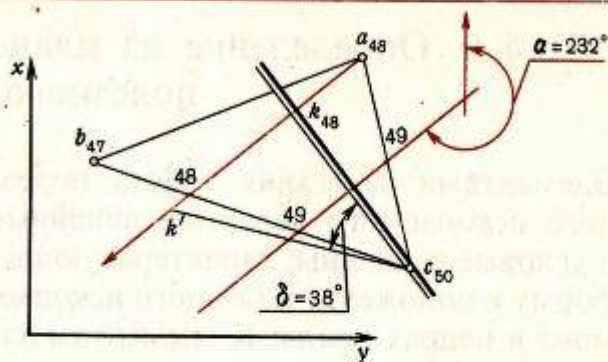


РИС. 69. УСТАНОВЛЕНИЕ УГЛОВ ПАДЕНИЯ И ПРОСТИРАНИЯ ЗАЛЕЖИ

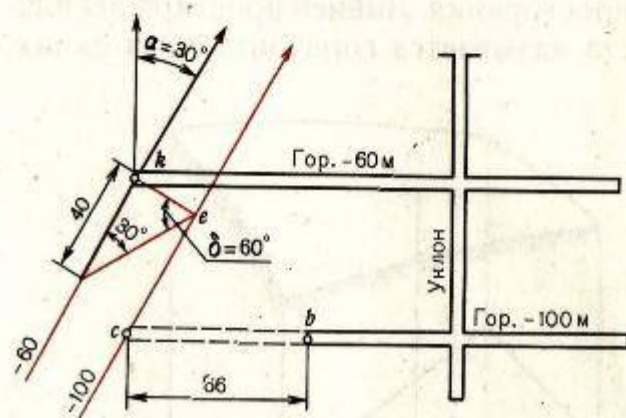


РИС. 70. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ВСТРЕЧИ ШТРЕКА ГОР. -100 м С ПЛОСКОСТЬЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ

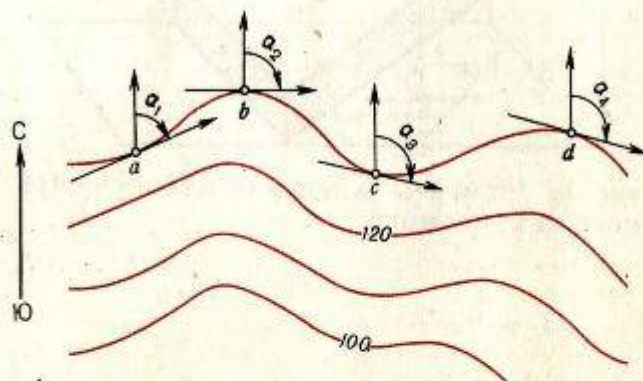


РИС. 71. ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ РУДНОГО ТЕЛА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

ГЛАВА III

ЧЕРТЕЖИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

§ 1. Общие сведения об изображении элементов открытых горных работ

Одним из основных элементов любой открытой горной выработки или отвала является откос уступа (рис. 72, а, б). На плане поверхность откоса определяется линиями верхней и нижней бровки и линиями наибольшего ската.

При изображении откоса уступа в массиве горных пород возможны два характерных случая:

а) линия нижней бровки уступа выражена четко (рис. 73, а). Такая форма уступа соответствует технологии разработки с применением бульдозеров, скреперов или других средств, обеспечивающих срезание породы по линейной траектории;

б) четкая линия нижней бровки отсутствует, либо нижняя бровка уступа представлена линией перехода на криволинейной поверхности. Эта криволинейная поверхность возникает в результате действия взрыва, работы рабочего органа выемочной машины по сложной траектории, а также в результате осыпания породы с откоса уступа (рис. 73, б).

На практике чаще встречаются откосы, у которых линия нижней бровки выражена нечетко. В таких случаях линия нижней бровки откоса согласно ГОСТ 2.303—68 изображается на плане, как и любая линия перехода, тонкой сплошной линией (рис. 73, б).

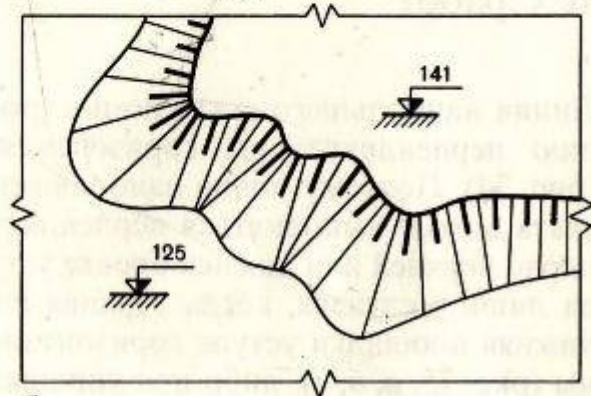
Линии наибольшего ската по построению перпендикулярны горизонталям (рис. 74). Поэтому линия наибольшего ската может выполняться перпендикулярно верхней или нижней бровке уступа лишь в случаях, когда верхняя или нижняя площадки уступа горизонтальны (рис. 75, а, б, в). либо при упрощенном изображении уступа на мелкомасштабных чертежах.

Линии наибольшего ската выполняются тонкой сплошной линией. Минимальное расстояние между соседними линиями ската принимают равным 2—3 мм, максимальное — до $\frac{1}{3}$ длины горизонтального заложения откоса. Линии наибольшего ската допускается наносить на плане вразбежку, как на рис. 74 и 75.

Массив вскрышных горных пород на плане откоса уступа условно обозначается штрихами основной толщины длиной, равной $\frac{1}{3} \dots \frac{1}{4}$ длины горизонтального заложения откосов, которые проставляются у контуров верхней бровки между линиями наибольшего ската (рис. 76, а). Полезное ископаемое на откосе уступа обозначается сдвоенными штрихами (рис. 76, б). При переменной высоте уступа допускается не менять длину отрезков, приняв усредненную их длину.



а

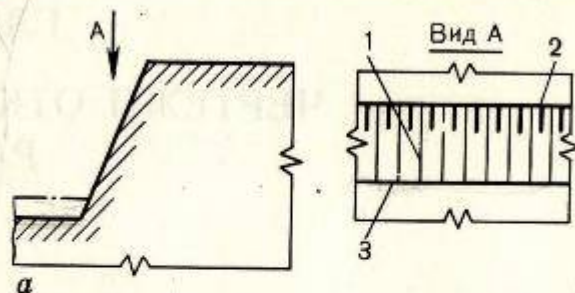


б

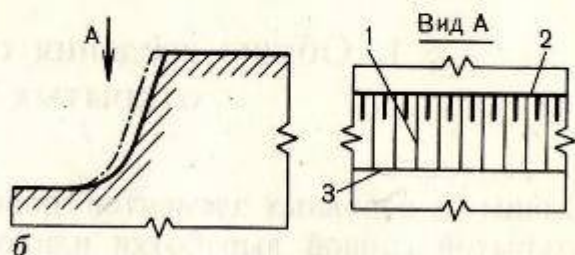
РИС. 72. ОТКОС УСТУПА (а) И ЕГО ПЛАН (б)

Поверхность откоса насыпи (отвала, навала и др.) определяется линией верхнего контура (сплошная основная линия), линией нижнего контура, условно выполняемого тонкой штрих-пунктирной линией (рис. 77), и линиями наибольшего ската. Вскрышные горные породы и полезное ископаемое на откосах насыпей обозначаются аналогично массиву — соответственно одним или двумя штрихами.

При изображении пересекающихся, примыкающих и налегающих элементов горных работ (уступов, насыпей и др.), а также взаимно-пересекающихся поверхностей допускается упрощенное изображение линий пересечений при замене сложных лекальных кривых дугами, ломаными, прямыми линиями, если нет необходимости детального выявления их формы.



а



б

РИС. 73. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОТКОСОВ УСТУПА:

- а — при бульдозерно-скреперной разработке;
 б — при экскаваторной;
 1 — линия наибольшего ската;
 2 — верхняя бровка уступа;
 3 — нижняя бровка уступа

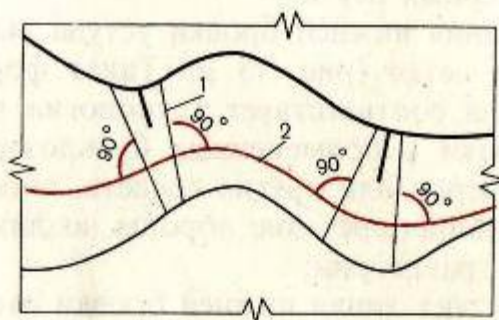


РИС. 74. ОФОРМЛЕНИЕ ОТКОСА УСТУПА:

- 1 — линия наибольшего ската;
 2 — горизонталь

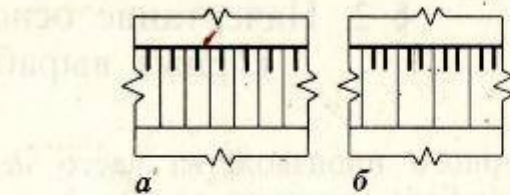
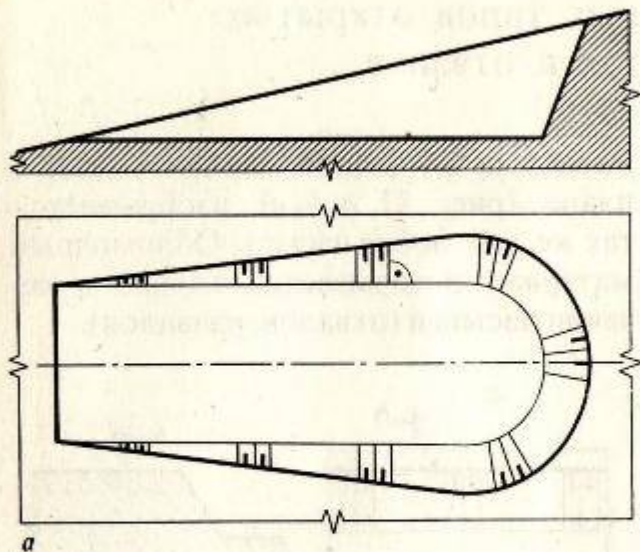


РИС. 76. ОБОЗНАЧЕНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА ОТКОСЕ УСТУПА:

а — вскрышных;
б — добычных

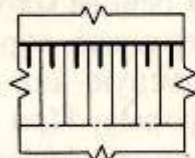


РИС. 77. ОБОЗНАЧЕНИЕ ОТКОСА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД В ОТВАЛЕ (НАВАЛЕ)

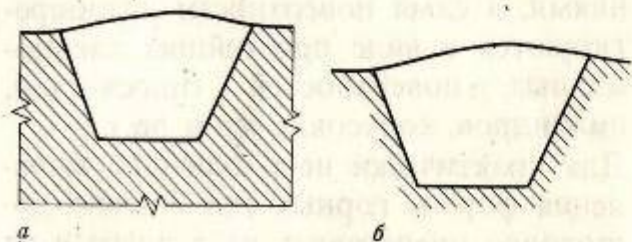
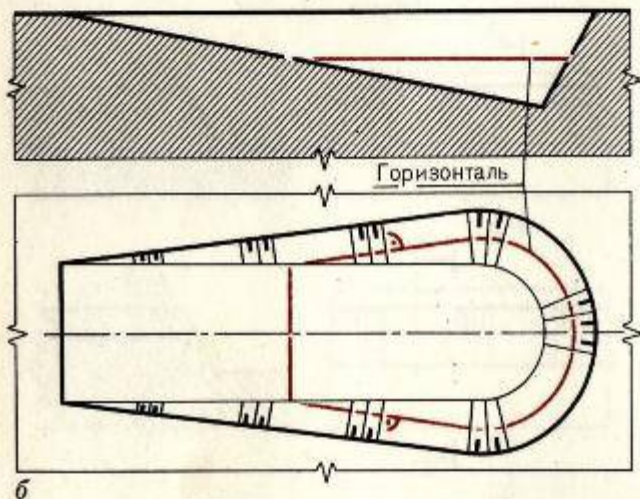


РИС. 78. ОБОЗНАЧЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД В СЕЧЕНИИ ПО КОНТУРУ ВЫРАБОТКИ

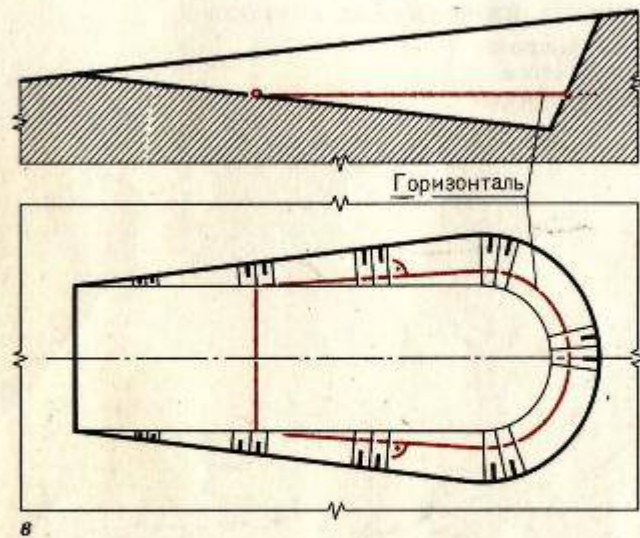


РИС. 75. НАПРАВЛЕНИЕ ЛИНИИ НАИБОЛЬШЕГО СКАТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ОТКРЫТОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

При отсутствии необходимости в выделении конкретного типа горных пород или полезного ископаемого вскрышные породы в массиве могут обозначаться в сечениях штриховкой под углом 45° к горизонту с расстоянием между линиями от 5 до 10 мм, а полезные ископаемые в массиве — штриховкой в обратном направлении с расстоянием между линиями соответственно от 2,5 до 5 мм.

В случаях, когда главным объектом изображения на чертеже является горная выработка, сооружение или конструкция, разрешается горные породы и полезное ископаемое обозначать не по всей площади сечения (рис. 78, а), а по контуру горной выработки (рис. 78, б) и земной поверхности.

§ 2. Начертание основных типов открытых горных выработок и отвалов

Для горного производства часто не имеет особого значения полное и детальное выявление формы горного объекта. Практически контуры его изображаются упрощенно по нескольким точкам на основе маркшейдерской съемки. На чертежах горные объекты имеют упрощенную по сравнению с фактической форму. При этом кривые поверхности топографического типа на чертежах заменяются прямыми, ломаными или циркульными кривыми линиями, а сами поверхности интерпретируются в виде простейших закономерных поверхностей (плоскостей, цилиндров, конусов, сфер и др.).

Для практически необходимого выявления формы горных тел обычно достаточно представить их в плане и на разрезах. Ниже приводятся упрощенные и унифицированные начертания основных типов открытых горных выработок и насыпных сооружений.

На рис. 79 показаны вскрышные, добычные и смешанные уступы карьера.

На поперечных разрезах массив вскрышных пород и вообще массив горных пород условно показан однойсторонней штриховкой под углом 45° к горизонту, а полезное ископаемое заштриховано в обратном направлении.

При начертании забоев на открытых горных работах, если не преследуется цель детального выявления формы, целесообразно пользоваться унифицированными стилизованными изображениями (рис. 80). При этом на чертежах обязательно фиксируются главные линии контуров, а также основные линейные параметры, например R_1 , R_2 , $R_ч$, y .

Развал разрушенной горной массы в плане (рис. 81, а, б, в) изображается так же, как любая насыпь. Обломочный материал показывается только в сечении насыпей (отвалов, развалов).

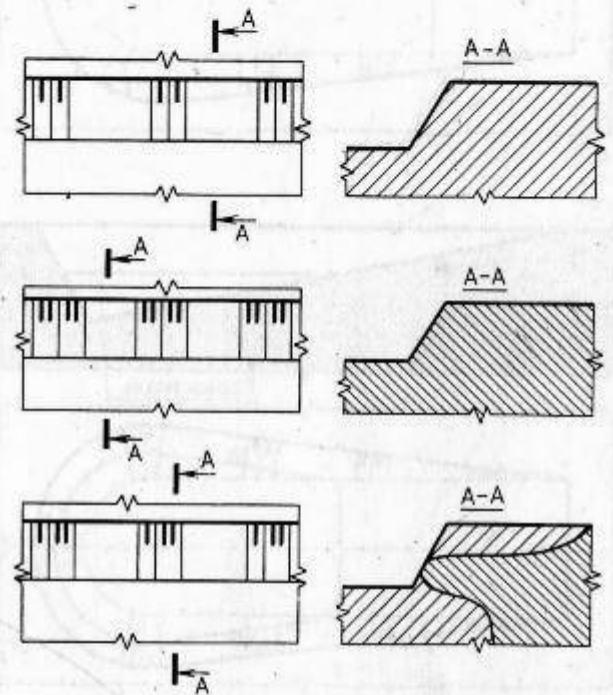


РИС. 79. ИЗОБРАЖЕНИЕ УСТУПОВ:
вскрышного;
добычного;
смешанного



РИС. 80. УНИФИЦИРОВАННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЗАБОЕВ:

- a* — мехлопаты в массиве;
- б* — мехлопаты в развале горной массы;
- в* — драглайна;
- г* — роторного экскаватора;
- д* — бульдозера

РИС. 81. ИЗОБРАЖЕНИЕ:

- a* — отвала;
- б* — склада полезного ископаемого;
- в* — участка серпантины

Траншеи и другие открытые горные выработки вычерчивают аналогично вычерчиванию откосов (рис. 82). Следует обратить внимание на изображение наклонных (а соответственно и крутых) траншей, где линии наибольшего ската наклонены относительно бровок уступа. Дело в том, что линия наибольшего ската проводится перпендикулярно горизонтали. Поэтому для горизонтальных открытых горных выработок линия наибольшего ската перпендикулярна нижней бровке уступа, а при наклонных нижних площадках, естественно, угол между линией нижней бровки и линией наибольшего ската не будет прямым.

Взрывные скважины на планах изображаются в виде кружочков со стрелкой

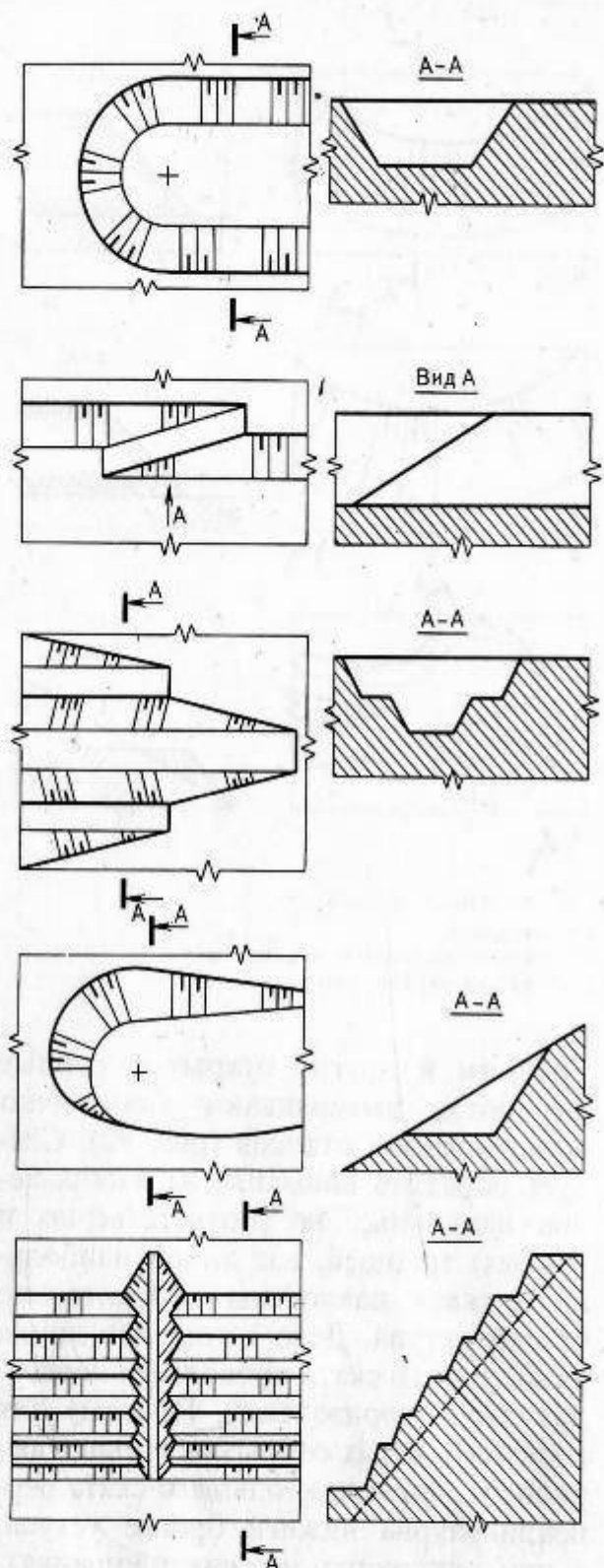


РИС. 82. УНИФИЦИРОВАННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРАНШЕЙ

(см. рис. 83, *a*), показывающей направления скважины. В случае вертикальных скважин стрелки не проставляют.

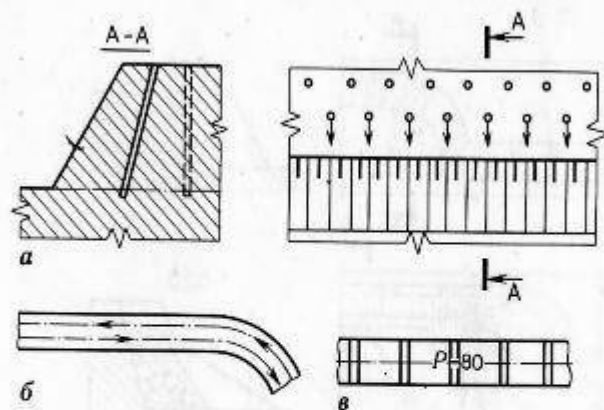


РИС. 83. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ:

a — взрывных скважин на плане и разрезе;
б — автомобильных дорог;
в — железных дорог

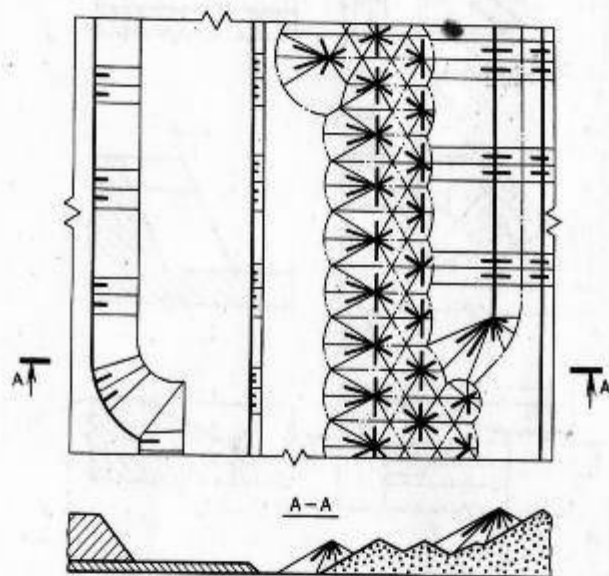


РИС. 84. УПРОЩЕННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

При мелком масштабе чертежа вместо кружочков показывают оси скважин. Автомобильный и железнодорожный пути вычерчивают линиями основной толщины. Внутри контура автомобильной дороги штриховыми линиями со стрелками показывают направление движения автомобилей (рис. 83, б), а при необходимости также и тип покрытия автодороги. При изображении железнодорожного пути (рис. 83, в) вычерчивают вразбежку поперечные линии и проставляют тип рельсов. На обоих видах путей отмечают уклоны и радиусы закруглений.

На горных чертежах часто возникает необходимость вычерчивать взаимно пересекающиеся, примыкающие и налегающие горные тела. Правильное построение линий контактов (пересечений) горных тел имеет большое зна-

чение для правильного установления формы и размеров тел по чертежу. Линии пересечения тел устанавливаются с помощью вспомогательных секущих плоскостей. Положение секущих плоскостей выбирают таким образом, чтобы они пересекали поверхности рассматриваемых фигур по наиболее простым сечениям. Подробнее о построении линий пересечения элементов карьера см. в главе IV.

Вместе с тем нужно учитывать, что точное построение линий пересечения необходимо в случае детального выявления формы, например при уточненном расчете объема горных тел. При мелком масштабе чертежа, а также при упрощенном изображении кривые пересечения упрощенно показывают в виде прямых, ломаных или циркулярных кривых линий (рис. 84).

§ 3. Изображение открытых горных выработок в проекциях с числовыми отметками

Чертежи открытых горных выработок и сооружений необходимо при построении выполнять в увязке с рельефом местности. Проецирование изображения производится на условную горизонтальную поверхность, называемую плоскостью нулевого уровня (см. главу II). Топографическая поверхность на чертежах изображается с помощью горизонталей, представляющих собой проекции линий пересечения топографической поверхности с горизонтальными плоскостями сечений. Отметки горизонталей проставляются в разрыве линии горизонталей.

По плану с числовыми отметками может быть построено сечение или разрез.

Порядок построений при этом следующий:

1. На топографическом плане (рис. 85, а) проводится прямая AA , характеризующая секущую плоскость. Точки пересечения этой прямой с горизонталями фиксируются.

2. Проводится горизонтальная прямая (рис. 85, б), определяющая плоскость условного уровня. На этой прямой отсекаются отрезки, равные расстоянию между горизонталями.

3. Из каждой точки восстанавливается перпендикуляр длиной, равной высотной отметке соответствующей горизонтали в масштабе чертежа.

Точки $1', 2', \dots, 8'$ соединяются плавной кривой. Получается сечение $A-A$.

Принцип проецирования с числовыми отметками используется в горном деле не только для изображения рельефа земной поверхности, но и для изобра-

жения контуров залежи полезного ископаемого сложной формы, нанесения на план горнотехнических и геологических показателей в пределах карьерного поля (изомагнитности вскрыши и полезного ископаемого, изосодержаний полезных и вредных компонентов в балансовых рудах). На основе проекций с числовыми отметками вычерчиваются контуры карьера, открытых горных выработок и сооружений, а также показывается распределение в массиве различных типов пород, распространение всевозможных тектонических нарушений и т. д.

Рассмотрим на нижеследующем примере порядок построения верхних контуров горной выработки, если известны положение ее нижнего контура, угол откоса выработки α и отметки топографической поверхности земли.

1. На плане земной поверхности вычерчивают заданный нижний контур горной выработки (рис. 86, а).

2. Строят вспомогательный график заложений откоса в масштабе чертежа (рис. 86, б).

3. С помощью вспомогательного графика строят горизонтали на откосах выработки (см. рис. 86, а).

4. Точки пересечения одноименных горизонталей земной поверхности и откосов выработки соединяют плавной лекальной кривой, которая определяет верхний контур выработки (точки 1—6). На откосах выработки перпендикулярно нижнему контуру вычерчивают линии ската.

Такое построение позволяет установить линии пересечения любых сложных поверхностей (например, выхода рудного тела на поверхность и на любой горизонт карьера, линии тектонических нарушений на поверхностях и т. д.).

Рассмотрим пример построения на чертеже автодороги, расположенной в го-

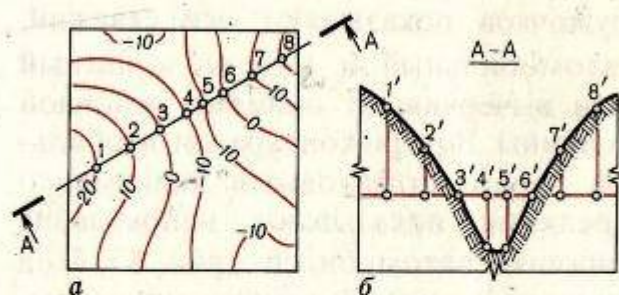


РИС. 85. ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ПЛАНУ

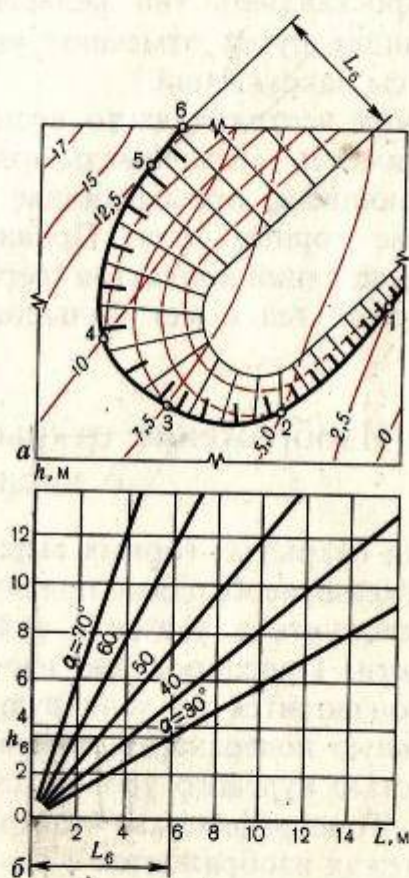


РИС. 86. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТУРА ОТКРЫТОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ:

а — план топографической поверхности;
б — вспомогательный график

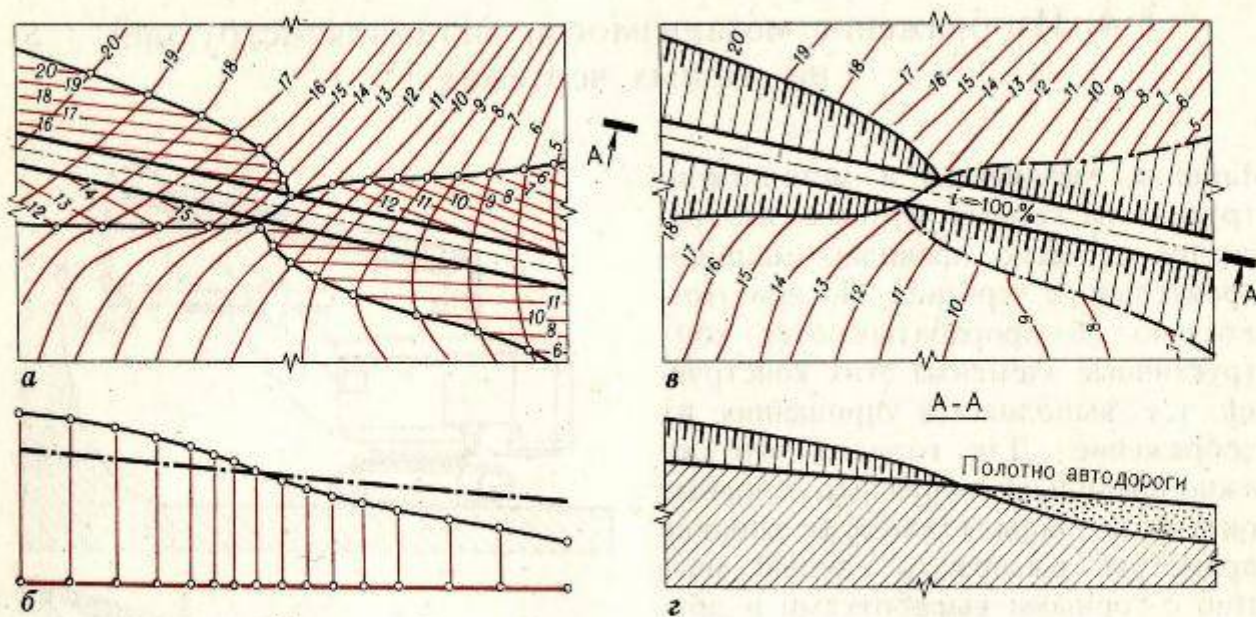


РИС. 87. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ВЫЕМКИ И НАСЫПИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОГИ

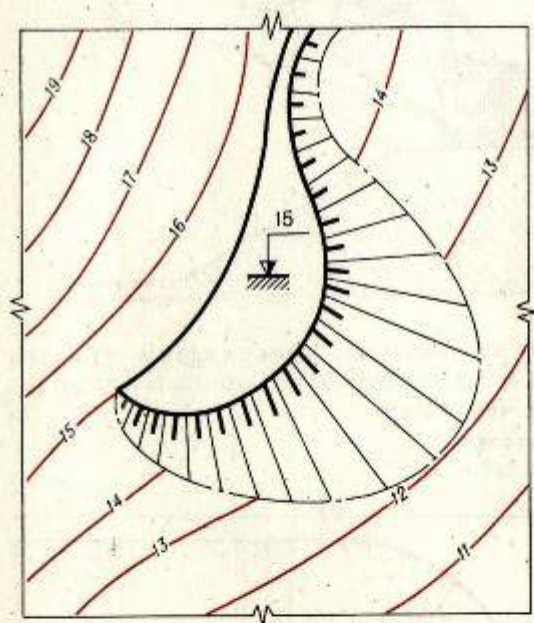


РИС. 88. ПЛАН АВТОМОБИЛЬНОГО ОТВАЛА

ристой местности. Задача сводится к построению линии пересечения откосов выемки и насыпи с топографической поверхностью местности. Для построения нужно знать отметки земной поверхности, линии трассы, ее уклон и ширину полотна автодороги.

Порядок построения:

1. На плане с изолиниями топографической поверхности вычерчивают контуры автодороги (рис. 87, а).
2. С помощью вспомогательного графика заложений проводят горизонтали горной выработки (выемки) и насыпи. Поскольку трасса автодороги имеет продольный уклон ($i=100\%$) (рис. 87, б), линии горизонталей на плане составляют с плоскостью автодороги некоторый угол.
3. Точки пересечения горизонталей земной поверхности с горизонталями выемки и насыпи соединяют сплошными линиями. На рис. 87, в и г показаны окончательно оформленные план и продольный разрез трассы.

В соответствии с таким порядком построения вычерчен план автомобильного отвала на косогоре (рис. 88).

§ 4. Изображение механизмов и металлоконструкций на горных чертежах

Машины, механизмы и металлоконструкции на горных чертежах изображаются согласно правилам машиностроительного черчения. Но при этом детально не прорабатываются конструктивные элементы этих конструкций, т. е. выполняется упрощенное их изображение. Для горного чертежа важно правильно изобразить основные контуры машины, главные ее рабочие параметры, выдержать единый масштаб с горными выработками и другими объектами, изображенными на чертеже (рис. 89). Поэтому горное оборудование и металлоконструкции изображаются на чертежах в тех же проекциях, что и горные объекты.

При необходимости более наглядного изображения горного оборудования или конструктивного узла применяют наглядные проекции (аксонометрия, перспектива). При этом рекомендуется шире применять линейную перспективу в связи с тем, что для крупных и протяженных объектов, к которым относятся открытые горные выработки и горные машины, этот способ изображения наиболее удобен для восприятия (см. главу IX).

В отдельных случаях на технологических чертежах с целью наименьшего их затемнения указывается лишь местоположение механизма или машины с помощью основных осей, а также размеры рабочих параметров оборудования. При этом у точки пересечения главных осей проставляется тип или марка машины (рис. 90).

Изображение механизмов на мелкомасштабных чертежах выполняется с помощью условных знаков (см. приложение 15).

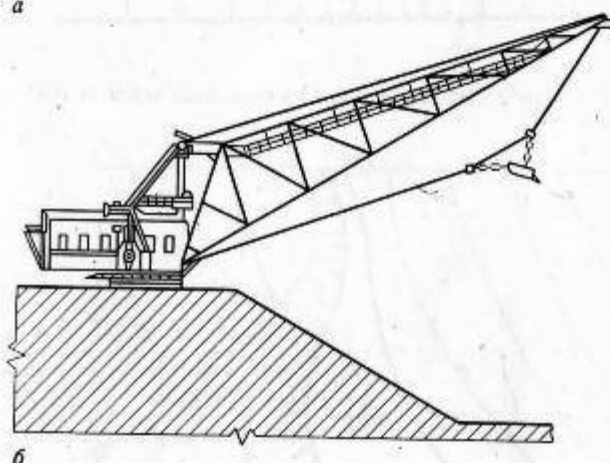
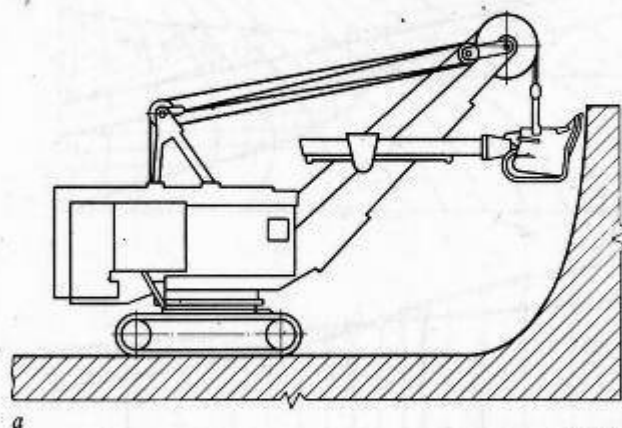


РИС. 89. УПРОЩЕННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ НА ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖАХ:

а — мехлопаты;
б — драглайна

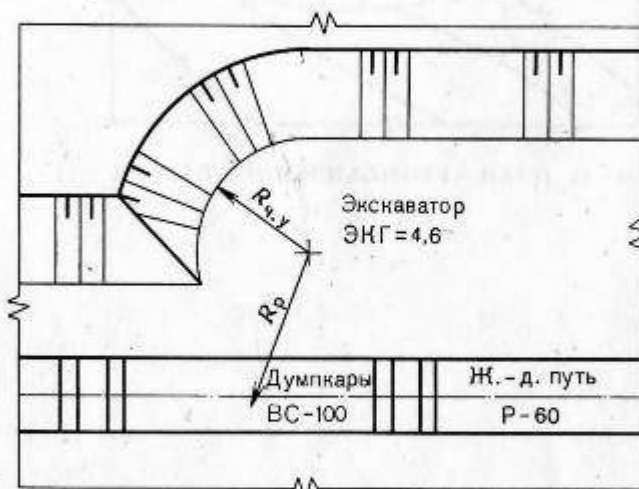


РИС. 90. ПРИНЦИПАЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ ЗАБОЯ МЕХЛОПАТЫ С ПОГРУЗКОЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СОСТАВЫ

ГЛАВА IV

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАРЬЕРА

§ 1. Построение линий пересечения элементов карьера в условиях равнинной местности

Как уже отмечалось, в практике, особенно при проектировании открытых горных работ, часто возникает задача построения пересечения различных поверхностей. Геометрически точное решение этих задач оказывает решающее влияние на правильность подсчета объемов горных работ, установление границ горных выработок и отвалов, а также на установление формы и размеров этих объектов.

Ниже на конкретных примерах рассмотрены сущность метода и приемы построения линий пересечения поверхности карьера с топографической поверхностью. При пересечении двух конусов вспомогательными горизонтальными плоскостями получим concentric окружности, которые взаимно пересекаются в двух точках, лежащих на линии пересечения конусов. Как видно из рис. 91, при пересечении двух конусов горизонтальной плоскостью P получим в сечении две окружности с центрами в точках O и O_1 , которые, пересекаясь, образуют две симметричные точки 1. Аналогично получим две симметричные точки 2.

На рис. 92 показано построение линии пересечения двух конусообразных отвалов разной высоты. При построении линии пересечения использованы вспомогательные секущие плоскости,

выбранные таким образом, чтобы линии пересечения поверхностей с этими плоскостями проецировались на плоскости проекций в виде прямых линий и окружностей. Очевидно, в рассматриваемом случае наиболее удобно взять ряд горизонтальных секущих плоскостей P_1, P_2, P_3 и т. д. Из чертежа (рис. 92) видно, что горизонтальная проекция точки 1 находится как точка касания двух окружностей, полученных при пересечении конусов плоскостью P_1 . Фронтальной проекцией точки 1 будет точка I' . Она находится на фронтальном следе плоскости P_1 . Для нахождения проекций точки 2 рассмотрим положение секущей плоскости P_2 , которая так же, как и плоскость P_1 , пересекает конусы по горизонталям поверхности (окружностям), фронтальные проекции которых — прямые линии $a'b'$ и $c'd'$.

Чтобы найти горизонтальные проекции горизонталей, из точки O как из центра проводим окружность радиусом, равным $a'o' = c'o'$ и из точки O_1 — окружность радиусом $a_1'o_1' = c_1'o_1'$. При взаимном пересечении окружностей получим две симметричные точки 2, которые будут искомыми горизонтальными проекциями точки, лежащими на пересечении конусов. Проецируя точки 2 на фронтальный след секущей

$a'o' = c'o'$

плоскости P_2 , получим фронтальные проекции $2'$ точек 2.

Фронтальные и горизонтальные проекции остальных точек (3, 4, 5 и 6) находятся аналогично, для чего проводятся вспомогательные секущие плоскости на разных уровнях от горизонта (P_3, P_4 и P_5). Соединяя последовательно горизонтальные (1, 2, 3, 4, 5 и 6) и фронтальные ($1', 2', 3', 4', 5'$ и $6'$) проекции точек, получим соответственно горизонтальные и фронтальные проекции искомой линии пересечения двух конусообразных отвалов.

В практике возможны случаи, когда конусообразный отвал отсыпается на откос уступа (рис. 93). Для построения линии пересечения отвала с откосом уступа проведем горизонтальные плоскости P_1, P_2, \dots, P_8 , в результате чего конус окажется рассеченным по горизонталям в виде концентрических окружностей, а наклонная плоскость откоса уступа — по горизонталям в виде прямых линий (рис. 94). Взаимное пересечение горизонталей (окружностей и прямых) даст характерные точки, которые лежат на линии пересечения.

Горизонтальная проекция точки 1 находится как точка касания двух горизонталей (окружности и прямой), полученных при пересечении конуса и плоскости откоса уступа плоскостью P_1 . Фронтальная проекция точки 1 находится в проекционной связи на фронтальном следе плоскости P_1 . Для нахождения горизонтальных проекций точек 2 необходимо радиусом, равным $a'o'$, из точки O провести окружность, а из точки $2'$ опустить перпендикуляр на ось проекций до пересечения с горизонталью (окружностью) поверхности конуса. Выполняя аналогичные построения при взаимном пересечении прямой и окружности, получим иско-

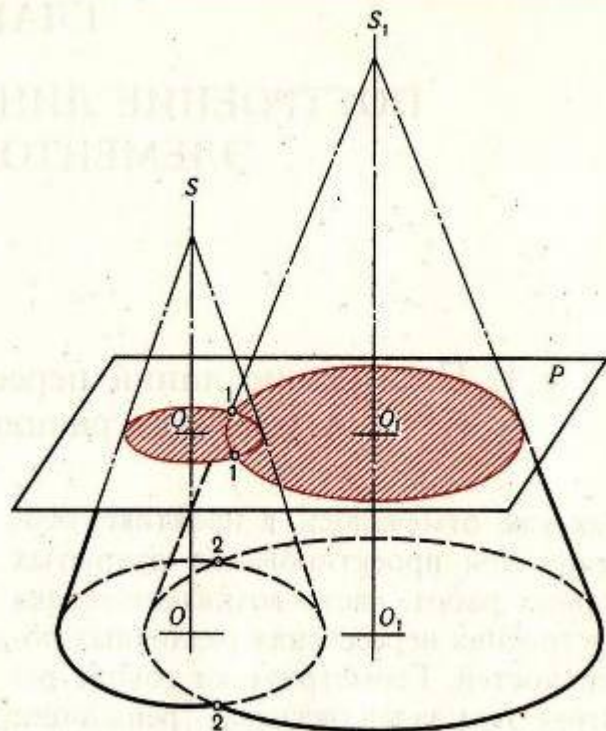


РИС. 91. СЕЧЕНИЕ КОНУСОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТЬЮ

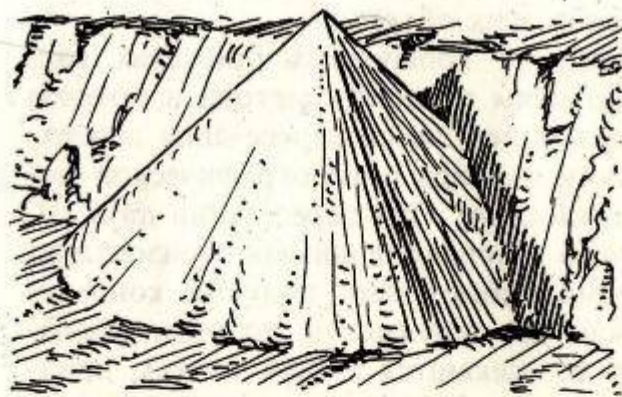


РИС. 93. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ, ОТСЫПАЕМЫЙ НА ОТКОС УСТУПА

Рис. 4.3

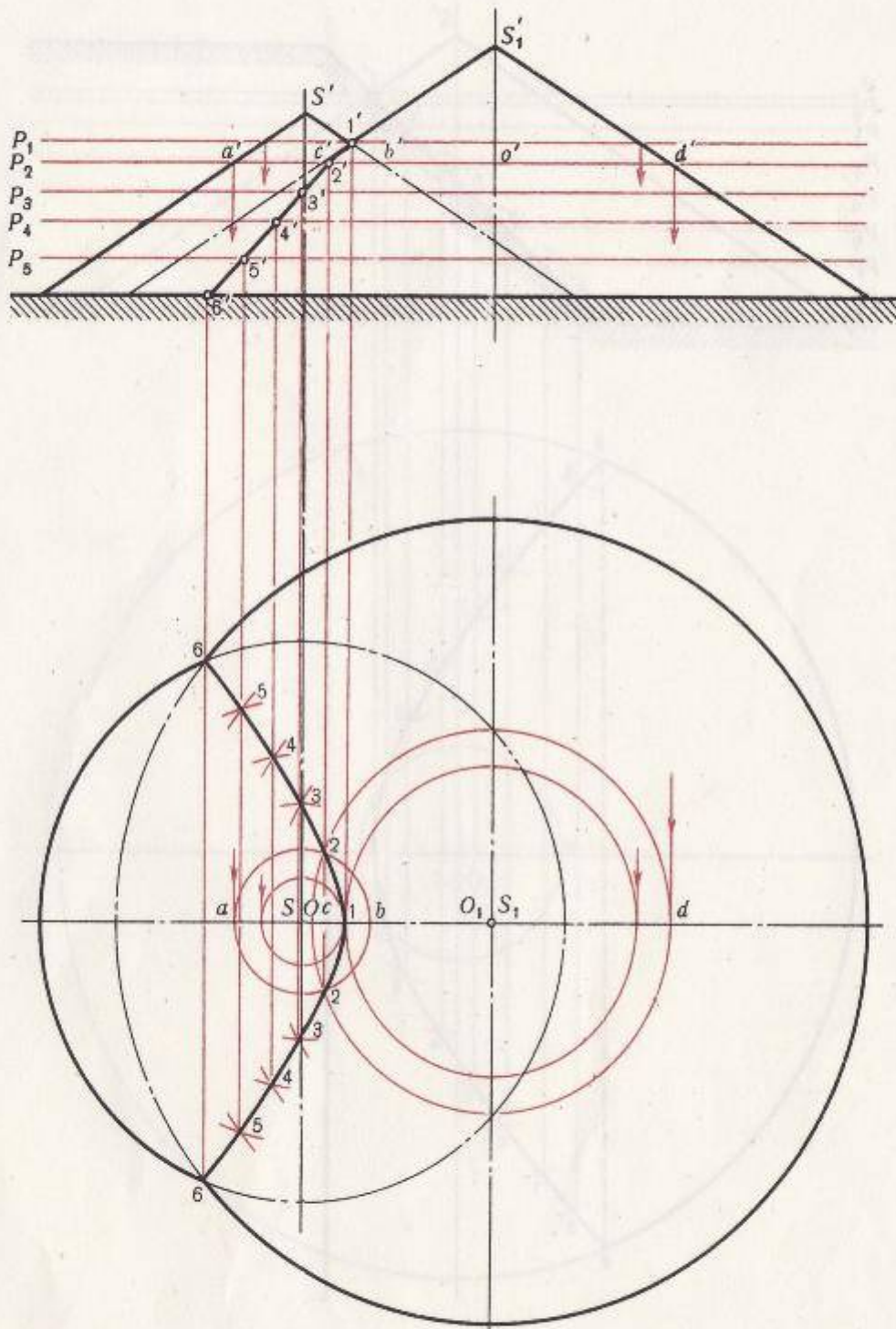


РИС. 92. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНЫХ ОТВАЛОВ РАЗНОЙ ВЫСОТЫ

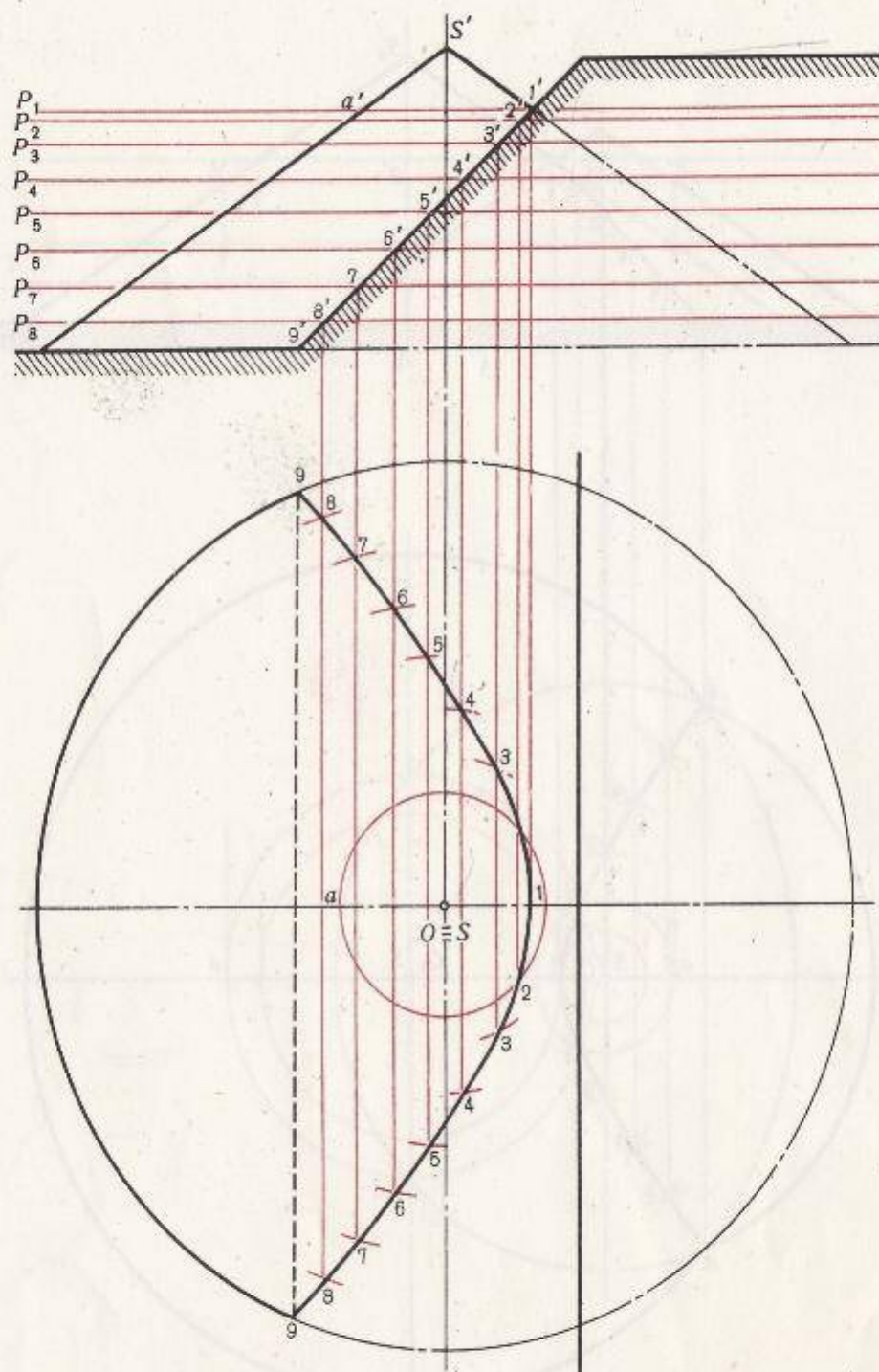


РИС. 94. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНОГО ОТВАЛА С ОТКОСОМ УСТУПА

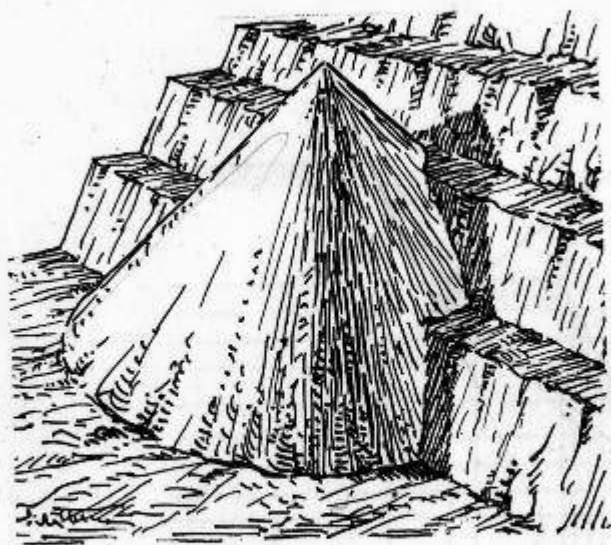


РИС. 95. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ, ОТСЫПАЕМЫЙ НА НЕРАБОЧИЙ БОРТ КАРЬЕРА

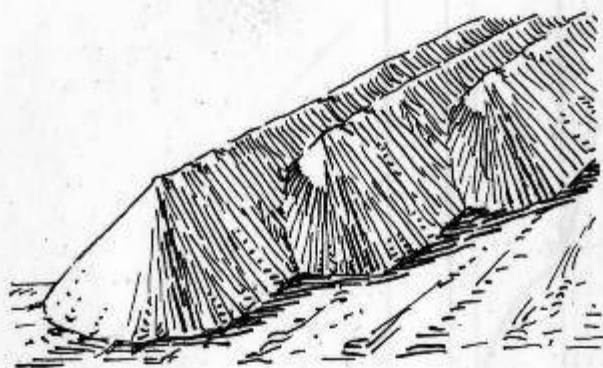


РИС. 97. ВНУТРЕННИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ ОТВАЛЫ

мые горизонтальные проекции для остальных точек (3—9). Соединяя эти точки последовательно, получим горизонтальную проекцию линии пересечения конической поверхности с наклонной плоскостью.

Возможны также случаи, когда конусный отвал засыпает откос нерабочего борта карьера, т. е. несколько нерабочих уступов (рис. 95). При этом линия пересечения строится по аналогии с предыдущим случаем.

Из рис. 96 виден порядок построения горизонтальных и фронтальных проекций точек 1, 2, 3, ..., 11. Соединяя последовательно горизонтальные проекции этих точек, получим искомую горизонтальную проекцию линии пересечения отвала с откосом уступа.

При применении систем разработки с непосредственной переэкскавацией пород во внутренние отвалы, представляющие собой сочетание конусов и трехгранных призм (рис. 97), образуются сложные линии пересечения. Определение проекций характерных точек линий пересечения нескольких отвалов сводится в основном к нахождению горизонталей двух сложных поверхностей (рис. 98). При этом отвалы с вершинами S_1 и S_2 представляют собой сочетание призм и конусов, а отвал с вершиной S можно считать призматическим.

Для построения линий пересечения на фронтальной проекции проводятся следы горизонтальных плоскостей P_1, P_2, P_3 и т. д. Линии пересечения поверхностей насыпей 1—9 и 10—18 находятся на горизонтальной проекции по точкам 1, 2, 3 и т. д., получаемым в пересечениях горизонталей конусов и призм. Построение линий пересечения других элементов карьера с земной поверхностью выполняется аналогично.

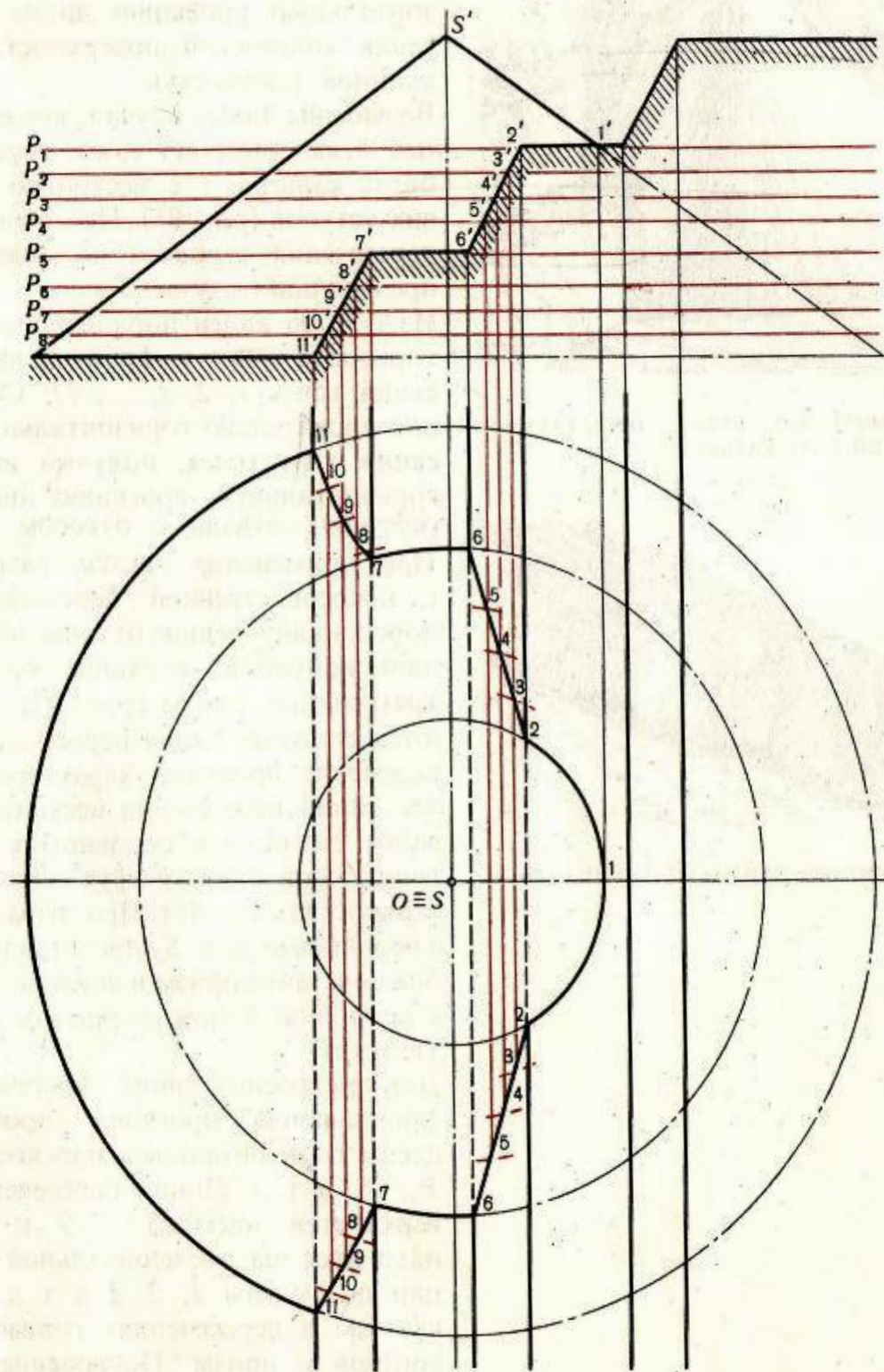


РИС. 96. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА КОНУСНОГО ОТВАЛА, ОТСЫПАЕМОГО НА БОРТ КАРЬЕРА

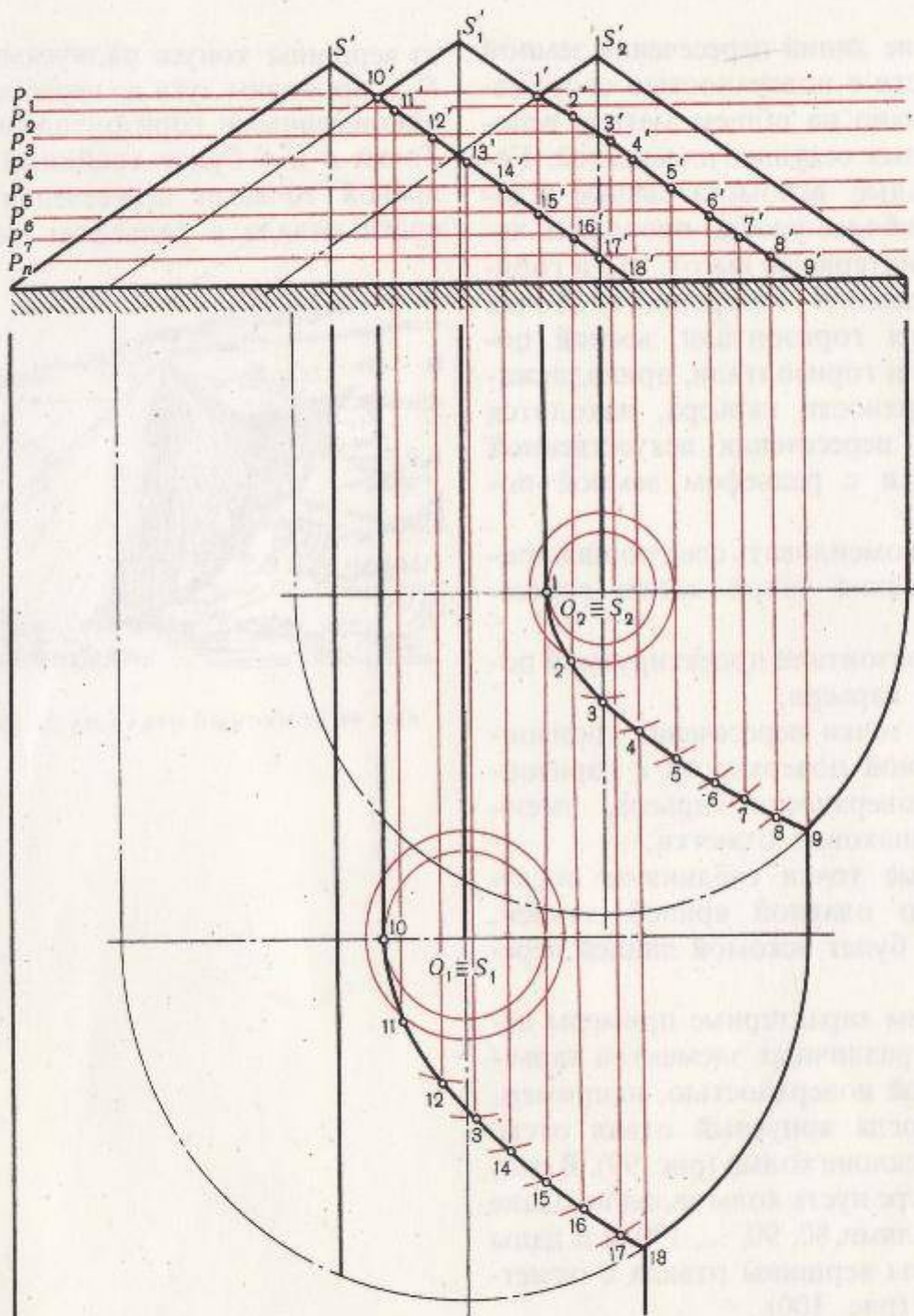


РИС. 98. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ

§ 2. Построение линий пересечения поверхности карьера с рельефом земной поверхности

Построение линий пересечения земной поверхности с поверхностью сооружений основано на общем методе вспомогательных секущих плоскостей. Горизонтальные вспомогательные плоскости наиболее удобно проводить через те же интервалы высот, что и горизонтали земной поверхности. Точка пересечения горизонтали земной поверхности и горизонтали, принадлежащей поверхности карьера, находится на линии пересечения искусственной поверхности с рельефом земной поверхности.

Можно рекомендовать следующий прием построения такой линии пересечения:

строят горизонтали проектируемой поверхности карьера;

отмечают точки пересечения горизонталей земной поверхности с горизонталями поверхности карьера, имеющими одинаковые отметки;

Полученные точки соединяют последовательно плавной кривой линией, которая и будет искомой линией пересечения.

Рассмотрим характерные примеры пересечения различных элементов карьера с земной поверхностью, например, случай, когда конусный отвал отсыпается на склоне холма (рис. 99). В данном примере пусть холм задан на плане горизонталями 80, 90, ..., 130 м и даны координаты вершины отвала с отметкой +120 (рис. 100).

Вначале строим сечение $A-A$ (рис. 100). Из вершины конуса под заданным углом проводим линии откосов отвала. Проводим ряд горизонтальных секущих плоскостей на высотных отметках 70, 80, ..., 130 м. Затем на плане

из вершины конуса радиусами R_1, R_2, R_3, \dots проводим дуги до пересечения их с одноименными горизонталями холма. Точки a и b будут крайними левой и правой точками пересечения поверхности отвала с рельефом местности.

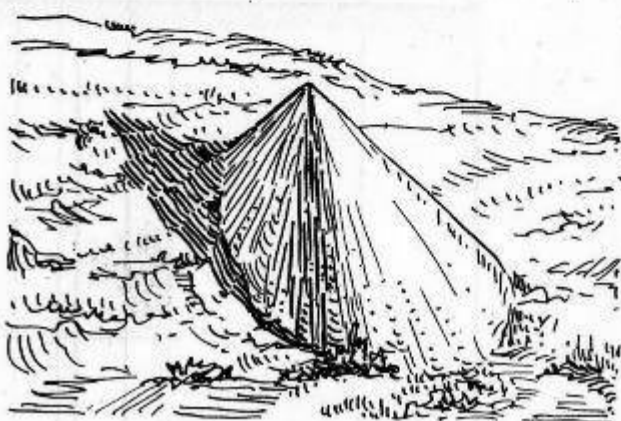


РИС. 99. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ НА СКЛОНЕ ХОЛМА

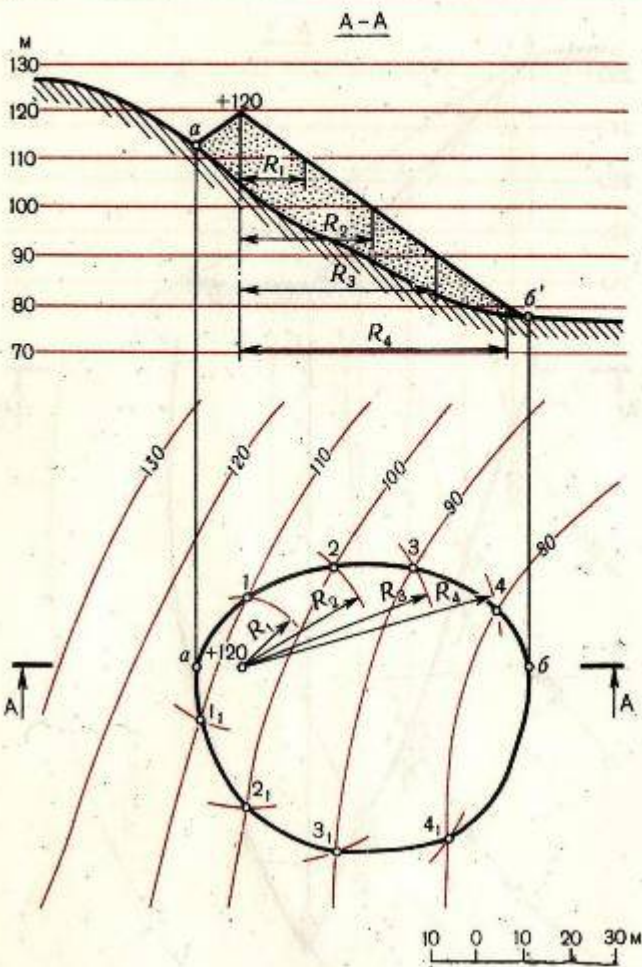


РИС. 100. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНОГО ОТВАЛА СО СКОЛОМ ХОЛМА

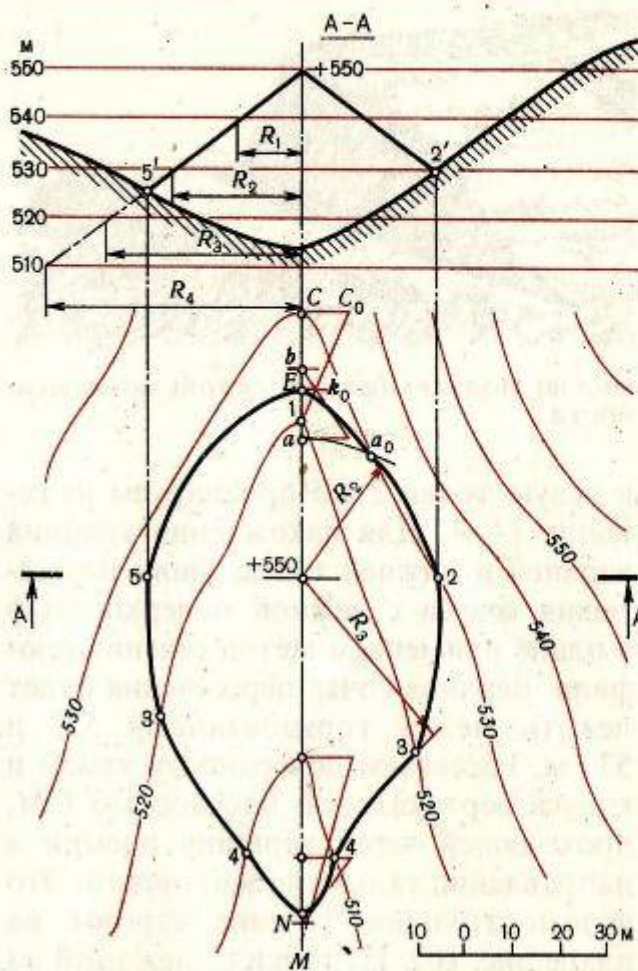


РИС. 102. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНОГО ОТВАЛА, РАСПОЛОЖЕННОГО В ОВРАГЕ

Все полученные точки соединяем плавной кривой, характеризующей линию нижней бровки отвала, отсыпанного на возвышенности.

Конусный отвал может быть отсыпан в овраге (рис. 101). Пусть известны горизонталы земной поверхности, отметка вершины конуса +550 м и ее положение в плане (рис. 102). Для нахождения линии пересечения отвала с земной поверхностью строим сечение А—А по оси конуса и находим радиусы вспомогательных окружностей R_1 , R_2 и т. д., определяющих положение соответствующих горизонталей конуса. Указанным ранее способом находим точки пересечения конуса с поверхностью земли в плане, а крайние правую

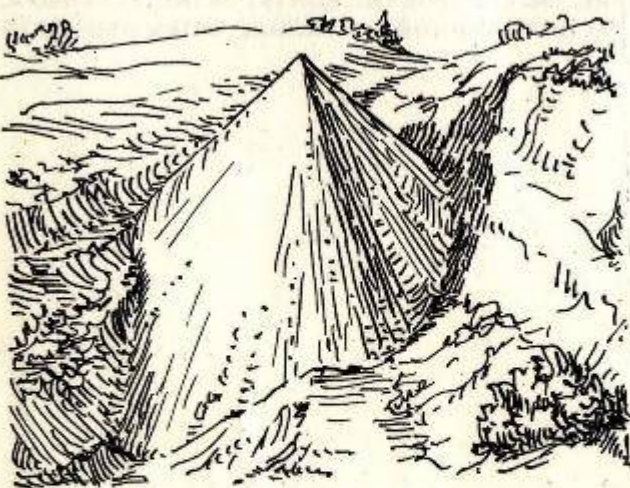


РИС. 101. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ В ОВРАГЕ



РИС. 103. ПОЛУТРАНШЕЯ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ

и левую точки 2 и 5 проецируем из сечения $A-A$. Для нахождения крайних верхней и нижней точек линии пересечения конуса с земной поверхностью в плане применяем метод сечения профиля. Верхняя точка пересечения будет лежать между горизонталями 520 и 530 м. Рассекаем поверхности земли и конуса вертикальной плоскостью SM , проходящей через вершину насыпи в направлении тальвега (оси) оврага. Это вспомогательное сечение строим на плане рис. 102. Из точки C , лежащей на горизонтали 530 м, откладываем вправо по перпендикуляру от линии SM в масштабе плана разность отметок горизонталей $530-520=10$ м. Соединив полученную точку C_0 с точкой I (лежащей на горизонтали 520 м) прямой, получим профиль поверхности земли между этими горизонталями (прямая C_0I). Строим профиль поверхности конуса между отметками 530 и 520 м. Точка a находится пересечением окружности радиусом R_2 с линией SM , а точка b (с отметкой 520 м) — пересечением окружности радиусом R_3 с линией SM . Из точки a откладываем вправо разность отметок горизонталей (10 м) и соединяем точки a_0 и b .

Откос конуса направлен в противоположную сторону по отношению к откосу земной поверхности. Откос кону-

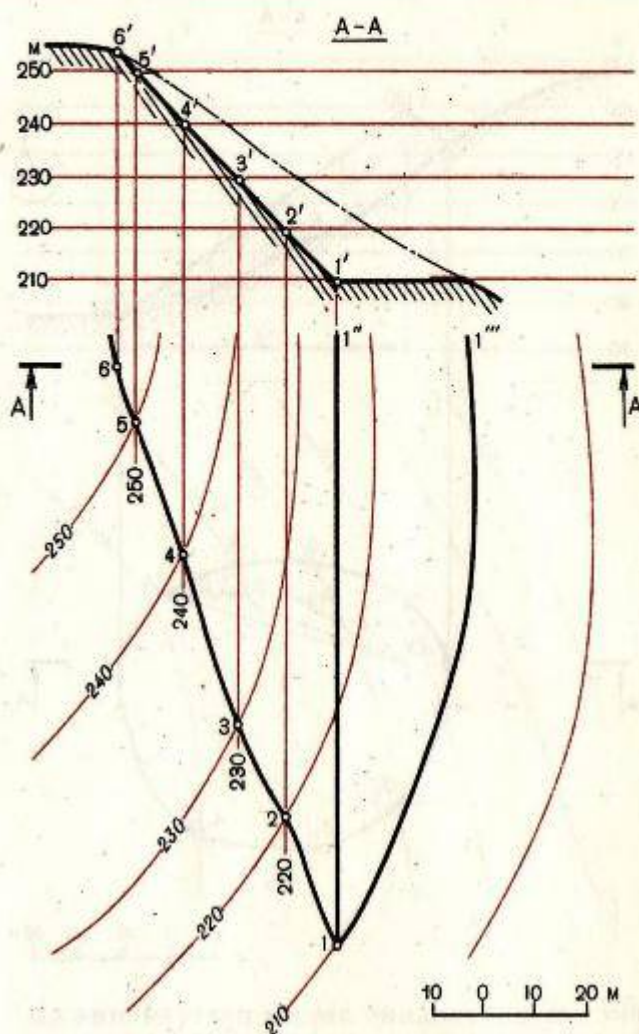


РИС. 104. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ПОЛУТРАНШЕИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ

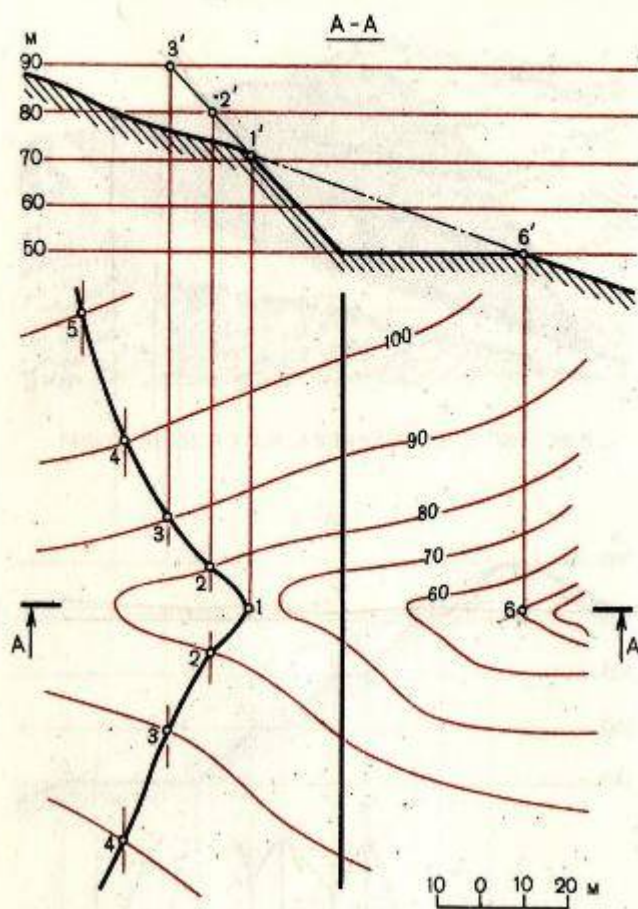


РИС. 105. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОЛУТРАНШЕИ С ЛОЩИНОЙ

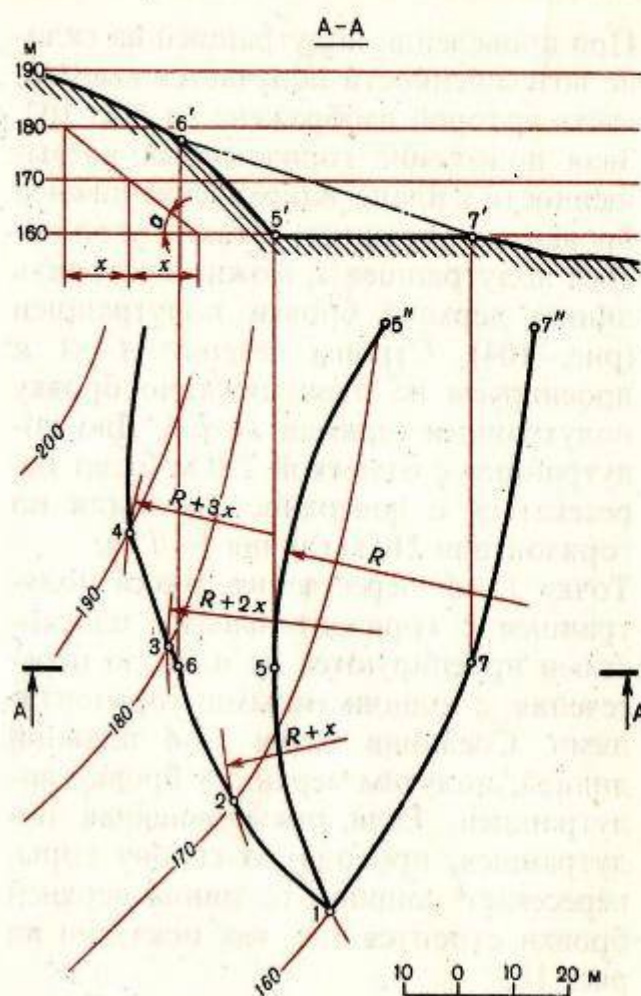


РИС. 106. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОТКРЫТОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА СКЛОНЕ ГОРЫ

са и откос земной поверхности пересекаются в точке k_0 . Опустив из точки k_0 перпендикуляр на линию CM , получим точку E — верхнюю точку пересечения поверхностей конуса и земли. Нижняя точка N пересечения строится аналогично. В этом случае линии откосов земной поверхности и отвала наклонены в одну и ту же сторону, но под разными углами. С помощью такого метода можно получить достаточное число точек пересечения в любом месте плана. Соединив найденные точки плавной кривой, получим линию пересечения поверхности отвала со склонами оврага.

При проведении полутраншей на склоне возвышенности получается выемка, часть которой изображена на рис. 103. Зная положение горизонталей возвышенности в плане, направление нижней бровки полутраншеи, а также угол откоса полутраншеи α , можно построить линию верхней бровки полутраншеи (рис. 104). Строим сечение $A-A$ и проецируем на план нижнюю бровку полутраншеи (прямая $1-1''$). Дно полутраншеи с отметкой 210 м будет пересекаться с поверхностью земли по горизонтали 210 м (линия $1-1''$).

Точки $1'-6'$ пересечения откоса полутраншеи с горизонтальными плоскостями проецируются на план до пересечения с одноименными горизонталями. Соединив точки $1-6$ плавной линией, получим верхнюю бровку полутраншеи. Если прямолинейная полутраншея, проходя по склону горы, пересекает ложину, то линия верхней бровки строится так, как показано на рис. 105.

Если участок откоса полутраншеи (или откоса борта карьера) врезается в склон возвышенности по криволинейной поверхности и нижняя бровка представляет собой линию окружности радиусом R (например, при закруглении железнодорожных путей), то линия верхней бровки строится, как показано на рис. 106.

Нижняя бровка $1-5-5''$ будет горизонталью 160 м, лежащей на конической поверхности и имеющей радиус R . Горизонталы конической поверхности с углом откоса α будут отстоять одна от другой на величину, равную заложению откоса x . Это положение следует использовать при построении верхней бровки полутраншеи. Из точки O (находящейся за пределами чертежа) радиусом $R+x$ проводим дугу окружности и находим точку 2 пересечения



РИС. 107. БОРТ КАРЬЕРА НА СКЛОНЕ ГОРЫ

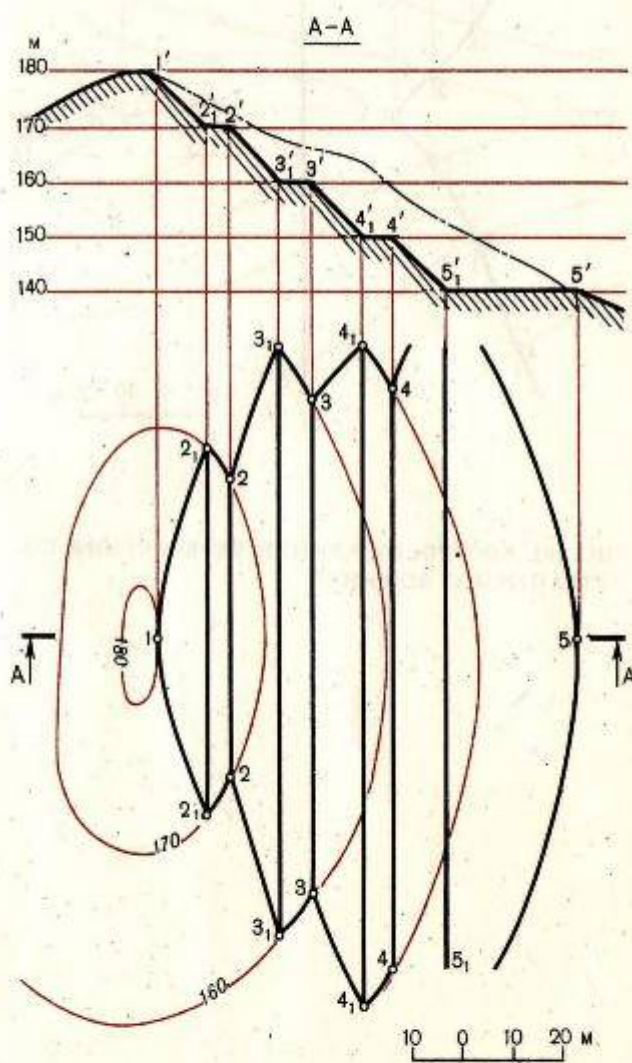


РИС. 108. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРА БОРТА КАРЬЕРА, РАСПОЛОЖЕННОГО НА СКЛОНЕ ГОРЫ

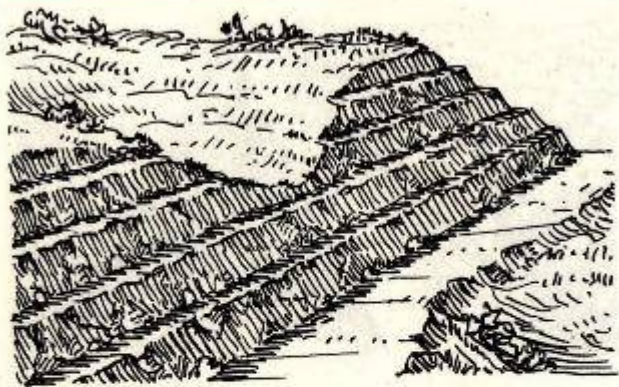


РИС. 109. БОРТ КАРЬЕРА НА СКЛОНЕ ГОРЫ, ПЕРЕСЕЧЕННОЙ ОВРАГАМИ

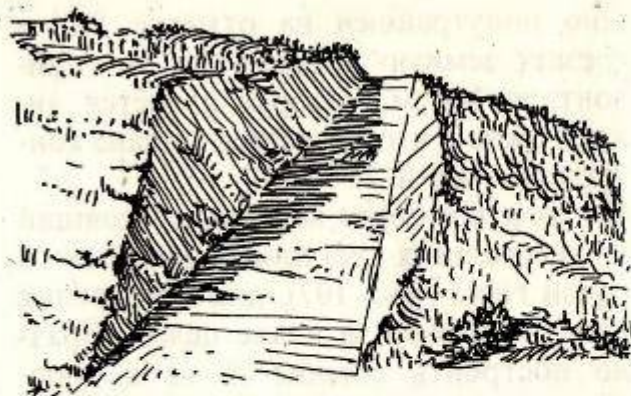


РИС. 111. ТРАНШЕЯ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ

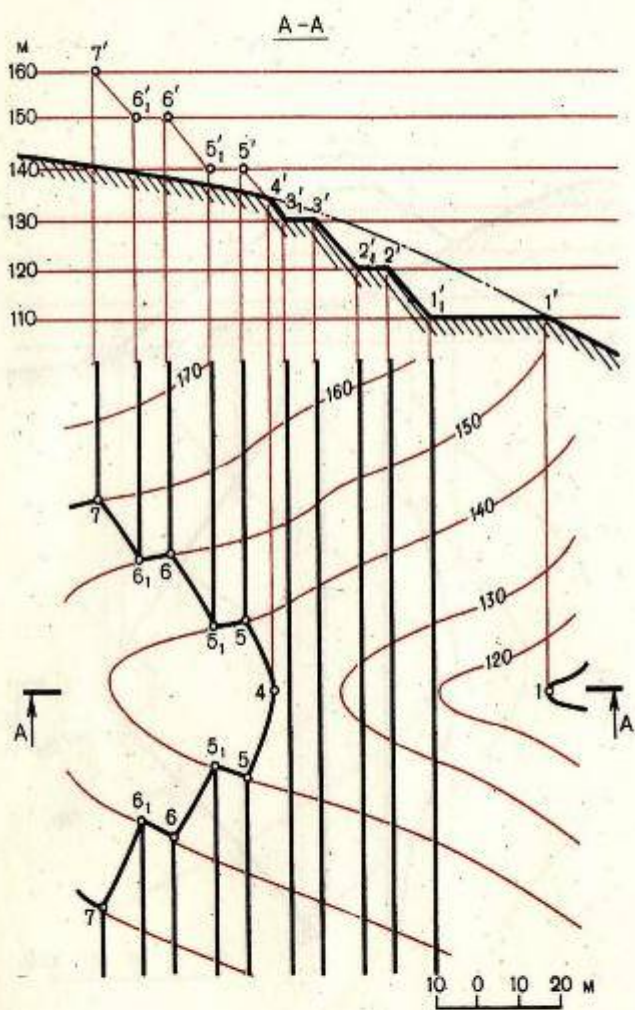


РИС. 110. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ БОРТА КАРЬЕРА: РАСПОЛОЖЕННОГО НА СКЛОНЕ ГОРЫ С ОВРАГАМИ

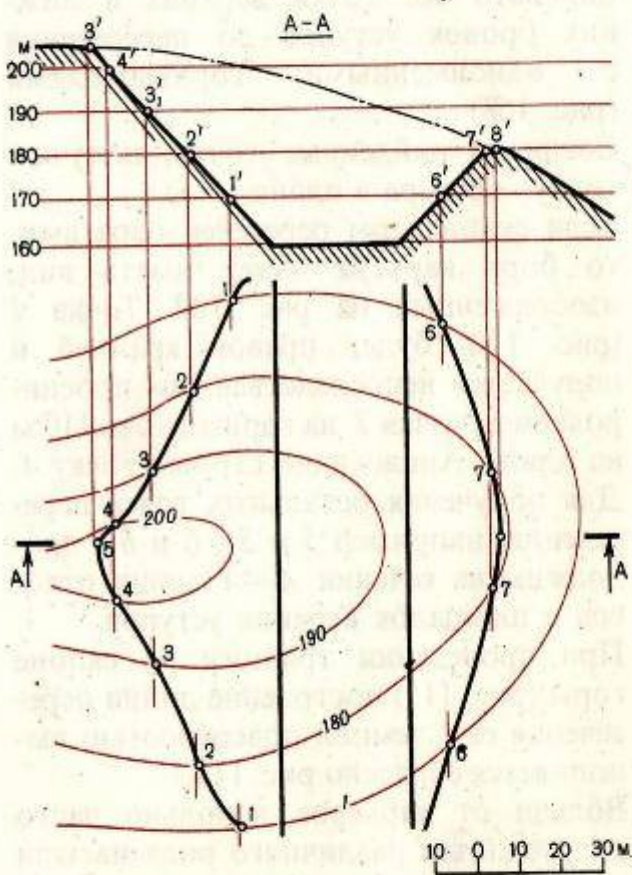


РИС. 112. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ТРАНШЕИ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ

чения горизонталей откоса конуса и поверхности земли. Затем проводим окружность радиусом $R + 2x$ и находим точку 3 и т. д. Соединив точки 1, 2, 3, 4 плавной кривой, получим линию верхней бровки полутраншеи.

Дно полутраншеи на отметке 160 м срезает земную поверхность по горизонтали 160 м, которая является линией среза и изображается в плане контурной линией 1—7—7'.

Когда откос борта карьера, состоящий из нескольких уступов, врезается в склон горы (рис. 107), для построения контура карьера в плане целесообразно построить сечение *A—A* в плоскости, перпендикулярной нижней бровке карьера, и с этого разреза спроецировать все точки верхних и нижних бровок уступов до пересечения с одноименными горизонталями (рис. 108).

Соединив найденные точки, получим контур карьера в плане.

Если склон горы пересечен оврагами, то борт карьера будет иметь вид, изображенный на рис. 109. Точка 1 (рис. 110) будет правой крайней и получается непосредственным проецированием точки 1' на горизонталь 110 м на плане. Аналогично строим точку 4. Для получения остальных точек пересечения, например 5 и 5', 6 и 6', продолжим на сечении *A—A* линии откосов и площадок верхних уступов.

При проведении траншеи на склоне горы (рис. 111) построение линии пересечения ее с земной поверхностью выполняется согласно рис. 112.

Вблизи от карьеров довольно часто сооружаются различного рода насыпи и дамбы, которые в сочетании с рельефом местности дают сложные линии нижних бровок откосов (рис. 113). Линия пересечения при этом будет иметь вид, изображенный на рис. 114.



РИС. 113. ДАМБА В ОВРАГЕ

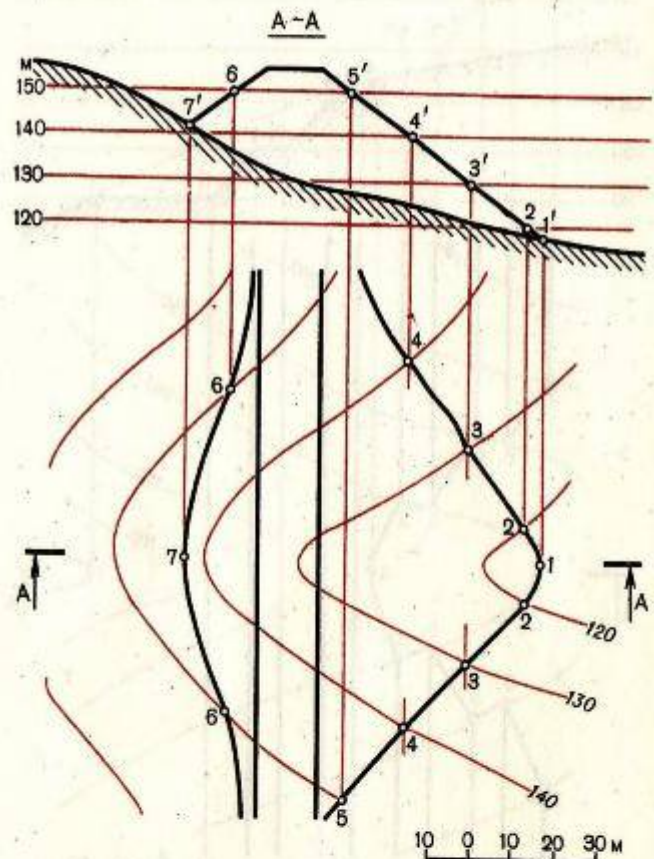


РИС. 114. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ДАМБЫ

ГЛАВА V

ТРАССИРОВАНИЕ ВСКРЫВАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В КАРЬЕРЕ

§ 1. Общие сведения о трассировании в карьере

Трассированием называется установление на плане и профиле пространственного положения и направления продольной оси системы въездных траншей. Трасса траншей представляет собой линию в пространстве, имеющую в плане как повороты (кривые участки), так и подъемы и спуски. Положение трассы въездных траншей может быть стационарным и временным. При построении контуров карьера на момент отработки показывается окончательное стационарное положение трассы траншей на нерабочих бортах карьера. При построении плана (или разреза) карьера в рабочем состоянии (на какой-либо календарный срок работы) показываются как временные, так и стационарные въездные траншеи в зависимости от принятого направления развития горных работ в пределах карьерного поля.

При вскрытии карьерного поля внутренними траншеями различаются следующие способы вскрытия:

а) поступательными съездами, расположенными на одном борту карьера;

б) спиральными съездами, если длина карьера не позволяет разместить все въездные траншеи на одном борту и если по мере понижения поступательная трасса переходит с одного борта на другой;

в) тупиковыми (петлевыми) съездами, расположенными на одном борту карьера;

г) комбинированными поступательно-тупиковыми съездами.

Трасса может быть изображена на плане и продольном профиле. План трассы траншей — это проекция их продольной оси на горизонтальную плоскость. План трассы может состоять из прямых и кривых участков. Форма трасс в плане устанавливается в соответствии с размерами карьерного поля, конечной глубиной карьера, руководящим подъемом и элементами профиля.

Профиль трассы представляет собой проекцию ее продольной оси на вертикальную плоскость.

Продольный профиль трассы — это графическое изображение вертикальной проекции трассы. Он вычерчивается в разных горизонтальном и вертикальном масштабах.

На продольном профиле должны быть нанесены: линии черных отметок — действительные высотные отметки земной поверхности на трассе, и линии красных отметок — проектное высотное положение бровки сооружаемого земляного полотна.

Трасса траншей по форме бывает простой, если она расположена на одном борту и не меняет по всей длине своего

направления, и сложной, если она состоит из двух или нескольких соединенных между собой участков, имеющих различное направление. Трассы внутренних траншей чаще бывают сложные, трассы внешних траншей — простые.

Основные параметры трассы: величина руководящего подъема (уклона); разность высотных отметок начала и

конца трассы, начала и конца каждой траншеи;

теоретическая и действительная длина трассы;

число и конструкция пунктов примыкания горизонтальных путей к наклонным.

Рассмотрим способы графического построения трасс траншей на плане карьера при различных способах вскрытия месторождений.

§ 2. Построение трассы системы поступательных траншей

Трасса вскрывающих траншей может быть построена только после того, как определены ориентировочно конечные (или временные) контуры карьера на поверхности, отметка и положение дна карьера. В результате построения трассы контуры карьера окончательно уточняются.

Рассмотрим простой план карьера (рис. 115), на котором показаны: 1 — верхняя бровка карьера; 2 — горизонтали нижних бровок уступов (ориентировочное положение); 3 — контуры дна.

Трассу траншей намечают в точном соответствии с заданными параметрами: принятой формой профиля общей протяженностью, руководящим подъемом, наименьшим радиусом кривых и др.

Трассирование на плане производят от фиксированных пунктов. Выбор местоположения верхнего въездного пункта (точка *A*, см. рис. 115) при этом имеет первостепенное значение. Положение въездного пункта зависит от вида транспорта, способа и места проведения отвальных работ, расположения перегрузочных пунктов, обогатительной фабрики, рельефа местности и других факторов.

Иногда при определенной глубине карьера фиксированные пункты выбираются на дне карьера. В этом случае нанесение трассы на план лучше всего начинать от нижних горизонтов к верхним. В качестве примера построим простую поступательную трассу от пункта *A* (начало въездной траншеи на первый горизонт) до пункта *B* (примыкание трассы к дну карьера). В этом случае может быть два варианта:

а) задана точка *A*, где начинается въездная траншея на поверхности (см. рис. 115);

б) задана точка *B*, определяющая пункт примыкания трассы к дну карьера.

Построение трассы по заданной точке *A*,

Известны:

- 1) отметка дна карьера и его конфигурация;
- 2) вид транспорта и зависящие от него параметры — уклон, ширина траншей, длина и ширина площадок примыкания;
- 3) максимальный уклон откоса бортов карьера (угол погашения);
- 4) ширина берм безопасности и транспортных площадок на борту карьера;
- 5) высота уступов.

Ввиду того, что известны отметка дна карьера (допустим — 60 м) и его конфигурация, то на чертеже выполняют планировку таким образом, чтобы рационально использовать его поле, а затем по заданным параметрам отстраивают дно



РИС. 115. ПЛАН ТРАССЫ КАРЬЕРА

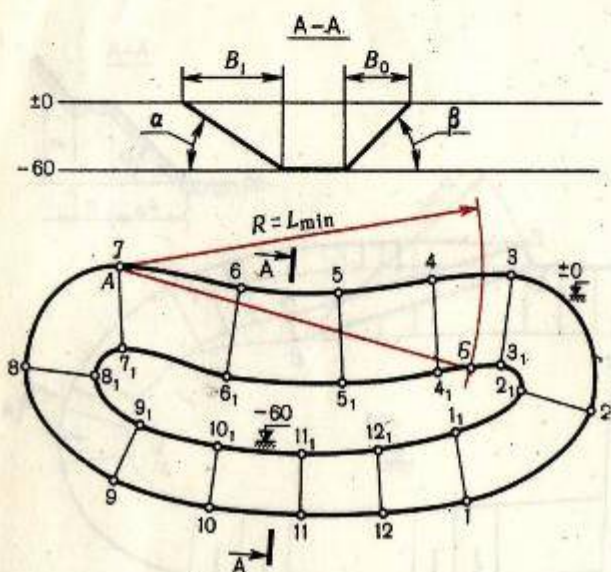


РИС. 116. КОНТУРЫ КАРЬЕРА



РИС. 117. ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРАССЫ

карьера и ориентировочно верхнюю бровку карьера.

Конечные контуры карьера устанавливают в следующем порядке: на основании физико-механических свойств и строения вмещающих пород, а также по условию устойчивости принимают углы α и β погашения бортов карьера, а затем их величину проверяют по условию размещения транспортных площадок; рассчитывают граничный коэффициент вскрыши, а затем конечную глубину карьера.

Глубину карьера определяют для каждого сечения и далее на плане в соответствующем масштабе вычерчивают контур дна карьера (линия $1_1, 2_1, \dots, 12_1$ — см. рис. 116).

Затем по определенным ранее углам погашения бортов карьера отстраивают ориентировочно положение контура карьера на поверхности (верхней бровки карьера). Для этого можно использовать вспомогательный график заложений откосов бортов карьера, т. е. проекции линий откоса на горизонтальную плоскость.

Через точки по контуру дна карьера проводят условные вертикальные секущие плоскости перпендикулярно линии дна карьера. От этих точек, в зависимости от отметки поверхности земли в данном сечении, откладывают величины заложений борта карьера $1-1_1; 2-2_1; 3-3_1$ и т. д. Точки 1, 2, 3 и т. д. соединяют плавной кривой.

Построенная линия определяет ориентировочное положение верхней бровки карьера. На ней отмечают начало въездной траншеи (точка А на рис. 116).

Для точного построения трассы карьера необходимо найти положение точки В (пункт примыкания трассы к дну карьера). С этой целью находят общую длину трассы на продольном профиле (рис. 117).

Продольный профиль трассы состоит из горизонтальных и наклонных отрезков прямых (въездных траншей и площадок примыкания).

Длина участка трассы на одном уступе складывается из ее длины на руководящем подъеме, длины участков примыкания на смягченном подъеме и длины примыкания на горизонтальной площадке (рис. 118).

Длина участка примыкания при железнодорожном транспорте принимается

обычно равной 150—200 м. При автомобильном транспорте она зависит главным образом от радиуса разворота автосамосвала и ширины транспортной площадки и составляет 40—60 м. Необходимо учитывать, что в отдельных случаях длина въездной траншеи может быть увеличена вследствие уменьшения уклона трассы на кривых.

Длина наклонных отрезков трассы между двумя соседними горизонтами при высоте уступа 10—15 м обычно составляет 300—600 м при железнодорожном транспорте и около 200 м — при автомобильном.

Длина трассы ориентировочно определяется разностью высотных отметок заданных точек, например A и B и величиной I среднего уклона трассы:

$$L = \frac{h_A - h_B}{I} = \frac{h}{I}, \text{ м.} \quad (9)$$

Обозначим (см. рис. 118):

- l_1, l_2 — длина соответственно верхнего и нижнего участка со смягченным подъемом, м;
- l_p — длина участка с руководящим подъемом, м;
- i — уклон теоретического среднего пути;
- l_0 — длина площадки примыкания путей, м.
- h — разность высотных отметок A и B , м;
- h_1 и h_2 — разность высотных отметок A и M , N и B ;
- $\varphi_{\text{ср}}$, φ_p и φ_2 — углы наклона площадок трасс, градус;
- φ_1 — угол BAC , градус;
- L_y — длина участка трассы на уступе [см. формулу (12)].

При малых углах наклона значения синусов очень близки величине тангенсов углов, поэтому можно записать:

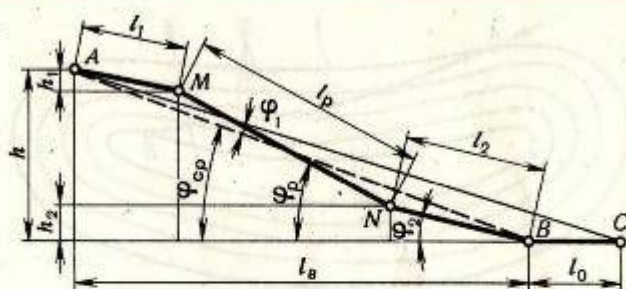


РИС. 118. СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРАССЫ НА УСТУПЕ

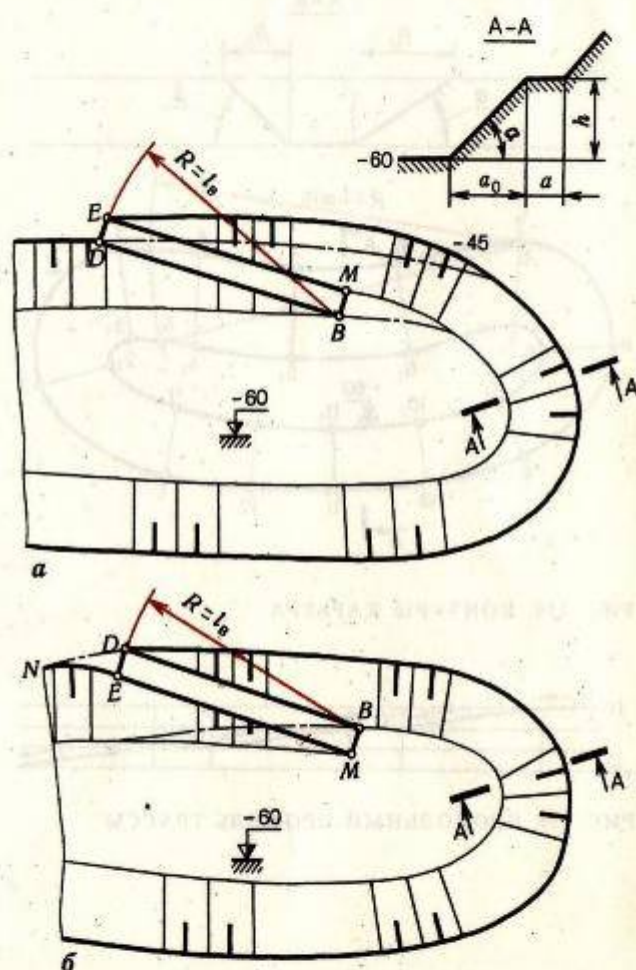


РИС. 119. ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ВНУТРЕННЕЙ НАКЛОННОЙ ТРАНСШЕЙ

$$i = \frac{i_1 l_1 + i_p l_p + i_2 l_2}{l_1 + l_p + l_2} = \frac{h}{l_B}; \quad (10)$$

$$l = \frac{i_1 l_1 + i_p l_p + i_2 l_2}{l_1 + l_p + l_2 + l_0} = \frac{h}{L_y}. \quad (11)$$

На рис. 118 видно, что проекция ломаной линии $AMNB$ и прямой AB на горизонтальную плоскость будет одной и той же величиной l_B . Следовательно, длина участка трассы на уступе вместе с длиной площадки примыкания

$$L_y = l_B + l_0, \text{ м.} \quad (12)$$

Зная общую глубину карьера H и высоту уступа h , можно определить число уступов

$$k = \frac{H}{h}. \quad (13)$$

Общая длина проекции трассы

$$L_{\min} = L_y k. \quad (14)$$

Из точки A , как из центра, радиусом, равным линейной величине L_{\min} , в определенном масштабе проводят дугу до пересечения с контуром дна карьера (см. рис. 116). Полученная точка B будет искомой. Затем строят план трассы траншей, служащих для вскрытия карьера.

Построение плана траншеи в месте примыкания ее к дну карьера, а также определение направления оси траншеи производятся следующим образом.

По величине заложения откоса первого уступа a_0 (рис. 119, а) строят на плане линию верхней бровки уступа параллельно контуру дна карьера. Из точки B , как из центра, радиусом, равным проекции трассы первого уступа l_B , проводят дугу до пересечения с контуром верхней бровки уступа. Получают

точку D (рис. 119). Из точки B восстанавливают перпендикуляр BM , на котором в масштабе чертежа откладывают ширину траншеи. Контур $BDEM$ представляет собой план дна въездной траншеи.

После построения верхней бровки нижнего уступа и контура дна траншеи уточняют положение верхней бровки на участке EM . Откос уступа вследствие проведения траншей переместится относительно дна карьера на ширину траншеи в сторону либо верхней бровки карьера (рис. 119, а), либо дна карьера (рис. 119, б).

Для построения следующей траншеи, проводимой до вышележащего горизонта, необходимо построить площадку примыкания по заданным размерам, а затем сделать построения, аналогичные описанным ранее (рис. 120).

Ввиду того, что трасса в плане построена по среднему уклону пути, такое построение может быть неточным и полученная точка A может не совпасть с заданным её положением. Тогда следует произвести корректировку положения трассы при помощи трафаретной палетки, сдвигая точку A до совмещения с заданной. Палетка представляет собой копию трассы, снятой на кальку, где точки A и B обозначаются соответственно A_1 и B_1 . Палетку необходимо наложить на чертеж таким образом, чтобы точка A_1 совпала с точкой A , а точка B_1 легла на нижнюю бровку карьера. Тогда точка B_1 будет определять истинное положение пункта примыкания трассы к дну карьера. Полученное положение трассы окончательно переносят на чертеж.

В практике проектирования могут встретиться более сложные условия трассирования. В общем случае каждый отрезок трассы между соседними уступами может быть не похож на

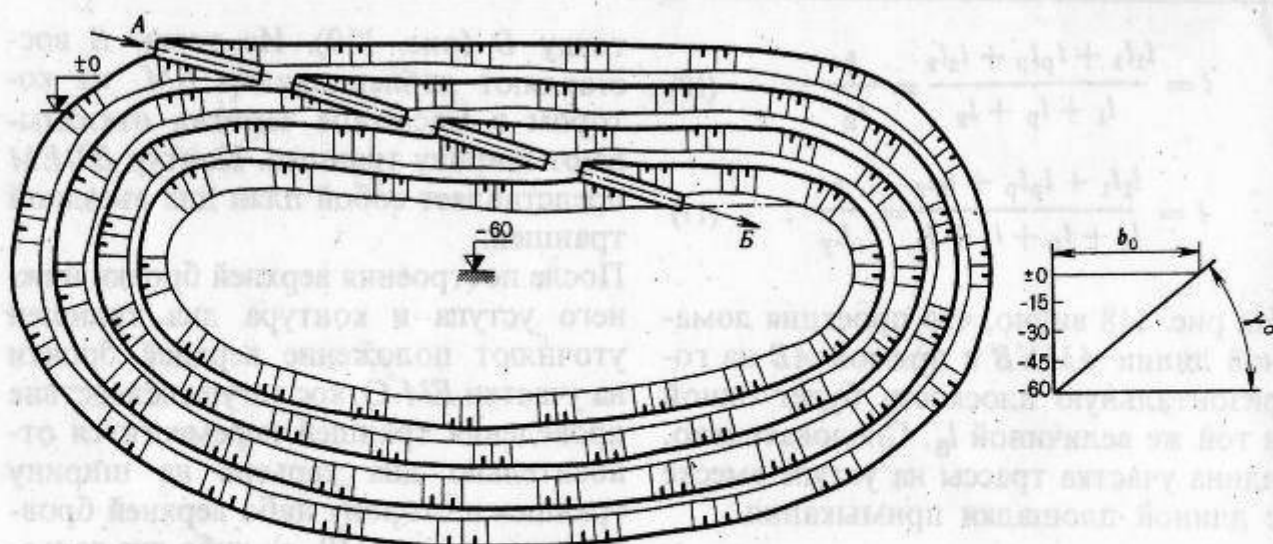


РИС. 120. ПОСТРОЕНИЕ ТРАССЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ СИСТЕМОЙ НАКЛОННЫХ ВНУТРЕННИХ ТРАНШЕЙ НА БОРТУ КАРЬЕРА

остальные. Это вызывается формой месторождения, главным образом непостоянством угла падения залежи, различной высотой уступов и другими факторами.

Построение трассы по заданной точке *B*

Построение трассы значительно упрощается, если установлено положение пункта примыкания трассы к дну карьера (точка *B*). Тогда, чтобы построить точку *A*, необходимо из точки *B*, как из центра, радиусом, равным L_{\min} , провести дугу до пересечения с верхней бровкой карьера. Дальнейшее построение производится так же, как изложено ранее.

Перспективный вид простой поступательной трассы приведен на рис. 121.

Построение спиральной трассы траншей

Трасса внутренних траншей при вскрытии месторождения спиральными съездами располагается на бортах в виде



РИС. 121. ПРОСТАЯ ПОСТУПАТЕЛЬНАЯ ТРАССА ТРАНШЕЙ

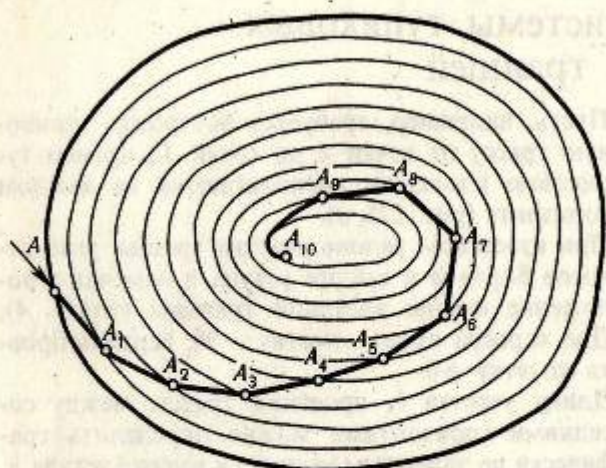


РИС. 122. ПОСТРОЕНИЕ СПИРАЛЬНОЙ ТРАССЫ ВНУТРЕННИХ ТРАНШЕЙ



РИС. 123. ПЛАН КАРЬЕРА СО СПИРАЛЬНОЙ ТРАССОЙ ТРАНШЕЙ

пространственной спирали, огибающей контур карьера.

При построении спиральной трассы, так же как и в предыдущих случаях, необходимо построить контур дна, верхний контур карьера, линии нижних бровок уступов, а также установить пункт первой въездной траншеи.

Трассу траншей строят в точном соответствии с ее параметрами: принятой формой профиля общей протяженностью, руководящим подъемом, длиной элементов продольного профиля. Построение лучше всего производить по участкам.

На плане в контуре карьера наносят горизонтали, отстоящие одна от другой на величину заложения откоса уступа плюс ширина бермы. Исходя из горнотехнических или иных условий (размещение транспортного оборудования, различного рода естественные препятствия и т. д.), намечают начало первой въездной траншеи (пункт *A* на рис. 122).

Затем определяют проекцию длины трассы между соседними горизонтами $l_B + l_0 = L_y$.

Из точки *A* (см. рис. 122), как из центра, радиусом, равным в заданном масштабе величине L_y , проводят дугу до пересечения с горизонталью нижележащего горизонта. Находят точку A_1 . Аналогично строят точки A_2, A_3, A_4 и др. Полученные точки соединяют. Ломаная линия будет определять ось спиральной трассы. Разбивку трассы на плане лучше всего начинать от дна карьера к поверхности, при этом проще устанавливаются возможные отрезки внутренней части трассы и получают более точные контуры карьера (рис. 123).

План отдельных въездных траншей строится так же, как показано на рис. 119.

§ 3. Трассирование системы тупиковых и петлевых траншей

Способ вскрытия тупиковыми или петлевыми внутренними траншеями применяется при разработке наклонных и крутопадающих месторождений с большим числом уступов при большой глубине залегания и относительно малых размерах месторождения по простиранию.

При таком способе вскрытия наклонные съезды, вскрывающие отдельные горизонты, располагаются на одном из бортов карьера, но в противоположных направлениях (рис. 124).

Обычно съезды заканчиваются горизонтальными площадками, которые служат для перемены направления движения поездов (или автосамосвалов) и примыкания путей рабочих горизонтов.

Построение тупиковых трасс

Геометрическое построение тупиковой трассы в плане в принципе мало отличается от построения простой поступательной трассы.

При построении тупиковой трассы в плане необходимо:

- 1) принять уклон трассы;
- 2) определить местоположение въездных траншей, исходя из горно-геологических условий;
- 3) приблизительно задаться приведенными углами откосов бортов карьера;
- 4) задаться высотой уступов;
- 5) построить дно карьера и ориентировочно наметить положение поверхностей его бровки.

Общая трасса строится с учетом длин отдельных участков (длин участков трассы между смежными горизонтами).

Пусть, например, требуется построить тупиковую трассу от точки A до точки L , причем тупиковые площадки располагаются на каждом горизонте (рис. 125, a).

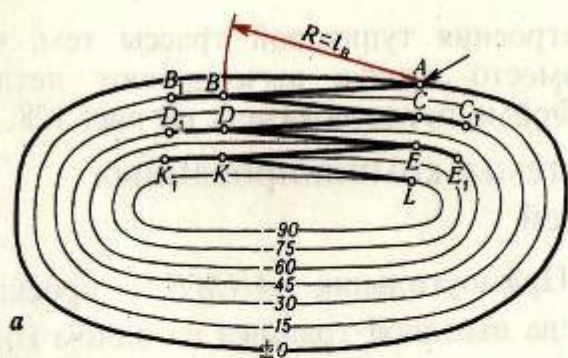
При известном уклоне участка трассы, угле откосов борта φ и высоте уступа h намечают положение начала въездной траншеи (точка A). Дно карьера имеет отметку -90 , верхняя бровка отметку ± 0 .

Длину участка l_b проекции трассы между соседними горизонтами можно определить графически по заданному уклону i и высоте уступа h , как это выполнялось при построении поступательной трассы (см. рис. 118). Затем из точки A , как из центра, радиусом, равным l_b , проводят дугу до пересечения с горизонталью -15 . Получают точку B (см. рис. 125, a), от которой откладывают по горизонтали длину тупиковой площадки для расположения на ней тупиковых станций и отмечают точку B_1 . Из точки B проводят дугу и находят точку C на горизонтали -30 . Остальные точки находят аналогично.

После получения направления оси трассы вычерчивают план системы тупиковых траншей. От точки L (рис. 125, b) откладывают ширину траншеи и получают точку M . Через точку M проводят прямую, параллельную линии LK и отмечают точку N . Таким же образом строят планы траншей верхних горизонтов и окончательно уточняют положение верхней бровки карьера.

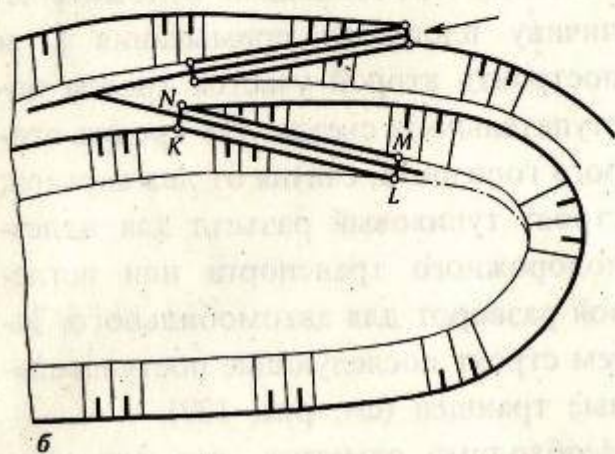


РИС. 124. ВСКРЫТИЕ НАКЛОННЫМИ СЪЕЗДАМИ, РАСПОЛАГАЕМЫМИ НА ОДНОМ БОРТУ КАРЬЕРА



Построение петлевых трасс

Вскрытие петлевыми съездами применяется при разработке глубоких месторождений с использованием автомобильного транспорта (рис. 126). В этом случае трасса траншеи состоит из прямых отрезков, которые соединяются между собой петлевыми заездами.



При построении трассы въездных траншейных автомобильных дорог часто приходится принимать такие углы поворота, при которых закругления, называемые серпантинами (рис. 127), располагают не внутри, а снаружи угла поворота.

Серпантина для автомобильного транспорта состоит в плане из основной кривой ABC радиусом r , прямых вставок AE и CD и обратных кривых DF и EK радиусом R и острого угла серпантины α . Исходными данными для расчета и разбивки серпантины служат:

РИС. 125. ПОСТРОЕНИЕ ТРАССЫ ПРИ ВСКРЫТИИ КАРЬЕРА СИСТЕМОЙ ТУПИКОВЫХ ВНУТРЕННИХ ТРАНШЕЙ

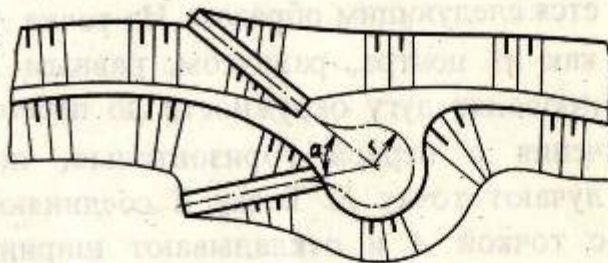
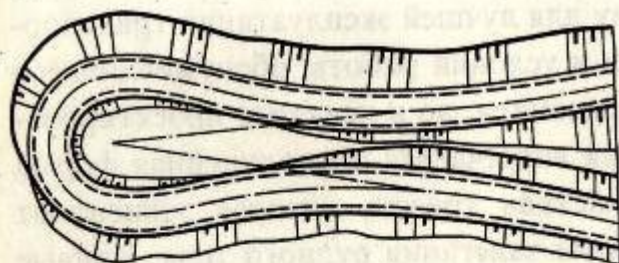


РИС. 126. ПЕТЛЕВОЙ ЗАЕЗД

РИС. 128. ФОРМА ПЕТЛИ ТРАССЫ ТРАНШЕЙ

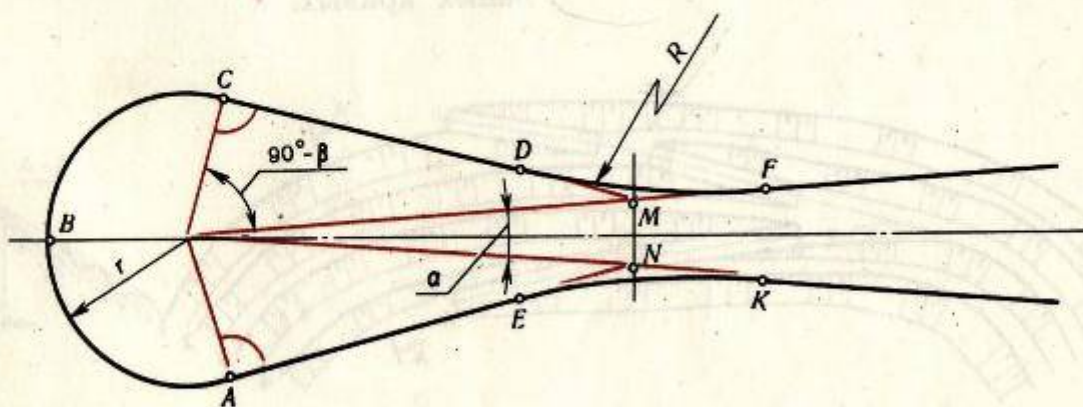


РИС. 127. ПОСТРОЕНИЕ ПЕТЛИ ТРАССЫ ТРАНШЕЙ (СЕРПАНТИНЫ)

угол α , радиусы r и R , длина прямых вставок AE и CD . Построение в плане петлевой трассы отличается от по-

строения тупиковой трассы тем, что вместо тупика вычерчивают петлю. Форма петли показана на рис. 128.

§ 4. Построение трассы системы комбинированных траншей

Большинство месторождений вскрываются комбинированными поступательно-тупиковыми траншеями, так как природные условия не всегда позволяют применять основные способы вскрытия. Тупиковые съезды устраиваются через 2—3 уступа, а между ними горизонты вскрываются поступательными траншеями.

Если при определенных условиях требуется построить тупиковую или петлевую трассу в комбинации с простой поступательной, то ось трассы строится по отдельным горизонтам снизу вверх (рис. 129).

Направление оси траншеи определяется следующим образом. Из точки A , как из центра, радиусом, равным l , проводят дугу окружности до пересечения с первой горизонталью, получают точку E . Точку E соединяют с точкой A и откладывают ширину траншеи в соответствующем масштабе.

Прямоугольник $ANME$ — проекция дна въездной траншеи на одном горизонте. Далее необходимо отложить величину площадки примыкания l_0 и построить второй участок трассы поступательного съезда. На кровле второго горизонта, считая от дна карьера, строят тупиковый разезд для железнодорожного транспорта или петлевой разворот для автомобильного. Затем строят последующие поступательные траншеи (см. рис. 129).

Необходимо отметить, что при проектировании различных трасс стремятся придавать им прямолинейную форму для лучшей эксплуатации транспорта и условий работы обслуживающего персонала, но в практике проектирования встречается криволинейная форма участков трассы, которая зависит от форм залегания рудного тела. Кривые участки строятся при помощи циркульных кривых.

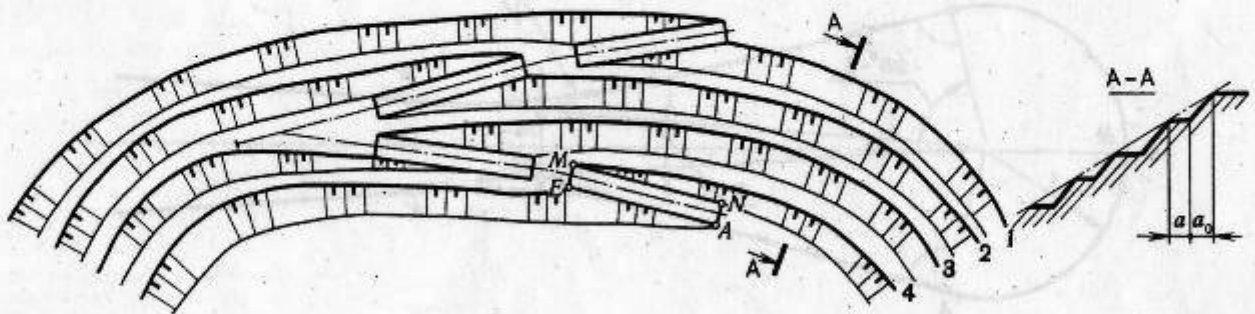


РИС. 129. КОМБИНИРОВАННАЯ ТУПИКОВО-ПОСТУПАТЕЛЬНАЯ ТРАССА ВСКРЫВАЮЩИХ ТРАНШЕЙ

ГЛАВА VI

ЧЕРТЕЖИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

§ 1. Основные сведения об изображении и обозначениях подземных горных выработок

Подземные горные выработки могут быть расположены в пространстве горизонтально, наклонно, вертикально или с изменяющимся углом наклона. Они могут располагаться на разных горизонтах, пересекаться, скрещиваться, находиться на одной продольной оси. При этом форма сечения горных выработок может различаться.

По отношению к залежам полезного ископаемого горные выработки располагаются главным образом по простиранию, вкрест простирания и по восстанию (падению) пласта. В связи с вышесказанным горные чертежи выполняются в виде проекций на горизонтальные, вертикальные и наклонные плоскости проекций.

Основными особенностями подземных горных выработок, которые необходимо учитывать при их изображении, являются следующие:

1. Подземные горные выработки представляют собой не физические тела, а пустоты в толще горных пород. При этом положение, форма и размеры горных выработок во многом определяются условиями залегания массива горных пород и полезного ископаемого, назначением горных выработок и способом их проведения.

2. Контуры горных выработок обычно имеют неправильную форму, что

является следствием естественной нарушенности массива горных пород и влияния на них горных (чаще взрывных) работ.

3. Горные выработки представляют собой динамические объекты изображения вследствие изменения развития горных работ во времени и пространстве.

4. Подземные горные выработки, как правило, имеют большую протяженность и сравнительно (по отношению к длине) небольшие поперечные размеры. Так, длина горных выработок обычно составляет от нескольких сотен метров до нескольких километров, а площадь их поперечных сечений равна нескольким квадратным метрам.

Исходя из первой особенности, изображать горные выработки следует совместно с массивом горных пород или полезного ископаемого. Для горнодобывающей промышленности это тем более важно, что горные работы ведутся для добычи полезных ископаемых. Правильное взаимное положение залежей полезного ископаемого и системы горных выработок имеет исключительно важное значение.

Вторая особенность вызывает необходимость упрощенного изображения контуров горных выработок. Но это положение не относится к изображе-

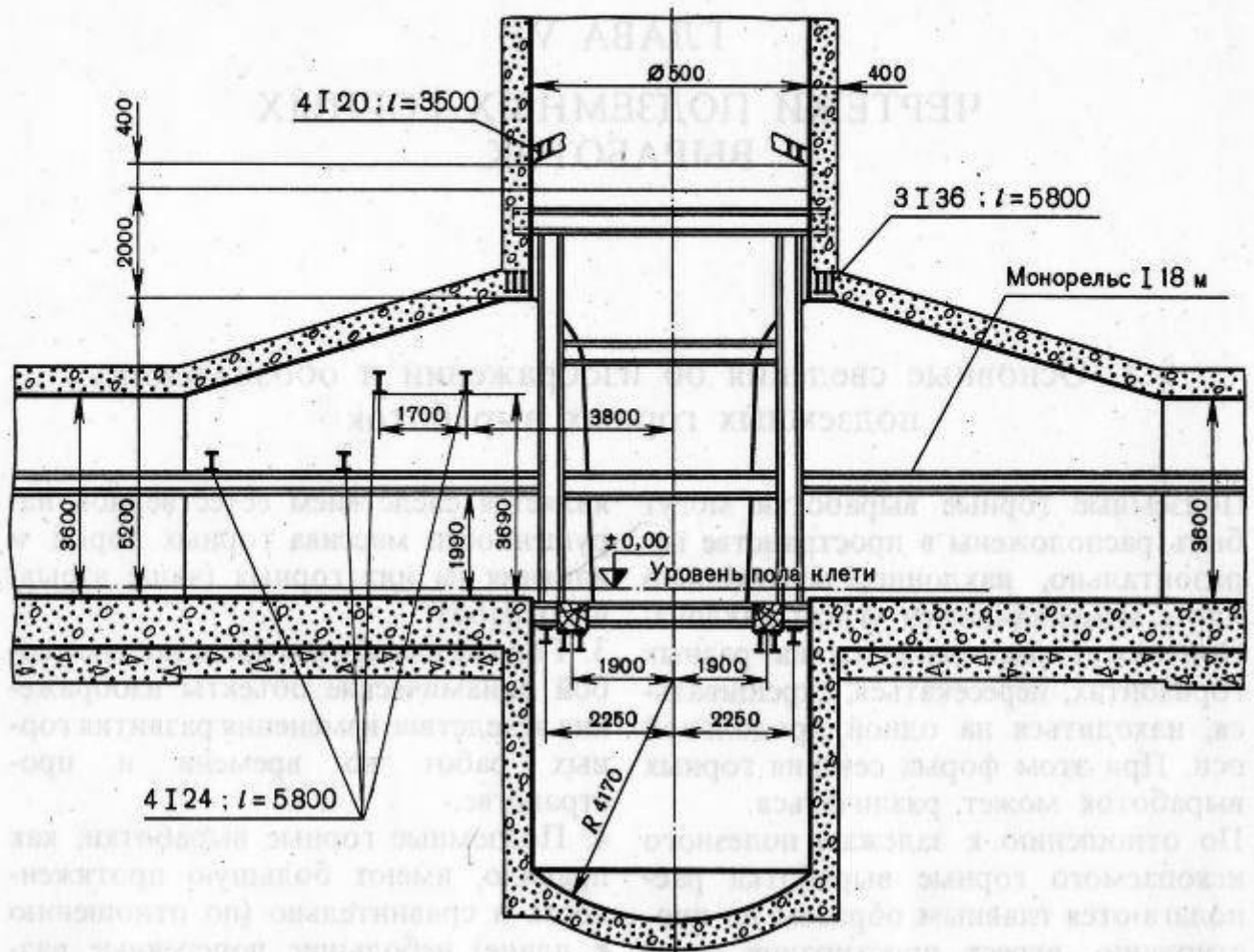


РИС. 130. ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ КАПИТАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

нию контуров конструктивных элементов. Например, контуры бетонной крепи горных выработок должны изображаться, как и любая строительная конструкция, с высокой точностью.

Исходя из третьей особенности горных выработок, горные чертежи должны обеспечивать возможность пополнения и изменения отраженной на них ситуации.

И, наконец, четвертая особенность подземных горных выработок предопределяет необходимость применения различных масштабов на одном чертеже: мелких — для изображения всей горной выработки и более крупных — для ее сечений. Однако при выполнении чертежей подземных конструкций — все-

возможных подземных камер, целиков, зумпфов, имеющих сравнительно небольшие размеры, масштаб для всех проекций должен быть единым.

При выполнении чертежей подземных горных выработок следует руководствоваться следующими основными принципами и условностями:

1. Незакрепленные горные выработки, а также выработанное пространство изображаются на чертежах в виде упрощенных контуров с заменой сложных линий прямыми, ломаными и кривыми (см. рис. 2).
2. На чертежах, составляемых в крупных масштабах, капитальные горные выработки изображаются по их контуру с обозначением вида крепи:

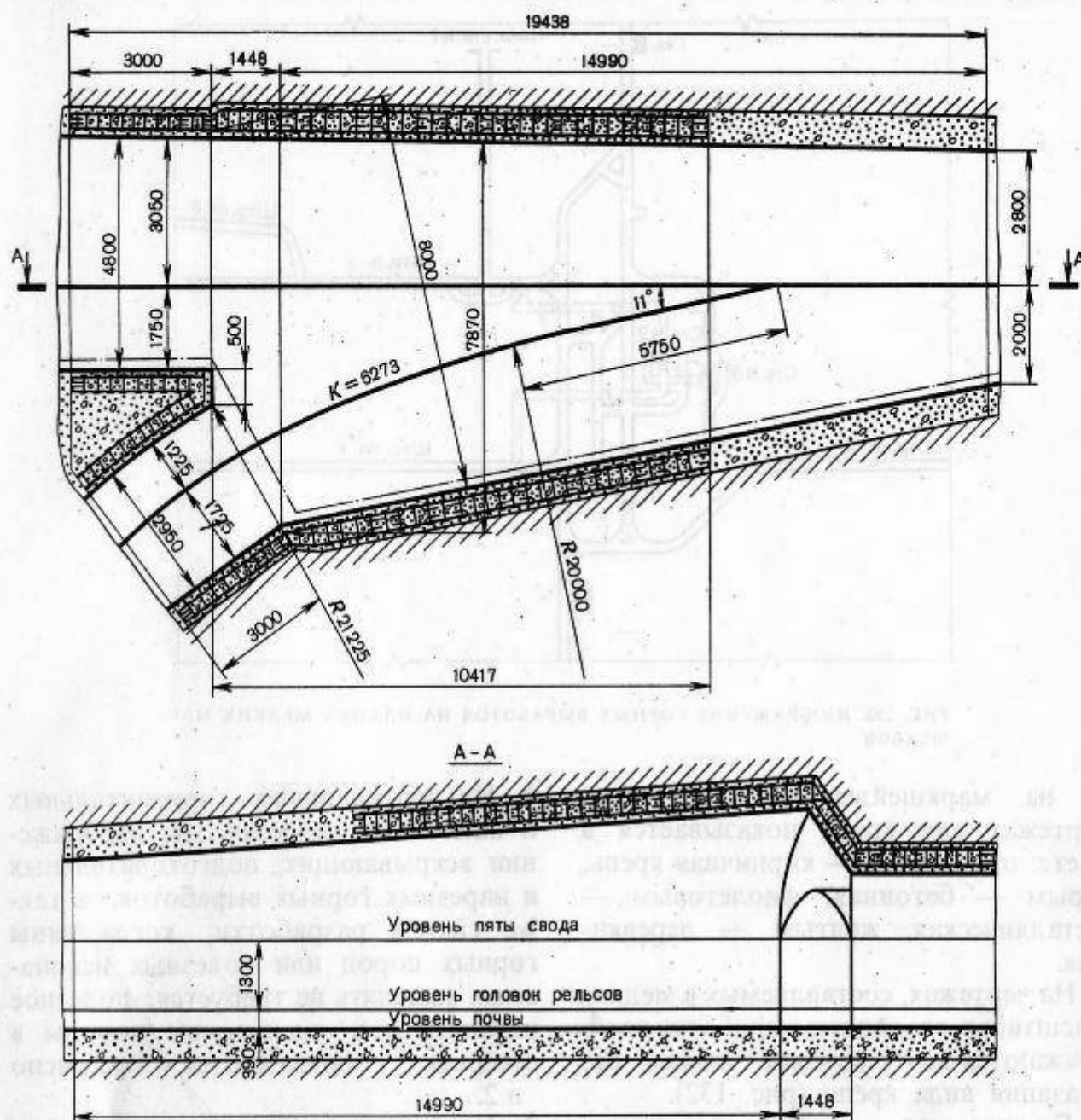


РИС. 131. КАПИТАЛЬНАЯ ГОРНАЯ ВЫРАБОТКА, ЗАКРЕПЛЕННАЯ СБОРНЫМ ЖЕЛЕЗОБЕТОНОМ

а) внутренние контуры горных выработок, закрепленных монолитным бетоном или железобетоном, выполняются сплошной основной линией, а контуры выработок в проходке — тонкими сплошными линиями (рис. 130). По контуру горной выработки необходимо обозначать массив горных пород (рис. 131). Однако в случаях, когда главным элементом изображения яв-

ляется горно-строительная конструкция (рис. 130), или в случаях мелкого масштаба чертежа (см. рис. 25, б) ГОСТом допускается не обозначать массив горных пород; б) сопряжения горных выработок (горно-строительных конструкций и сооружений) выполняются на чертежах в соответствии с положениями проекционного черчения (см. § 6 главы VII);

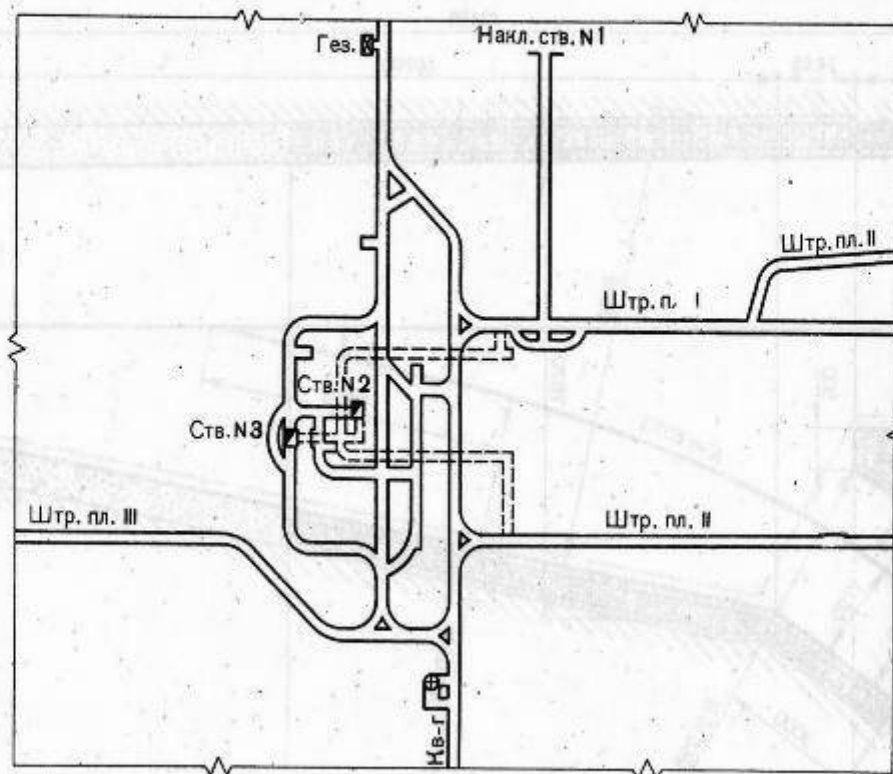


РИС. 132. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ПЛАНАХ МЕЛКИХ МАСШТАБОВ

в) на маркшейдерско-геологических чертежах вид крепи показывается в цвете: оранжевым — кирпичная крепь, серым — бетонная, фиолетовым — металлическая, желтым — деревянная.

3. На чертежах, составляемых в мелких масштабах, все горные выработки изображаются по условным знакам без указания вида крепи (рис. 132).

4. Горные чертежи составляются с соблюдением принятых ГОСТами — Горная графическая документация условных обозначений (см. § 7 главы I). В приложениях 2—9 приведены условные обозначения горных пород, материалов, полезных ископаемых и горных выработок.

5. На поперечных разрезах горных выработок и на чертежах, выполняемых в масштабе 1:500 и менее, сечения горных выработок наполовину (по диагонали) затушевываются.

6. На вертикальных горизонтальных и наклонных разрезах при изображении вскрывающих, подготовительных и нарезных горных выработок, а также систем разработки, когда типы горных пород или полезных ископаемых выделять не требуется, полезное ископаемое и вмещающие породы в сечениях обозначаются согласно п.2.

7. Элемент толщи горных пород, вмещающих горную выработку, на разрезах и сечениях в крупных масштабах ограничивается волнистой тонкой линией или сплошной тонкой линией с изломами. В соответствии с ГОСТ 2.306—68 допускается не выделять элемент массива горных пород, вмещающих горную выработку. В этом случае массив пород или полезное ископаемое следует показывать только по контурам горной выработки или на отдельных характерных ее участках

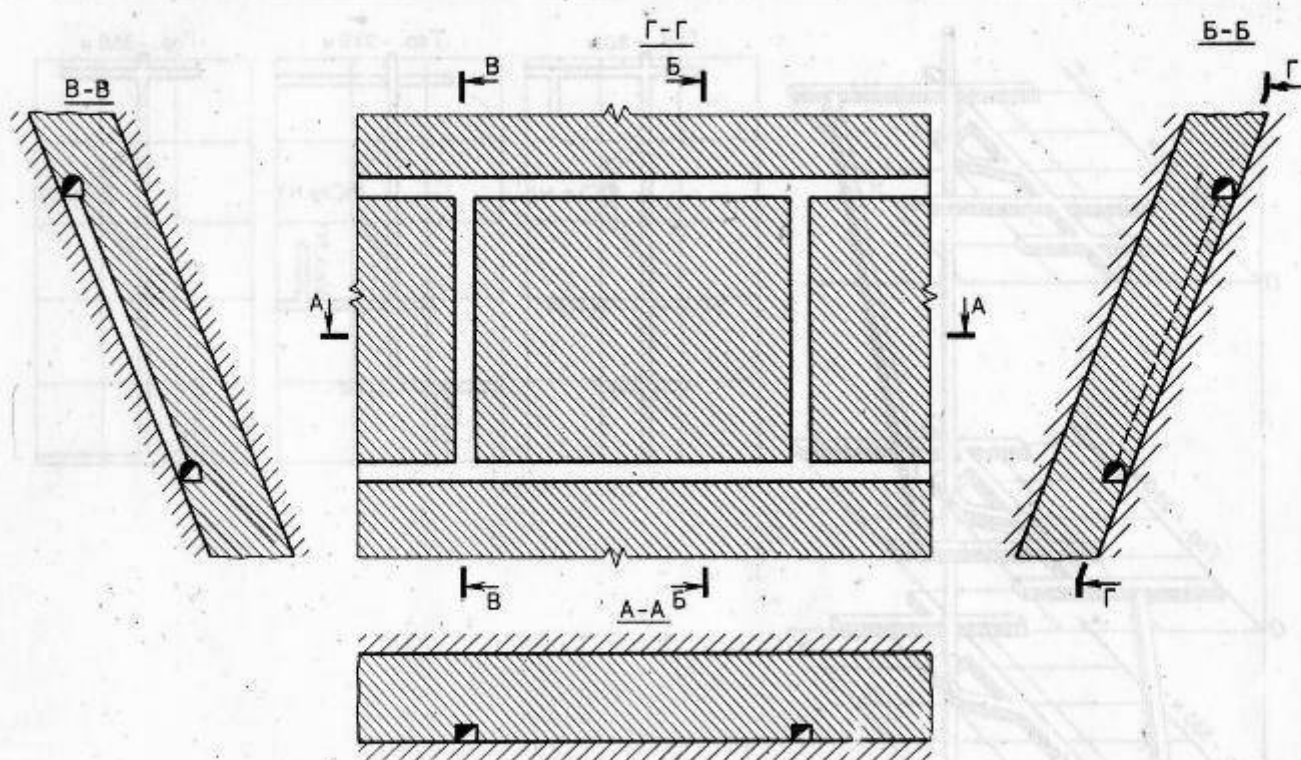


РИС. 133. ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И ВМЕЩАЮЩИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

(рис. 133). На чертежах капитальных горных выработок с изображением строительных конструкций массив горных пород по контуру выработок может не показываться (см. рис. 130), чтобы не затемнять чертежа.

8. Контур земной поверхности и по-

верхность выработанного пространства на разрезах и сечениях выполняются сплошной основной линией, а границы между породами, а также контуры залежей полезного ископаемого на разрезах и сечениях изображаются тонкими сплошными линиями.

§ 2. Планы, вертикальные проекции, горизонтальные и вертикальные разрезы и сечения горных выработок

Планы широко применяются для изображения горных выработок. На них обычно указывают отметки точек или горизонтов горных работ.

На планах горных выработок изображаются: технические границы шахты; основные, вспомогательные и очистные выработки; контакты полезного ископаемого с породами; геологические нарушения; линии секущих плоскостей; целики и т. д. Горизонтальную плоскость проекций располагают со стороны лежачего бока полезного

ископаемого так, чтобы линия простираения изображенного участка была параллельна нижней рамке чертежа. В практике горного производства встречаются следующие планы: план горных работ (см. рис. 132); погоризонтные (рис. 134); подэтажные (рис. 135), сводные планы горных работ (рис. 136), гипсометрические (рис. 137).

Вертикальные проекции применяются для изображения горных объектов, если проецирование на горизонтальную

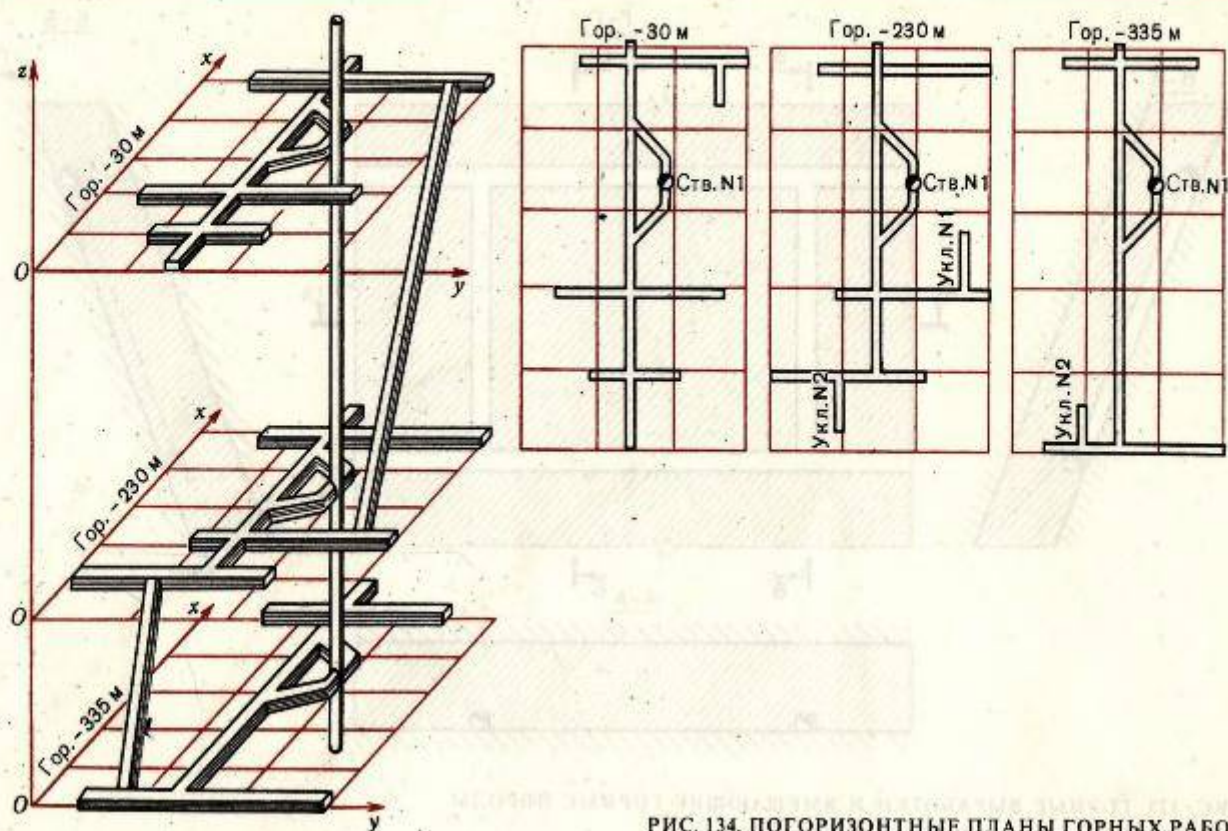


РИС. 134. ПОГОРИЗОНТНЫЕ ПЛАНЫ ГОРНЫХ РАБОТ

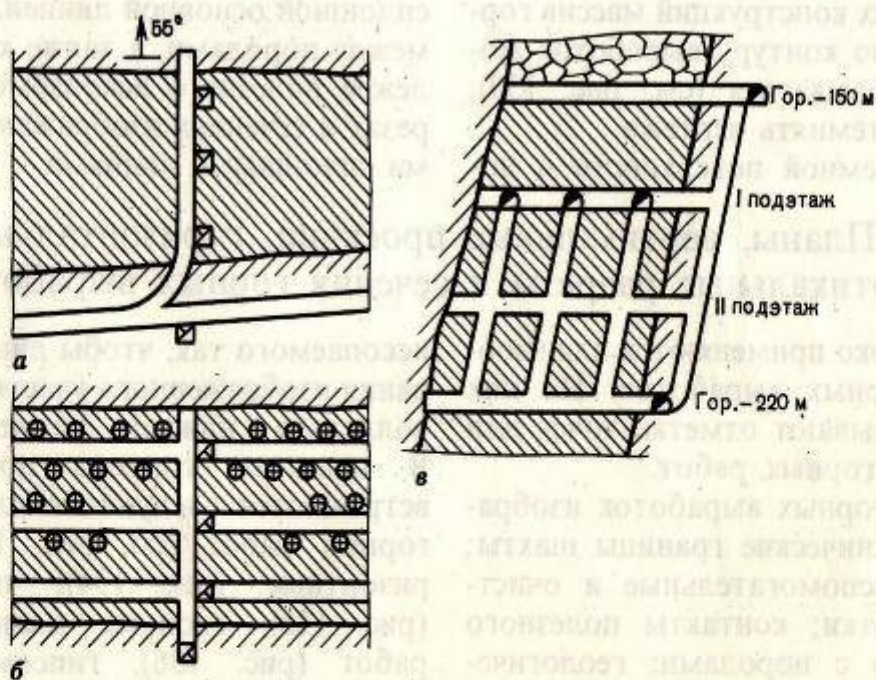


РИС. 135. СИСТЕМА ПОДЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ:

а — план основного горизонта;

б — план I подэтажа;

в — разрез вкрест простираения

плоскость Π_1 вызывает большие искажения, например, при изображении горных выработок на крутых пластах. Вертикальные плоскости проекций Π_2 и Π_3 располагают по простиранию и вкрест простирания залежи полезного ископаемого (рис. 138).

Разрезы и сечения широко применяются для изображения горных выработок. При построении разрезов и сечений секущими плоскостями могут быть вертикальные плоскости, расположенные по простиранию и вкрест простирания залежи или поперек и вдоль горной выработки, а также горизонтальные, наклонные и ступенчато расположенные плоскости (рис. 139).

На вертикальных проекциях и разрезах изображаются: основные, вспомогательные и очистные выработки; контур полезного ископаемого и геологические нарушения; линия выхода полезного ископаемого на земную поверхность; линии геологических разрезов и т. д.

Маркшейдерские планы и вертикальные проекции горных выработок составляются по координатам точек, получаемым в результате подземных съемок. Выработки наносятся по координатам точек и по замерам контуров. Правила оформления планов приведены в § 4 главы I.

Составление вертикальных проекций (разрезов) на маркшейдерских чертежах начинают с пересчета координат в условной системе. Начало координат вертикальной плоскости $zoу$ выбирают в точке, находящейся на пересечении каких-либо капитальных выработок. Ось ординат $у$ ориентируют по простиранию, ось z — вертикально вверх. Числовые значения приращений координат определяют графически или аналитически, пользуясь следующими формулами:

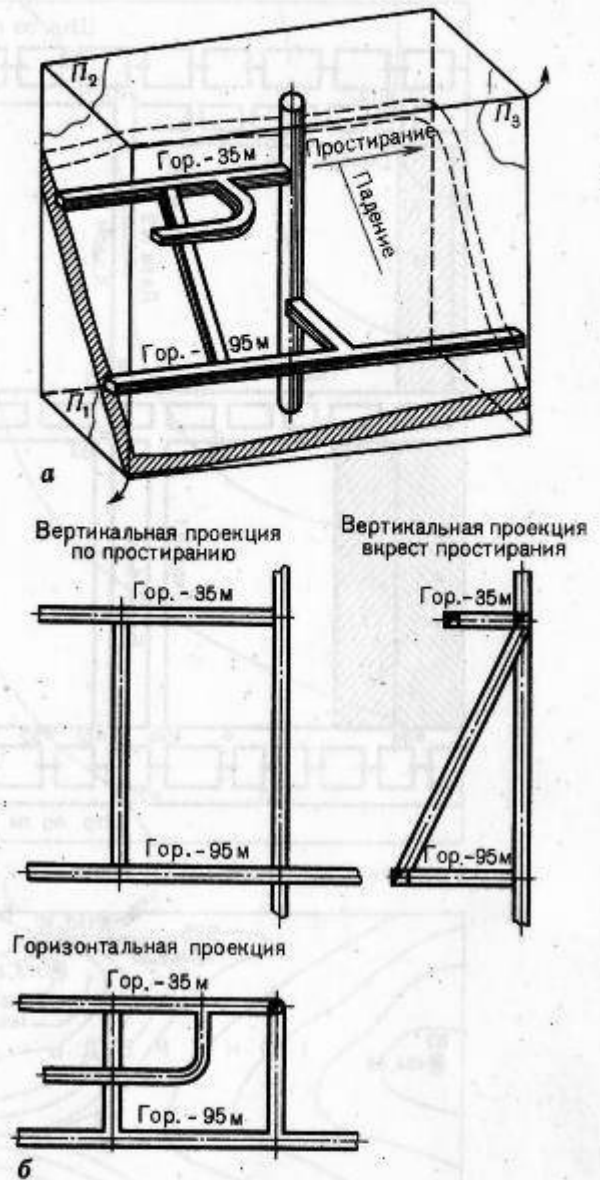


РИС. 138. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК:
 а — наглядное изображение;
 б — расположение проекций горных выработок на чертеже

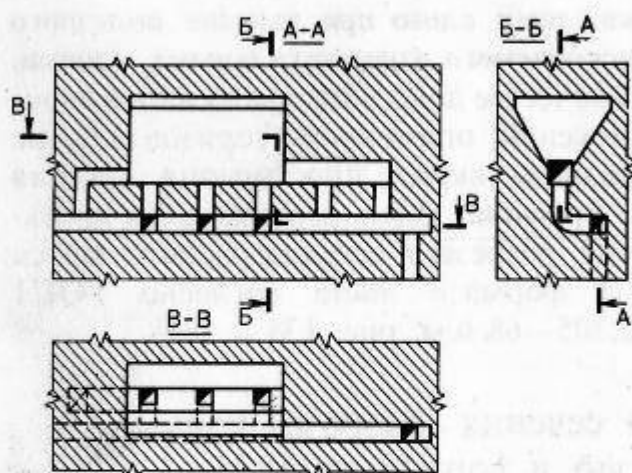


РИС. 139. ПРИМЕР СЛОЖНОГО СТУПЕНЧАТОГО РАЗРЕЗА

$$\left. \begin{aligned} \Delta y' &= \Delta y \sin \alpha + \Delta y \cos \alpha; \\ \Delta x' &= \Delta y \cos \alpha - \Delta x \sin \alpha; \\ \Delta z' &= \Delta z, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где Δx , Δy , Δz — приращения координат в старой системе; $\Delta x'$, $\Delta y'$, $\Delta z'$ — приращения координат в условной системе; α — угол простирания пласта полезного ископаемого.

На рис. 139 показаны горизонтальные и вертикальные проекции горных выработок.

Выбор вида изображения горных выработок определяется формой и условиями залегания полезного ископаемого.

Для пластов, пластообразных залежей, жил, линз малой и средней мощности горизонтальных, пологих и наклонных **основным видом изображения горных выработок является план**. В качестве дополнительных видов изображений применяют разрезы, сечения и профили.

Для крутых пластов, пластообразных залежей, жил, линз малой и средней мощности **основным видом изображения горных выработок являются план и проекция на вертикальную плоскость**. В качестве дополнительных видов изображений применяют разрезы вкрест простирания и горизонтальные разрезы, сечения и профили.

Для мощных пологих и наклонных пластов **основными видами изображения являются планы горных выработок по пласту и слоям (при слоевой выемке)**. В качестве дополнительных видов изображений применяют горизонтальные и вертикальные разрезы, сечения и профили.

Для мощных рудных залежей **основным изображением является план горных выработок по горизонтам**. В качестве дополнительных видов изображений применяют разрезы вкрест про-

стирания, вертикальные проекции, горизонтальные разрезы, сечения и профили.

Для мощных крутых пластов основными видами изображений являются: **план горных выработок по пластам, проекция на вертикальную плоскость по пластам и вертикальные разрезы по печам, а также план горных выработок по**

каждому слою при выемке полезного ископаемого горизонтальными слоями. В качестве дополнительных видов изображений применяют горизонтальные разрезы вкрест простирания, сечения и профили. План, вертикальная проекция, разрезы и сечения располагаются на формате листа согласно ГОСТ 2.305—68 (см. рис. 138 и 139).

§ 3. Изображение наклонного сечения (разреза) горных выработок на вертикальную и горизонтальную плоскости проекций

Для изображения горных выработок, проведенных по крутым пластам, строят вертикальную проекцию наклонного сечения. Секущая плоскость обычно располагается по простиранию

пласта полезного ископаемого. При изображении выработок небольших размеров можно считать, что секущая плоскость проходит параллельно пласту полезного ископаемого. На рис. 140.

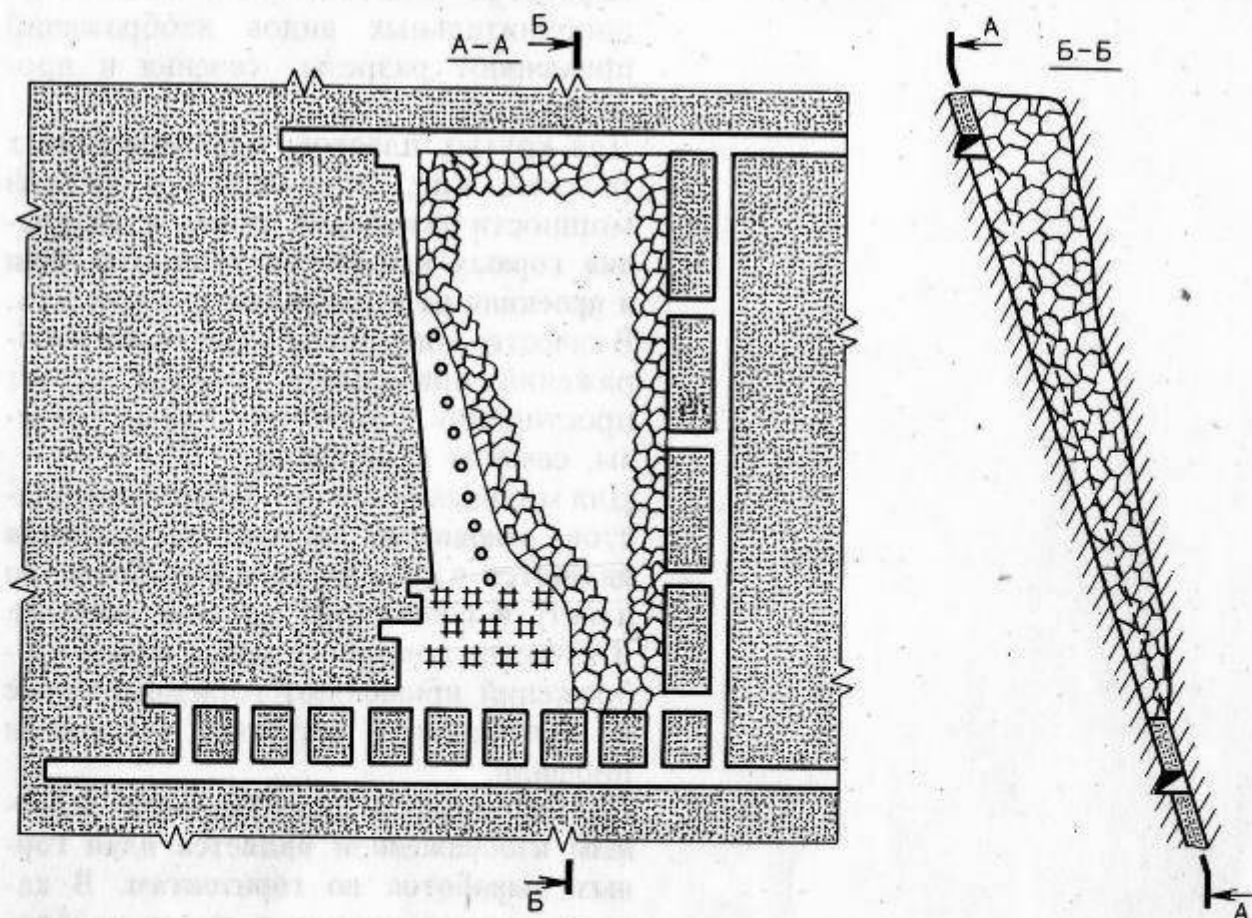


РИС. 140. ИЗОБРАЖЕНИЕ НАКЛОННОГО СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ

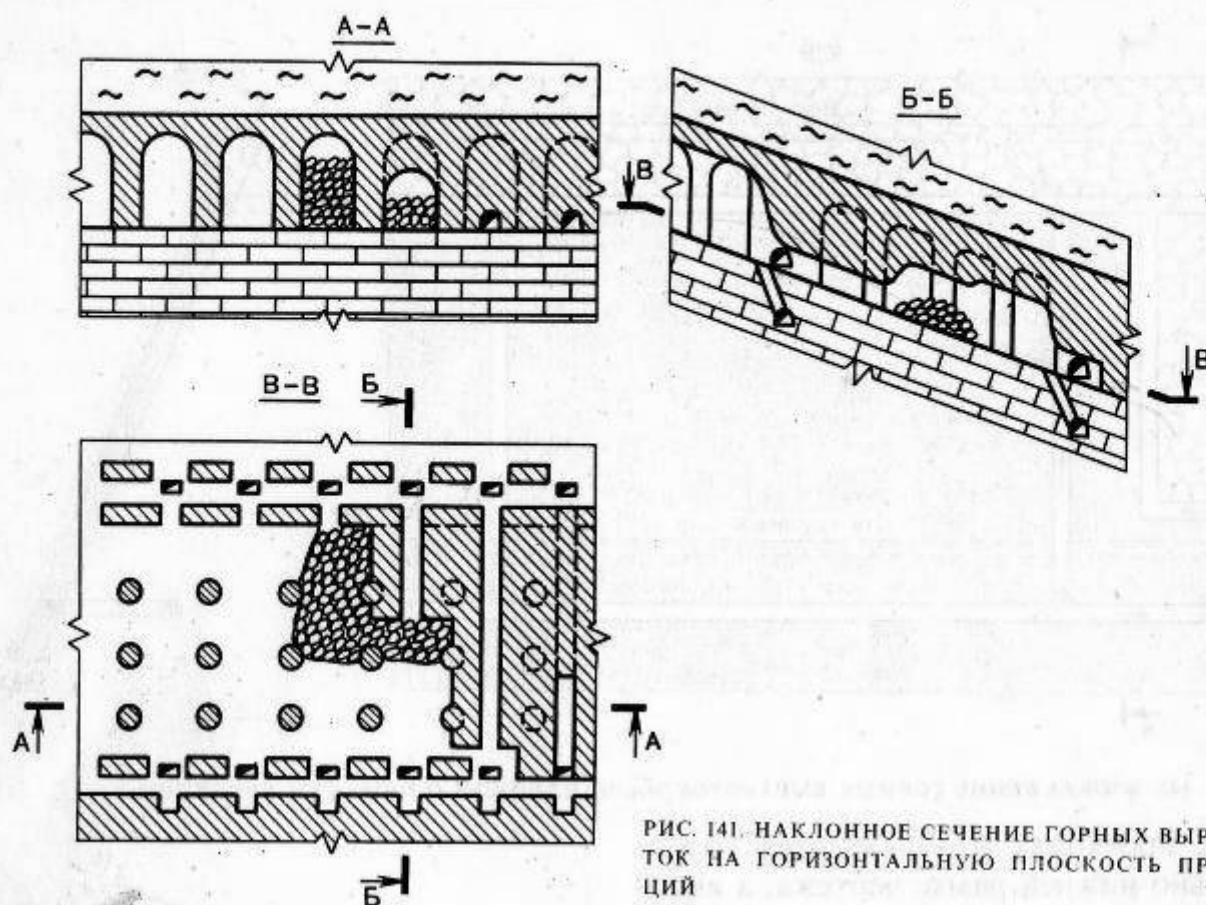


РИС. 141. НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ

приведены разрез вкрест простирания $B-B$ и вертикальная проекция секущей плоскости $A-A$. Выработки при изображении в вертикальной проекции показываются сплошными основными линиями, выработки, расположенные за секущей плоскостью, — штриховыми линиями, а перед секущей плоско-

стью — штрихпунктирными утолщенными линиями.

При разработке пологих пластов часто целесообразно выполнять горизонтальную проекцию наклонного сечения. Разрез $B-B$ на рис. 141 — горизонтальная проекция наклонного сечения.

§ 4. Изображение горных выработок на наклонную плоскость проекций

Для изображения системы очистных и подготовительных выработок и при решении некоторых технологических вопросов часто пользуются ортогональными проекциями на наклонные плоскости. Наклонную плоскость проекций располагают параллельно плоскости пласта или основным горным

выработкам. Часто наклонной плоскостью проекций пользуются как секущей и изображение выполняют в виде разреза или сечения. Такие изображения в горной практике иногда называют планами горных работ. Горные выработки, проводимые по простиранию пласта, на таких наклон-

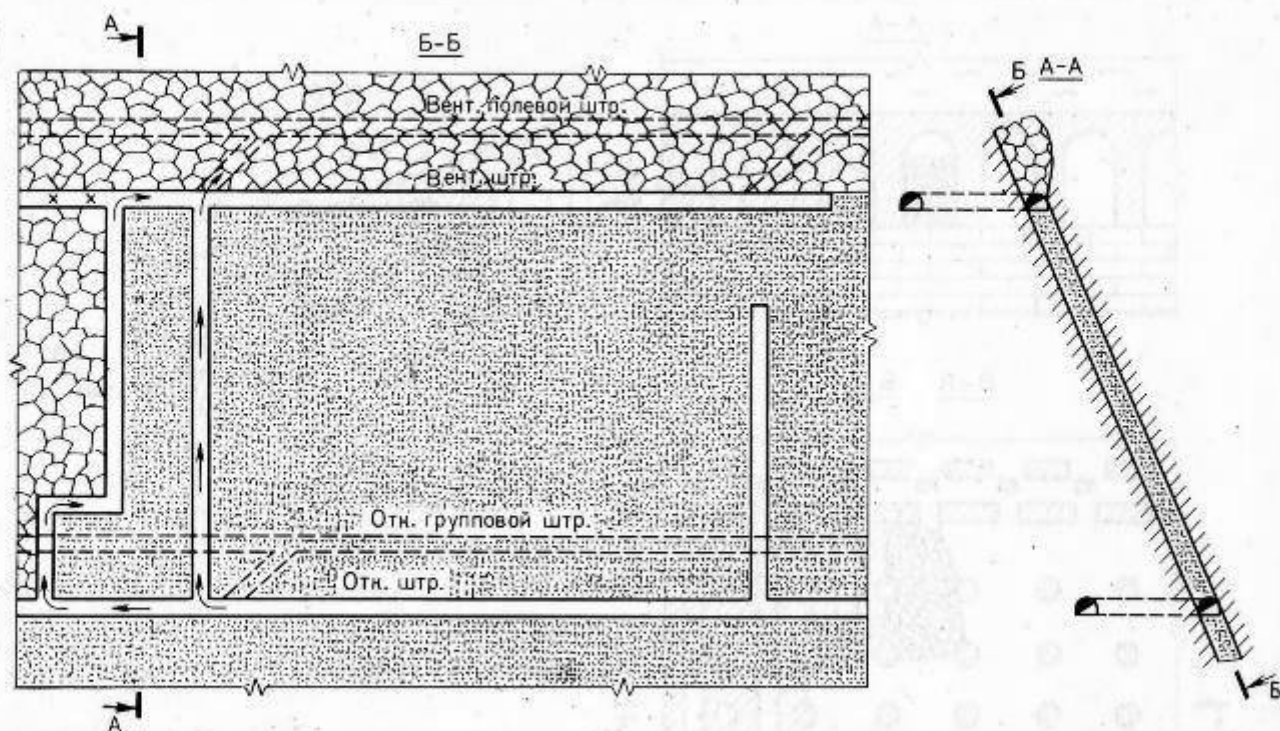


РИС. 142. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

ных проекциях изображаются параллельно нижней рамке чертежа, а выработки, проводимые по восстанию или падению, вычерчиваются параллельно вертикальной рамке чертежа:

При выдержанном угле падения и небольших размерах залежи полезного ископаемого горные объекты проецируются на наклонную плоскость проекций в натуральную величину. Поэтому изображение уменьшают в соответствии с принятым масштабом чертежа. Такие чертежи широко применяются при изображении технологических схем очистных и подготовительных выработок угольных месторождений.

На рис. 142 приведена технологическая схема очистных работ с агрегатом типа АЩ. Плоскость проекций проходит по угольному пласту. Кроме схемы дан разрез А—А.

При составлении маркшейдерских планов горных работ в случае изменяющихся элементов залегания пласта полезного ископаемого проекции на на-

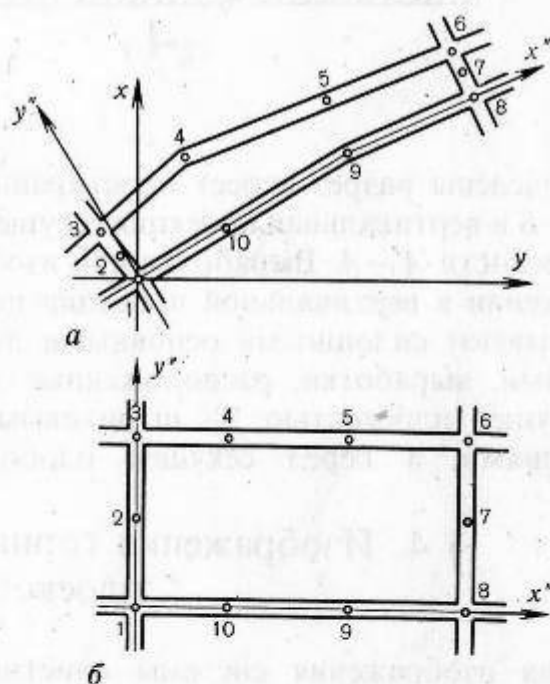


РИС. 143. ИЗОБРАЖЕНИЕ УЧАСТКА ГОРНЫХ РАБОТ В ПРОЕКЦИЯХ:

а — на горизонтальную плоскость;
б — на наклонную плоскость

клонную плоскость составляются по координатам точек подземной съемки. Составление плана горных работ в проекции на наклонную плоскость, так же как и на вертикальную, начинают с перевычисления координат точек в условной системе. Начало координат располагают в пересечении основных горных выработок. Ось абсцисс ориентируют по восстанию плоскости проекции, а ось ординат — по ее простиранию. Числовые значения координат определяют графически или аналитически по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x' &= \Delta x \sin \delta + (\Delta x \sin \alpha - \\ &\quad - \Delta y \cos \alpha) \cos \delta; \\ \Delta y' &= \Delta y \sin \alpha + \Delta x \cos \alpha; \\ \Delta z' &= \Delta z. \end{aligned} \right\} (16)$$

где Δx , Δy , Δz — приращения координат в старой системе; $\Delta x'$, $\Delta y'$, $\Delta z'$ — приращения координат в новой системе; α — угол простирания наклонной плоскости проекций в старой системе; δ — угол падения плоскости проекций.

На рис. 143, а показан участок горных работ в проекции на горизонтальную плоскость, а на рис. 143, б — тот же участок в проекции на наклонную плоскость ($\alpha = 63^\circ$; $\delta = 74^\circ$).

Оси новой системы координат x'', y'' проведены по горным выработкам. За начало отсчета координат принята точка 1. По рис. 143, б можно определить, например истинную длину наклонной выработки 1—2—3 или установить любой другой линейный размер.

§ 5. Чтение планов горных работ

Читать план горных работ — это значит уметь правильно разобраться в пространственном расположении горных выработок и решать задачи горно-геометрического характера. К таким задачам относятся:

- 1) определение длин и углов наклона горных выработок;
- 2) определение длин вертикальных выработок и глубины залегания залежи в данной точке;
- 3) определение объема выполненных горных работ;
- 4) составление необходимых разрезов и профилей.

Определение действительных размеров горизонтальных выработок производится непосредственным измерением их на плане с учетом принятого масштаба изображения. Длины вертикальных выработок и глубины залегания залежи в данной точке определяются по разности высотных отметок устья H_1 и забоя H_2 выработки по формуле

$$\Delta h = H_1 - H_2. \quad (17)$$

Определение размеров наклонных выработок и углов их наклона производится аналитически или по вертикальным разрезам, построенным с помощью секущей плоскости, проходящей через данную выработку. Разрезы необходимо строить в масштабе плана.

По рис. 144 можно определить длину наклонного ствола с помощью вертикального разреза. Длина и углы наклона выработок рассчитываются по формулам:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\Delta h}{d}; \quad l = \frac{d}{M \cos \delta}, \quad (18)$$

где Δh — разность отметок устья и забоя горной выработки; d — горизонтальная проекция выработки; M — основание численного масштаба плана.

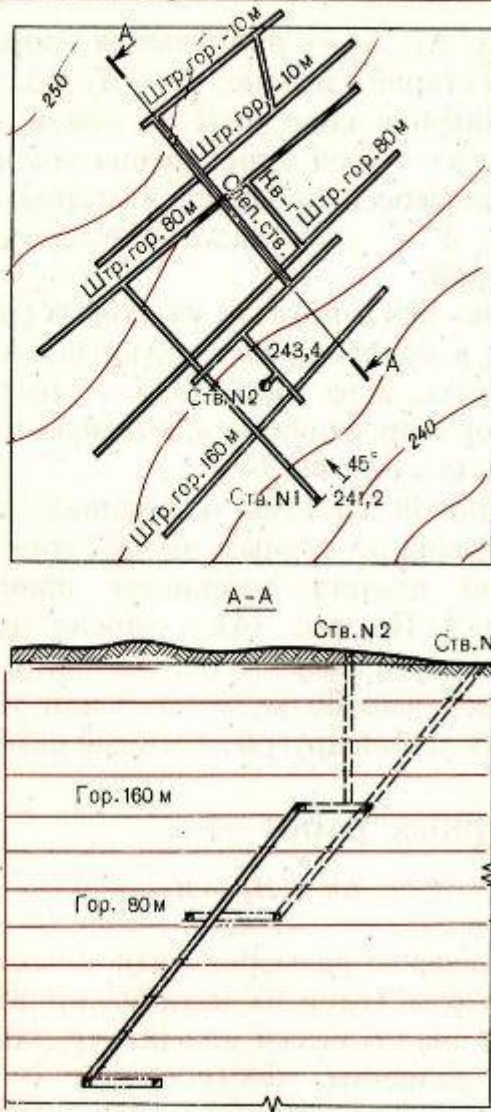


РИС. 144. СВОДНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК И ВЕРТИКАЛЬНЫЙ РАЗРЕЗ

Объем выработанного пространства определяют по формуле

$$V = \frac{Sm}{\cos \delta}, \text{ м}^3, \quad (19)$$

S — измеренная по плану горизонтальная проекция площади участка;
 m — средняя мощность пласта на участке.

Для построения вертикального разреза берут формат бумаги такого размера, чтобы одна сторона ее была не меньше длины разреза, а другая сторона была равна наибольшей разности

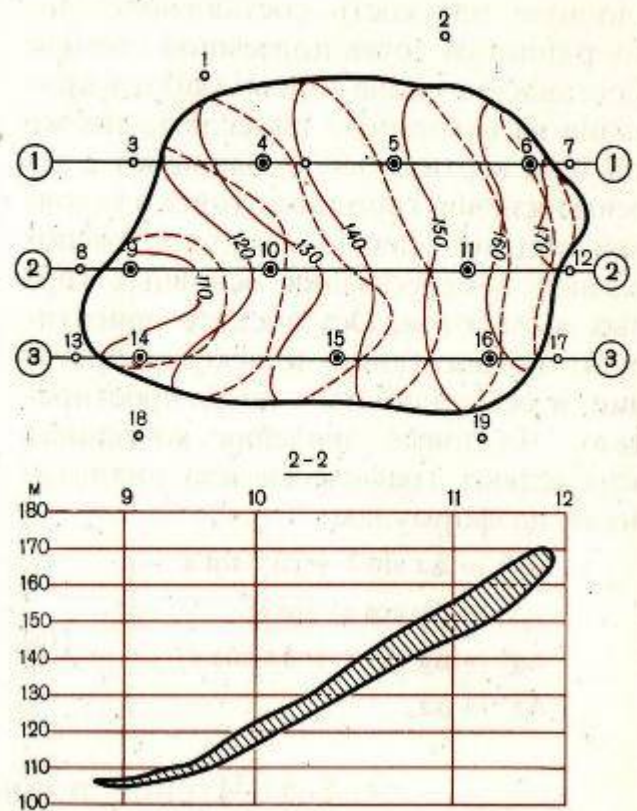


РИС. 145. ГИПСОМЕТРИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАЛЕЖИ

высотных отметок точек разреза в принятом масштабе.

На рис. 144 построен вертикальный разрез вкрест простирания залежи по сводному плану горных работ шахты. На разрезе показаны горные выработки и профиль земной поверхности.

На нем могут быть показаны вмещающие горные породы и полезное ископаемое на основании структурных колоннок.

На рис. 145 построен профиль пласта по разведочной линии 2—2 гипсометрического плана.

§ 6. Условные знаки и обозначения на чертежах подземных горных работ

Современная шахта имеет высокую степень механизации горных работ. С каждым годом создается и внедряется в производство все больше горной техники и оборудования: комбайнов, погрузочных машин, различных видов механизированной крепи, добычных комплексов и агрегатов.

На крупномасштабных проектных и

производственно-технических чертежах горные машины и другое оборудование изображаются упрощенно, в масштабе чертежа. При таком изображении сохраняются основные контуры механизмов и машин и те подробности конструкции, которые важны для данного чертежа, а излишняя детализация конструктивных элементов опускается. Условный знак сопровождается пояснительной надписью о марке и мощности механизма.

На мелкомасштабных горных чертежах и технологических схемах горные и транспортные машины изображаются условными знаками. Условные знаки, как правило, безмасштабные, за исключением условных знаков протяженных объектов: транспортных и энергетических коммуникаций, трубопроводов и других, имеющих большие размеры по длине.

Условные знаки и обозначения, применяемые при подземных работах, приведены в приложениях 10—13.

На рис. 146, 147 и 148 приведены схемы очистных забоев с применением условных знаков.

С помощью условных знаков можно показать схему размещения механизмов и оборудования на добычных и подготовительных участках, а также транспортную связь забоев с основными горными выработками. Такие схе-

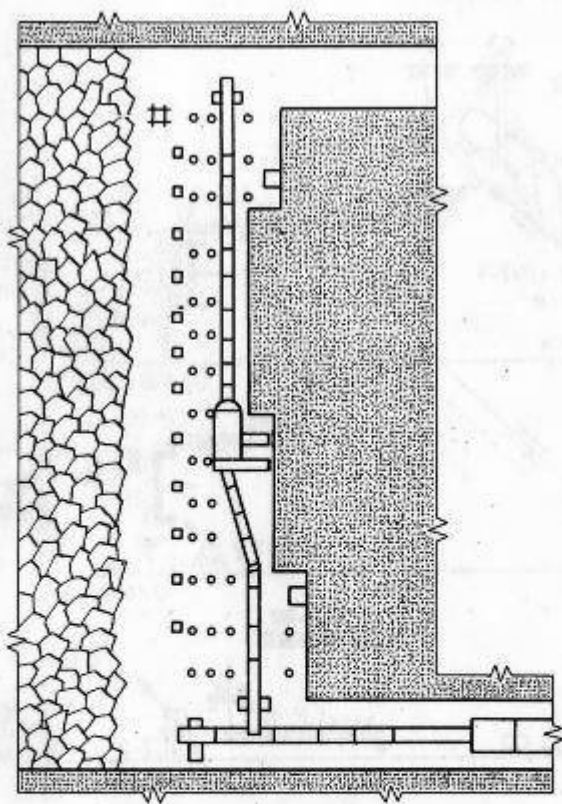


РИС. 146. РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ В ЛАВЕ ПРИ КОНВЕЙЕРНОМ ТРАНСПОРТЕ

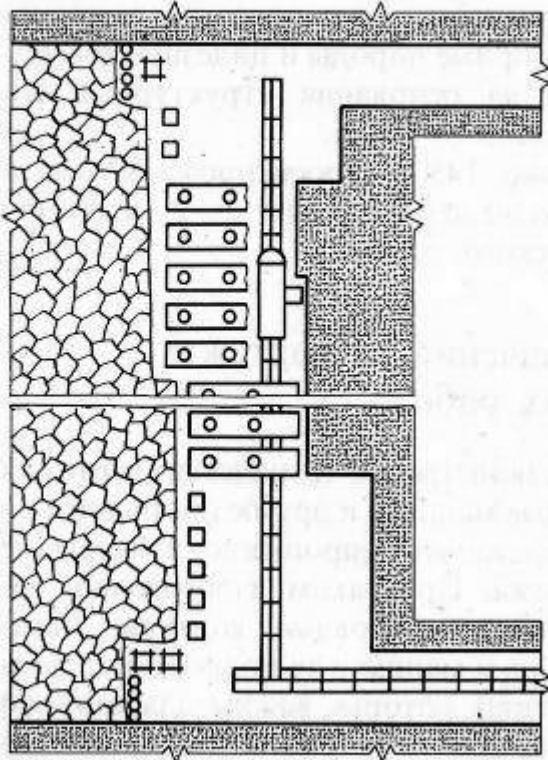


РИС. 147. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА В ЛАВЕ

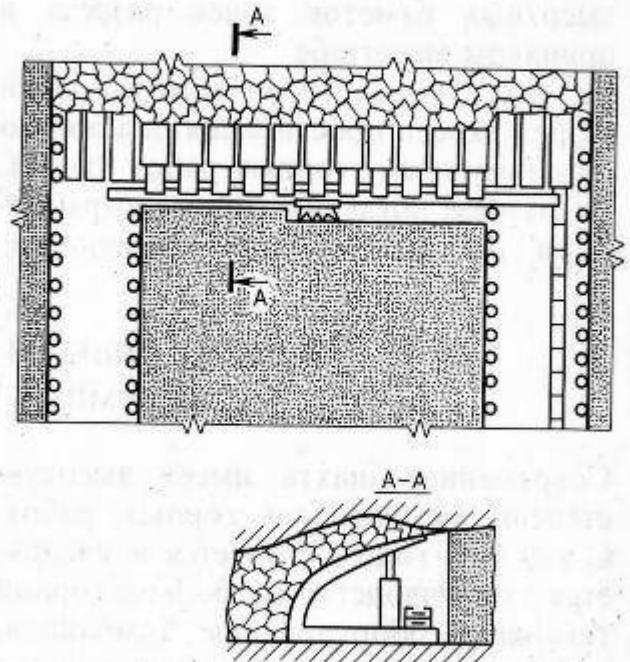


РИС. 148. РАСПОЛОЖЕНИЕ СТРУГОВОЙ УСТАНОВКИ В ЛАВЕ

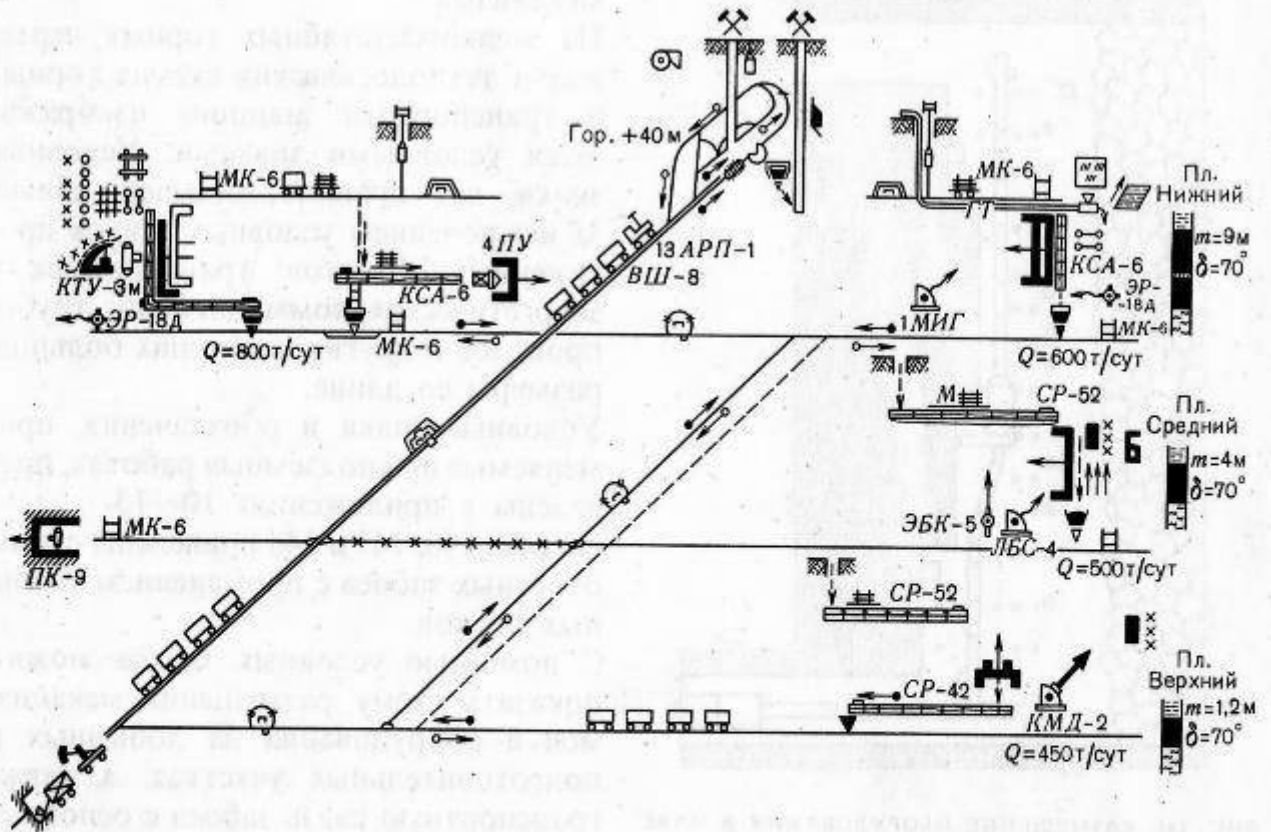


РИС. 149. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ

мы дают быструю и наглядную информацию о технологии и механизации горных работ.

На рис. 149 показана технологическая схема добычи угля в одном крыле шахтного поля.

§ 7. Основные виды чертежей подземных горных работ

При разработке пластов малой и средней мощности основным изображением является план горных работ по каждому пласту в масштабе 1:2000, при разработке мощных пластов — планы горных работ по каждому пласту или слою в масштабе 1:1000 или 1:2000. Планы горных работ при крутых пластах дополняются проекциями на вертикальную плоскость и вертикальными или горизонтальными разрезами вкрест простирания пласта, составляемыми в масштабе основных планов.

Основные графические документы угольной шахты:

- 1) планы промплощадки шахты в масштабе 1:500—1:1000;
- 2) сводные планы горных работ в масштабе 1:2000—1:5000;
- 3) погоризонтные планы горных работ в масштабе 1:2000—1:5000;
- 4) планы околоствольных выработок в масштабе 1:500—1:1000;
- 5) планы очистных выработок в масштабе 1:500—1:1000;
- 6) профили по основным выработкам;
- 7) проектные, аварийные, вентиляционные планы и планы размещения энергетического оборудования шахты;
- 8) вертикальные геологические разрезы;
- 9) горно-геометрические графики.

Графическая документация подземного рудника и угольной шахты имеет некоторые различия. Масштабы планов рудника выбирают крупнее по сравнению с масштабами планов угольной шахты из-за меньших размеров рудничных полей и более сложных гео-

логических и горнотехнических условий. Для основных планов, проекций на вертикальную плоскость и разрезов берется масштаб 1:500 или 1:1000. На рудных месторождениях составляется больше горно-геометрических графиков. Комплект чертежей для подземного рудника имеет ряд особенностей из-за специфических условий разработки рудных месторождений.

Основные графические документы подземного рудника:

- 1) план промплощадки рудника в масштабе 1:500, 1:1000;
- 2) топографический план территории рудника в масштабе 1:1000;
- 3) планы горных работ в масштабе 1:500, 1:1000 по отдельным жилам и пластам для месторождений, представленных пологими жилами или пластами малой и средней мощности;
- 4) погоризонтные планы горных работ в масштабе 1:500, 1:1000 для мощных залежей и групп крутых жил и линз;
- 5) проскции горных выработок по крутым жилам, линзам и другим рудным телам на вертикальную плоскость, параллельную их среднему простиранию, в масштабе 1:500, 1:1000;
- 6) вертикальные разрезы вкрест простирания в масштабе 1:500, 1:1000;
- 7) профили по основным выработкам;
- 8) совмещенный план горных работ в масштабе 1:1000, 1:2000;
- 9) рабочие планы горных работ по эксплуатационным блокам в масштабе 1:200, 1:500;
- 10) проектные планы горных работ в масштабе 1:500, 1:1000;
- 11) горно-геометрические графики.

ГЛАВА VII

ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

§ 1. Основные сведения о горно-строительных чертежах

Для горно-строительных чертежей характерно тесное сочетание элементов горно-инженерного и инженерно-строительного черчения. Горно-строительное черчение базируется на основных положениях инженерно-строительного черчения. Вместе с тем при этом учитывается специфика подземного горного строительства и производства.

Если на горно-инженерных чертежах главным объектом изображения является горная выработка в сочетании с массивом горных пород (либо отдельные элементы горных выработок), то для горно-строительного чертежа главный объект — строительная конструкция. Горная порода при этом является вмещающим строительную конструкцию массивом, оказывающим непосредственное влияние на ее форму, размеры и конструктивные элементы.

Горный инженер — шахтостроитель в своей практической деятельности конструирует не только подземные, но и поверхностные здания и сооружения, связанные с подземным комплексом. Следовательно, современный горный инженер — шахтостроитель должен уметь читать инженерно-строительные чертежи и технически грамотно выполнять любой строительный чертеж.

В строительном черчении имеются некоторые условности, которые позво-

ляют сократить многочисленные поясняющие надписи и облегчить чтение чертежа. Условные графические обозначения материалов регламентируются ГОСТ 2.306—68. Материалы в сечениях обозначаются согласно приложению 1.

Кроме того, при обозначении элементов, зданий и строительных конструкций пользуются ГОСТ 11 691—66 Чертежи строительные. Если на чертеже изображается материал или конструктивный элемент, условное обозначение которых не предусмотрено ГОСТом, его изображение должно сопровождаться пояснениями. Если материал конструкции однороден и нет необходимости выделять его на чертеже, а также при малых размерах чертежа, условные обозначения не применяются. В этих случаях в сечениях допускается применение штриховки (для различных видов кладки) или сплошной заливки при небольшой толщине материала в сечении (для бетона, железобетона, металла, пластмассы, асфальта, резины) с пояснительной надписью или только с пояснительной надписью без условных обозначений.

При вычерчивании условных обозначений строительных материалов штриховка выполняется тонкими параллельными линиями. Линии штриховки проводятся под углом 90, 45 или 0° по отношению к осевой линии элемента

или линии контура на равных расстояниях друг от друга (расстояние между линиями зависит от масштаба чертежа и размеров штрихуемого поля). Принятая в обозначении одного материала частота штриховки должна быть одинакова в пределах всего чертежа, в том числе на всех видах какого-либо изображаемого элемента.

Если на чертеже встречаются условные обозначения различных материалов, близкие или одинаковые по характеру изображения, то вид материала уточняется надписью.

Обозначения строительного материала на чертежах строительных конструкций или их элементов могут наноситься согласно ГОСТ 2.306—68 только у контурной линии чертежа отдельными участками, а также в случае необходимости могут быть подчеркнуты отдельные детали пятнами свободного очертания внутри поля фасада.

Обозначения таких строительных материалов, как песок, щебень, бетон, наносятся более плотно у контура или сечения элемента с постепенным разрежением к его середине, частота же штриховки остается неизменной.

ТАБЛИЦА 4
МАСШТАБЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Чертежи	Масштабы	
	основные	допускаемые
Генеральные планы	1 : 2000	1 : 1000; 1 : 500; 1 : 200
Планы этажей (горизонтов)	1 : 200; 1 : 100	1 : 400; 1 : 50
Разрезы (сечения)	1 : 100; 1 : 50	1 : 200
Фасады (виды)	1 : 200; 1 : 100	1 : 400; 1 : 50

При выборе масштабов чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.302—68, а также § 4 главы 1. Общие виды сооружений и зданий целесообразно выполнять в масштабах согласно табл. 4.

На строительных чертежах применяются все типы линий, регламентируемые

ТАБЛИЦА 5
ТОЛЩИНА ЛИНИЙ ОБВОДКИ (ММ)
НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Линии элементов	Масштаб				
	1 : 20	1 : 10	1 : 5	1 : 2	1 : 1
Кирпичных, бетонных и т. п.	0,8	1	1	1	1
Деревянных	0,6	0,8	1	1	1
Не попадающих в разрез	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3

ТАБЛИЦА 6
ТОЛЩИНА ЛИНИЙ (ММ)
НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Линии	Масштаб			
	1 : 400	1 : 200	1 : 100	1 : 50
На планах и разрезах				
Контура земной поверхности	0,4	0,6	0,8	0,8
Каменных элементов, попадающих в сечение	0,4	0,4	0,6	0,8
Деревянных элементов, попадающих в сечение	0,4	0,4	0,6	0,6
Контуров других элементов	0,3	0,3	0,3	0,3
Оборудования	0,2	0,2	0,2	0,2
На фасадах (видах)				
Контура земной поверхности	0,6	0,6	0,8	0,8
Контуров зданий	0,4	0,4	0,6	0,6
Проемов ворот, дверей и окон	0,3	0,3	0,4	0,4—0,6

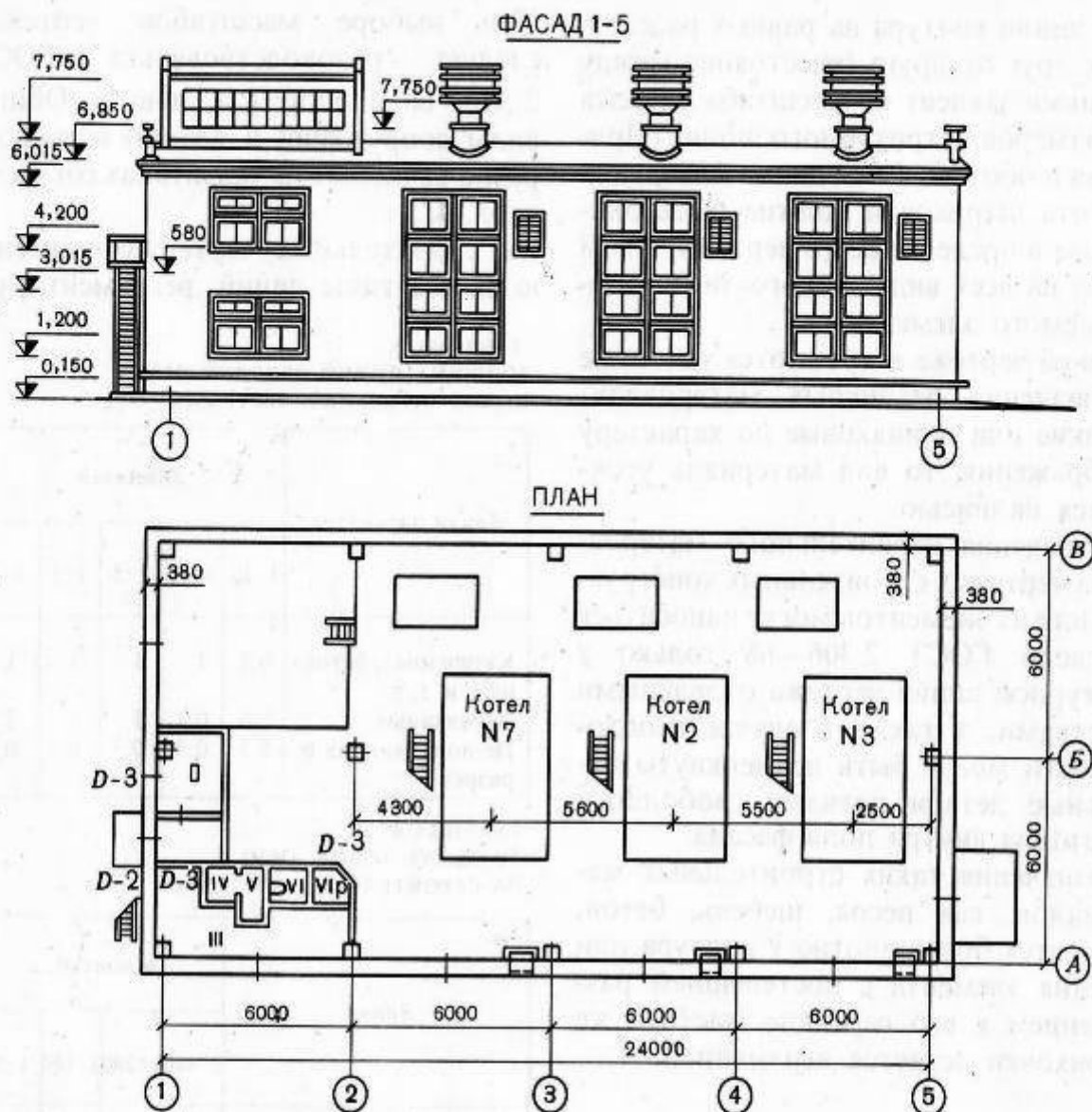


РИС. 150. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

мые ГОСТ 2.303—68. Толщина линий определяется масштабом и видом объекта изображения (табл. 5 и 6).

Инженерно-строительные чертежи согласно ГОСТ 2.307—68 имеют ряд особенностей при простановке размеров (рис. 150):

- 1) размеры наносят в виде замкнутой цепочки, допускается их повторение;
- 2) допускается взамен стрелок применять засечки на пересечениях размерных и выносных линий;
- 3) при симметричных изображениях размеры допускается указывать толь-

ко до оси симметрии, а размерные линии на пересечении с осью симметрии ограничивать засечками.

На планах и разрезах размеры указываются только в миллиметрах. Все размеры также проставляются в миллиметрах и лишь при изображении на общих ситуационных чертежах весьма протяженных горных выработок могут быть выражены в метрах.

Высотные отметки на горно-строительных чертежах даются в метрах с точностью до третьего знака после запятой.

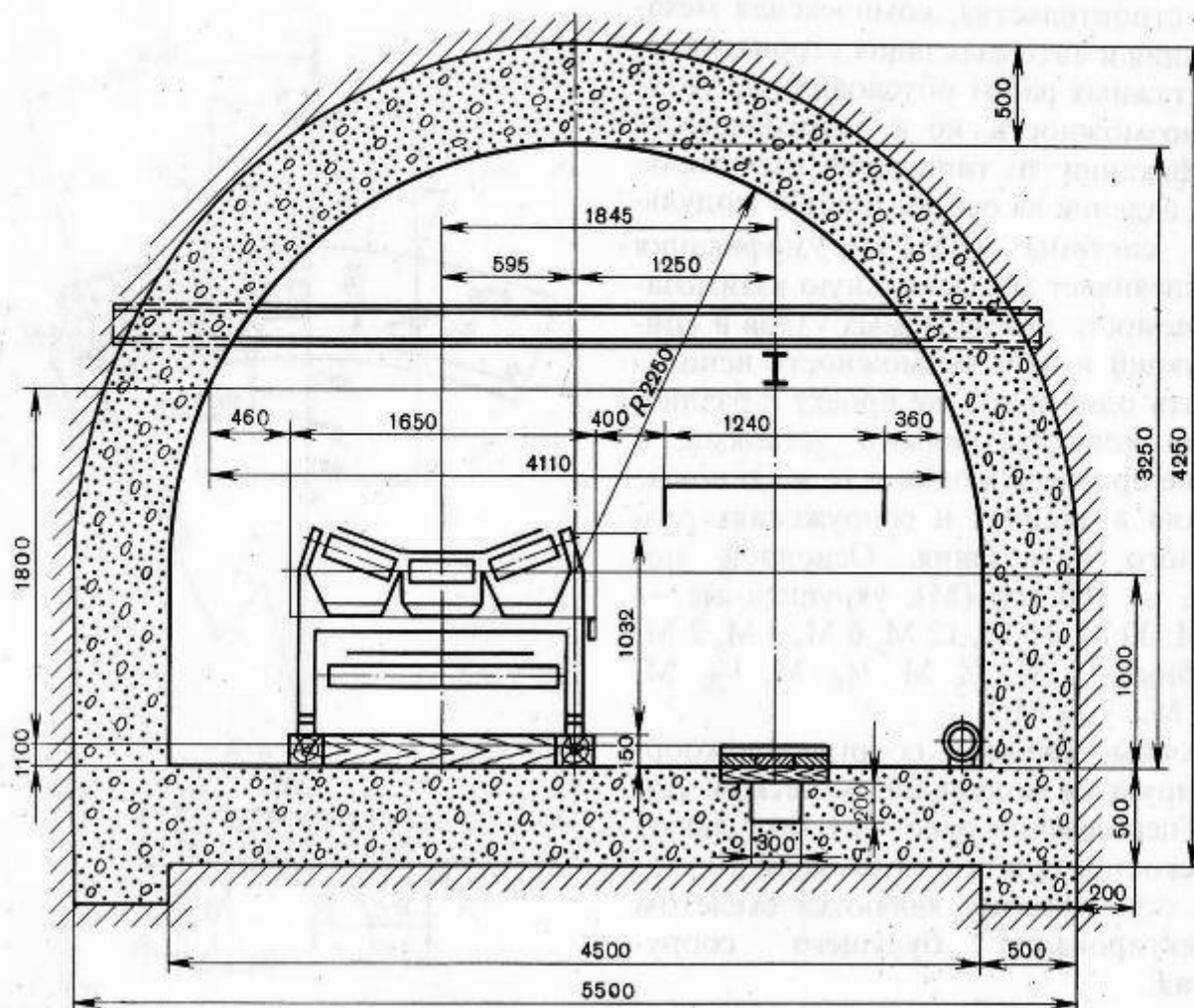


РИС. 151. ИЗОБРАЖЕНИЕ БЕТОННОЙ КРЕПИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

Все рабочие чертежи маркируются. Марки рабочих чертежей объектов состоят из начальных букв названия соответствующего вида работ:

Архитектурно-строительная часть проекта	Марка
Конструкции железобетонные	АР
Конструкции металлические	КЖ
Отопление и вентиляция	КМ
Водопровод и канализация	ОВ
Чертежи повторного применения	ВК
	ПБ, ПД, ПМ

Проектирование обычно ведут в две стадии. Сначала составляют технический проект, в котором разрабатываются архитектурно-конструктивная и технологическая части проекта, а за-

тем составляются рабочие чертежи, в которых уточняются и детализируются решения, принятые в техническом проекте.

Чертежи на всех стадиях разрабатывают в соответствии со «Строительными нормами и правилами (СНиП)» с тем, чтобы обеспечить необходимые прочность, долговечность, безопасность и другие эксплуатационные качества сооружения. Проекты могут быть индивидуальные или типовые. Типовым называется проект, предназначенный для многократного использования, такой проект по своему конструктивному решению наиболее совершенный. Индустриализация мето-

дов строительства, комплексная механизация и автоматизация строительномонтажных работ обусловили не только возможность, но и необходимость унификации и типизации строительных изделий на основе Единой модульной системы (ЕМС). Унификация обеспечивает максимальную взаимозаменяемость применяемых узлов и конструкций и дает возможность использовать один и тот же проект с различными конструктивными деталями, а также применять одни и те же типовые детали в зданиях и сооружениях различного назначения. Основной модуль — 100 мм (М), укрупненные — 60 М, 30 М, 15 М, 12 М, 6 М, 3 М, 2 М, дробные $\frac{1}{2}$ М, $\frac{1}{5}$ М, $\frac{1}{10}$ М, $\frac{1}{20}$ М, $\frac{1}{50}$ М, $\frac{1}{100}$ М.

Основные размеры сооружения координируются модульной решеткой. Линии пересечения основных модульных плоскостей принимаются за разбивочные оси, которые являются скелетом проектирования будущего сооружения.

Здания и сооружения, относящиеся к горно-промышленному комплексу, могут быть подземными и поверхностными. При выполнении их в зависимости от назначения и необходимой степени прочности применяются следующие материалы: металл, бетон, железобетон, камень и дерево.

При выполнении чертежей подземных сооружений, крепей (обделок) следует соблюдать следующие условности при их начертании:

1) внутренние контуры подземных сооружений, закрепленных монолитным бетоном или железобетоном, выполняются на чертежах сплошной линией основной толщины, а внешние контуры (в проходке) — тонкой сплошной линией. Это вызвано тем, что внешние контуры подземных сооружений обыч-

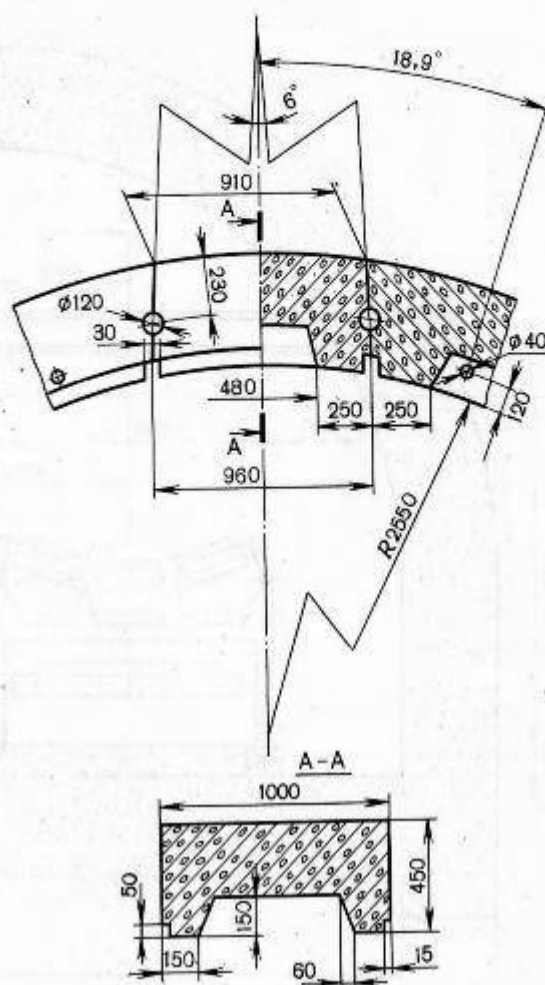


РИС. 152. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА КРЕПИ ТОННЕЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

но имеют весьма сложную неправильную форму, повторяющую форму горной выработки. Сложные криволинейные контуры вычерчиваются в виде упрощенных закономерных очертаний (прямых, циркульных, эллиптических и др.), выполняемых тонкими линиями;

2) если подземное сооружение и горные выработки закреплены сборными железобетонными элементами, крепь вычерчивается линиями основной толщины (рис. 151, 152), а контуры горных выработок — тонкими сплошными линиями, упрощающими их очертание;

3) сопряжения подземных сооружений выполняются сплошной линией ос-

новной толщины. Приемы построения линий сопряжения показаны в § 6 данной главы;

4) поскольку в горно-строительном чертеже главным элементом является строительная конструкция, допускается не указывать в разрезе тип горных пород, показывая лишь у контура горной выработки общее обозначение массива горных пород. На чертежах колодцевых дворов, капитальных горных выработок и других протяженных горно-строительных конструкций допускается обозначать массив горных пород вразбежку на отдельных характерных участках, свободных от размеров, обозначений и пр., и даже вообще не обозначать массив.

§ 2. Чертежи узлов строительных конструкций и горных выработок, закрепленных железобетоном

Железобетон является одним из главных строительных материалов при возведении зданий и сооружений, особенно подземных. Он соединяет в себе два материала — бетон и сталь, работающих как монолит. Такое сочетание обусловлено тем, что бетон хорошо работает на сжатие и плохо на растяжение. Поэтому участки, подверженные растягивающим нагрузкам, усиливают металлической арматурой.

По способу изготовления различают монолитные и сборные железобетонные конструкции. Монолитные конструкции изготавливаются непосредственно на строительной площадке путем последовательной закладки арматуры и бетона в опалубку. Монолитный железобетон применяется обычно при строительстве сооружений, воспринимающих повышенные нагрузки и требующих особой прочности.

Типовые проекты чаще всего выполняются из сборного железобетона, приготовленного заводским методом. Все сборные и монолитные железобетонные элементы маркируются. Например, К — колонны сборные, Км — колонны монолитные железобетонные. Чертежи для таких изделий, как правило, совмещенные — опалубочно-арматурные, т. е. они дают представление о форме всего изделия в целом и распределении арматуры внутри него. Арматуру различают гибкую — из круглых стержней и жесткую — из прокатных профилей. По своему назначению арматура может быть рабочей (расчетной), распределительной и монтажной (поперечные стержни, сетки и хомуты). Она может быть выполнена в форме отдельных стержней, каркаса или сетки. Чертежи арматуры выполняются в соответствии с ГОСТ 11692—66.

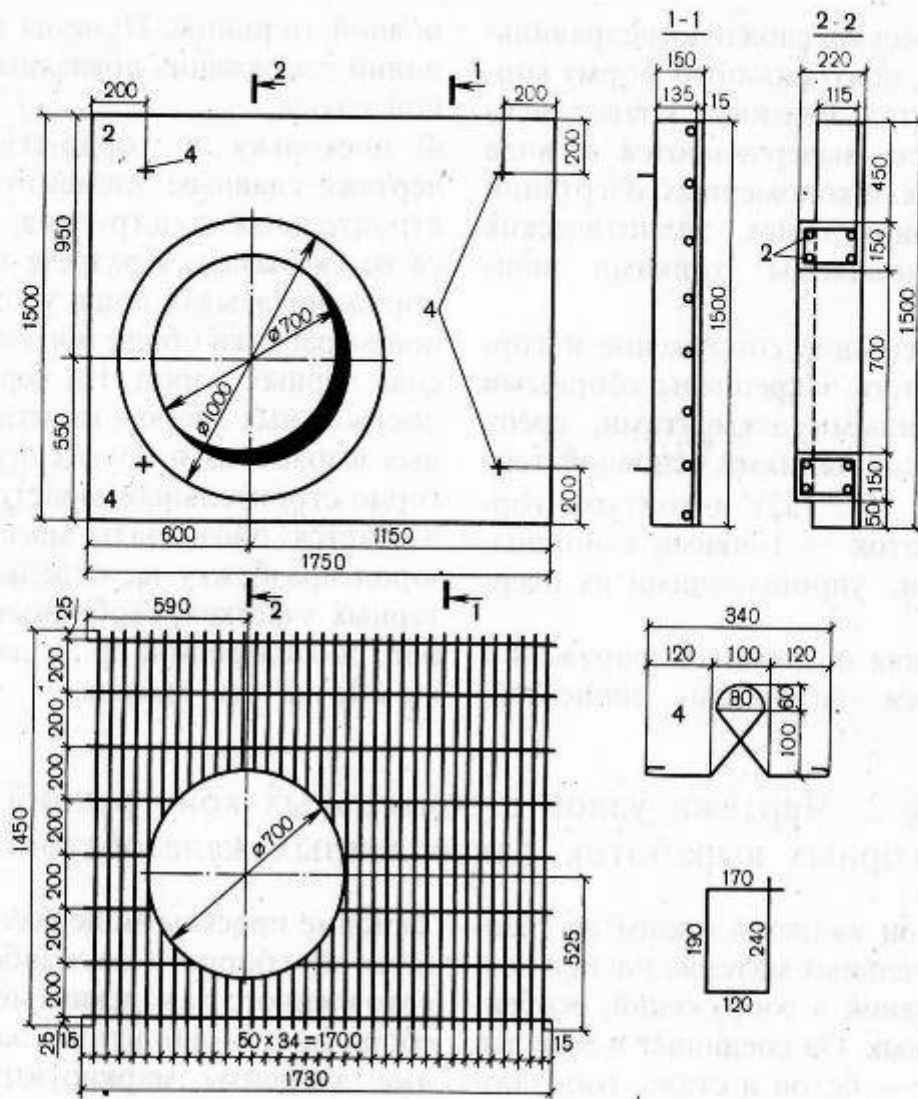


РИС. 153 АРМАТУРНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПЛИТЫ

На арматурных чертежах (рис. 153) должна быть представлена спецификация или выборка арматуры, в которой указываются форма, диаметр и класс арматурных стержней или сеток.

Сетки, хомуты и отдельные стержни на чертежах обозначаются позициями (номерами), соответствующими номерам в спецификации.

По всем характерным участкам конструкции делаются сечения, на которых показано расположение арматуры и ее маркировка.

Марки стержней приведены в табл. 7.

Одним из современных направлений создания высокопрочных железобетонных конструкций является производство предварительно напряженных железобетонных элементов. Предварительное напряжение в них достигается натяжением арматурных стержней из высокопрочных сталей (перед закладкой их в бетон) и созданием таким образом в бетоне сжимающих напряжений. Цель предварительного напряжения — экономия металла и создание высокопрочных изделий.

Арматурные чертежи выполняют условно так, как будто бетон прозрачен

ТАБЛИЦА 7
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ АРМАТУРНЫХ СТАЛЕЙ
В ЧЕРТЕЖАХ КОНСТРУКЦИЙ И СПЕЦИФИКАЦИЯХ
К НИМ (СНиП 1-В4-62)

Сталь	Класс или условное обозначение (индекс)	Пример обозначения
Горячекатаная арматурная гладкая	AI	2φ20AI
Горячекатаная арматурная периодического профиля	AII AIII AIV	2φ20AII 2φ20AIII 2φ20AIV
Холоднотянутая обыкновенная арматурная проволока гладкая	VI	2φ5VI
То же, периодического профиля	VpI	2φ5VpI
Высокопрочная арматурная проволока гладкая	VI	2φ5VI
То же, периодического профиля	VpII	2φ5VpII

и все стержни арматуры видны. Рядом с главным видом арматурного чертежа помещают поперечные сечения. Этим сечением должно быть столько, чтобы каждый стержень попал хотя бы в одно из них.

Совмещенные (разные по высоте и длине) масштабы недопустимы. Для тонких, насыщенных арматурой элементов обычно применяют масштаб 1:10, для крупноразмерных — 1:20, 1:50.

Арматурные сетки вычерчиваются отдельно, причем указывается сечение и длина каждого стержня сетки, а также способ их соединения между собой. Стержни маркируются.

Элементы каркаса соединяют при помощи сварки стальных деталей с последующим их бетонированием.

§ 3. Чертежи узлов металлических строительных конструкций и металлических крепей

Металл вследствие высокой прочности и экономичности находит широкое применение в строительных конструкциях, основными элементами которых являются фермы, балки и колонны. Из металла выполняют каркасы промышленных зданий и сооружений с пролетами 24 м и более, особенно при наличии мостовых кранов, покрытия больших пролетов, шахтные копры, крепи горных выработок.

Наряду со сталью и чугуном для изготовления конструкций все чаще используют алюминий и его сплавы. К таким конструкциям относятся мосты, опоры линий электропередач и др.

В металлических конструкциях легко осуществима замена элементов, что упрощает ремонт, усиление и реконструкцию сооружений.

Чертежи крепей горных выработок, ферм и других металлических элементов подземных и наземных сооружений выполняются в полном соответствии с правилами машиностроительного черчения. Однако следует отметить некоторые особенности изображения строительных металлических конструкций:

- 1) главный вид соответствует положению узла в конструкциях;
- 2) симметричные конструкции изображаются только до оси симметрии;
- 3) тавры, уголки, косынки, шайбы в разрезе не штрихуются;
- 4) направление наклонных линий обозначается треугольником, стороны которого параллельны направлению сторон конструкции.

Металлические конструкции соединяются с помощью болтов, заклепок,

сварки и клея. Наиболее распространенное современное соединение — сварное (до 95% всех соединений). Сварку применяют не только в стальных, но и в алюминиевых конструкциях. При конструировании болтовых и заклепочных соединений болты и заклепки располагают так, чтобы обеспечивались необходимая несущая способность, наилучшая передача усилий с одного элемента к другому. Болты и заклепки располагают (рис. 154) по рискам — прямым линиям, параллельным действующим усилиям, соблюдая расчетное расстояние между ними и определенный шаг.

Металлические конструкции делятся на балки, колонны, фермы и конструкции специального назначения, например металлические крепи. Балки, колонны и фермы конструируют из прокатных профилей (тавров, двутавров, уголков) в различном сочетании. Для перекрытия больших пролетов в зданиях и сооружениях используют фермы (рис. 155), которые представляют собой стержневую систему, чаще всего треугольного или полигонального очертания. Элементы ферм соединяются при помощи сварки или заклепок. В узле стержни соединяются металлическими листами («косынками»). Сварные и клепаные узлы центрируют по центру тяжести. Каждый элемент фермы, так же как и балки, колонны, маркируется, т. е. на выноске пишется номер элемента, соответствующий его номеру в спецификации, а также его длина и число этих элементов в конструкции.

Металлические конструкции, применяемые в крепях подземных горных выработок, имеют специальные профили. На рис. 156 показан профиль чугунных элементов, применяемых при креплении горных выработок.

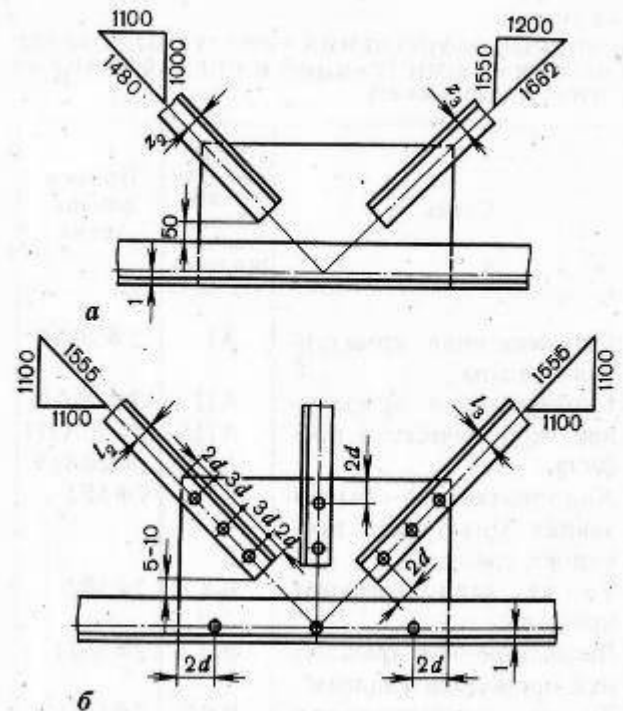


РИС. 154. ЦЕНТРИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ:

a — сварное соединение;
б — соединение на заклепках

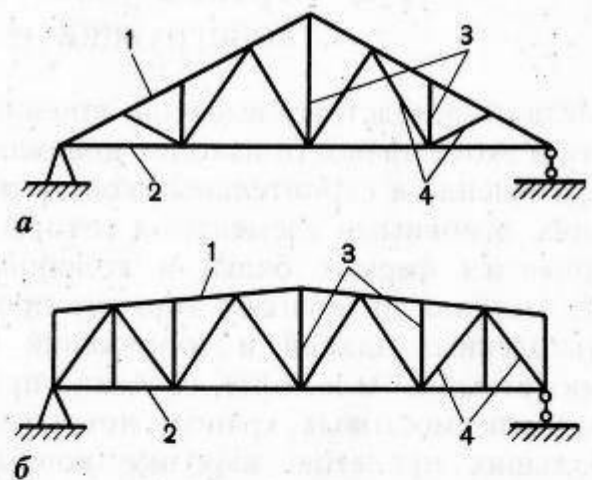
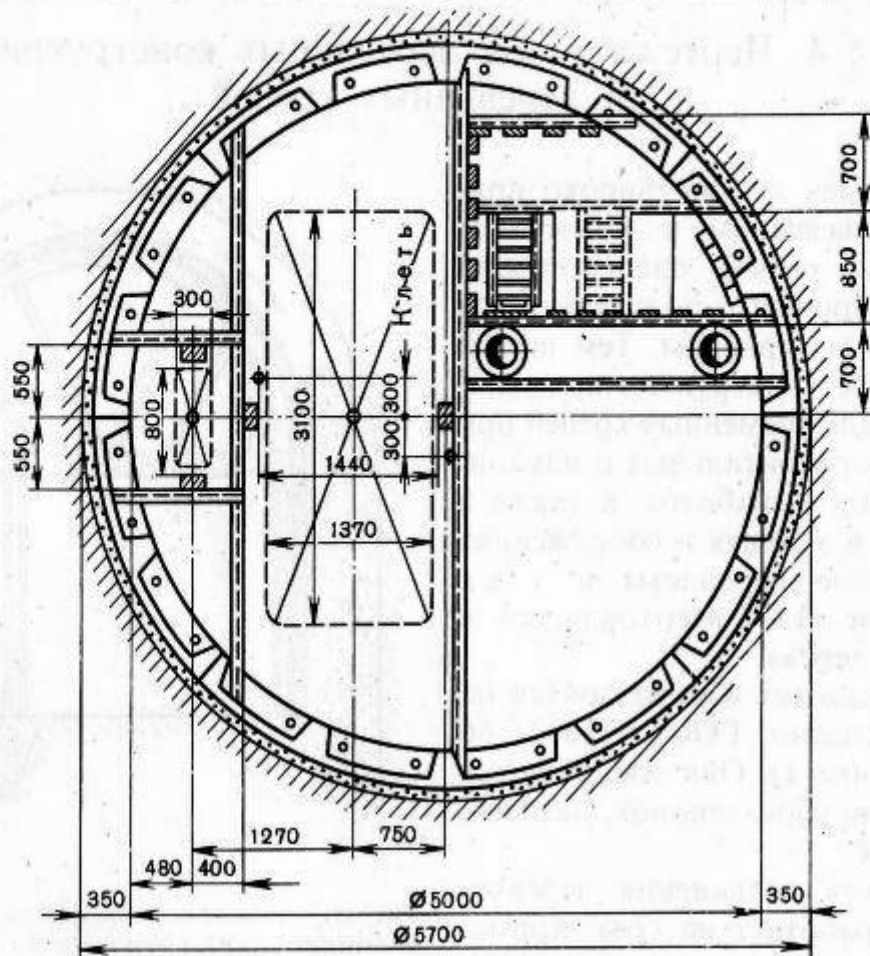


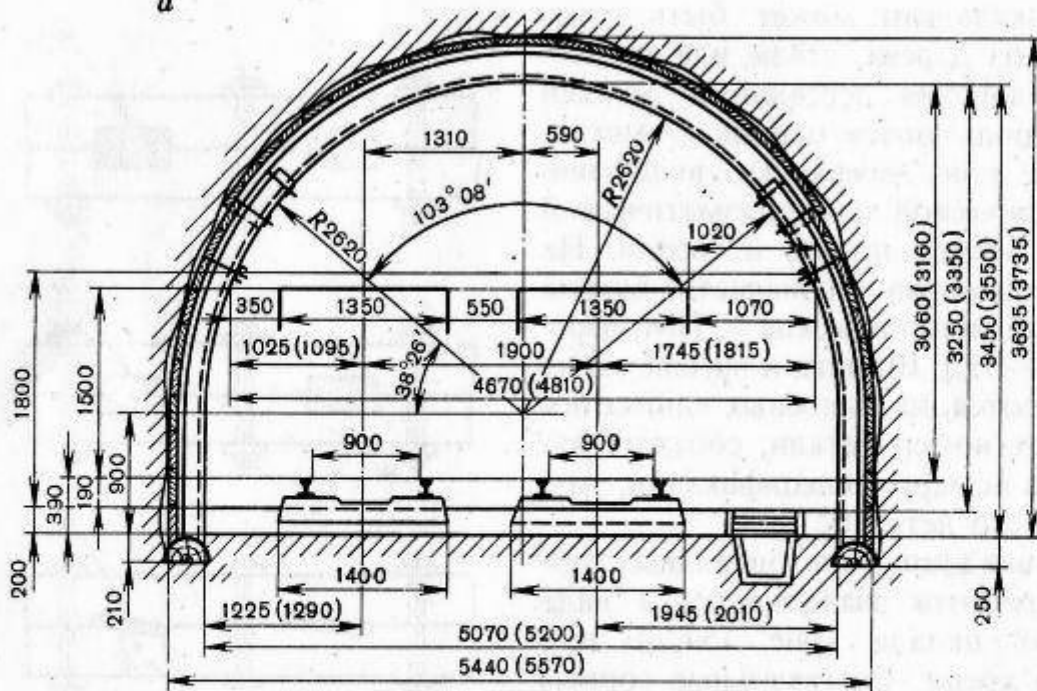
РИС. 155. СХЕМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ:

a — треугольного очертания;
б — полигонального очертания:

1 — верхний пояс;
2 — нижний пояс;
3 — стойки;
4 — раскосы



а



б

РИС. 156. МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ КРЕПЬ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ:

а — вертикальной;
б — горизонтальной

§ 4. Чертежи узлов деревянных конструкций и деревянных крепей

С давних времен дерево широко применялось в наземном и подземном строительстве, сейчас оно уступило место более прочным, долговечным и современным материалам. Тем не менее деревянные конструкции применяются еще в виде временных крепей при проведении горизонтальных и наклонных подземных выработок, а также в виде деталей в зданиях и сооружениях (полы, оконные переплеты и т. д.). Опалубка (рис. 157) изготавливается в основном из дерева.

Деревянные изделия изображаются на чертежах согласно ГОСТ 11692—66 (см. приложение 1). Они соединяются при помощи врубок, шпонок, нагелей, болтов и клея.

Если плоскость соединения деревянных деталей работает на срез, применяют шпоночные соединения (рис. 158). Шпонка-вкладыш может быть изготовлена из дерева, стали или чугуна. Для соединения деревянных деталей чаще используются нагели — металлические или деревянные вкладыши цилиндрической или призматической формы, болты, штыри и гвозди. На чертежах шпонка обозначается буквой Ш, нагели металлические — НМ, деревянные — НД. Шпонки и нагели также маркируются: на выносных линиях показывают номер детали, соответствующий ее номеру в спецификации, размер и число деталей.

Деревянная крепь горизонтальных горных выработок выполняется в виде дверного оклада (рис. 159, а) или арочной крепи. Вертикальные горные выработки крепятся деревом в виде венцов: сплошь или вразбежку (рис. 159, б).

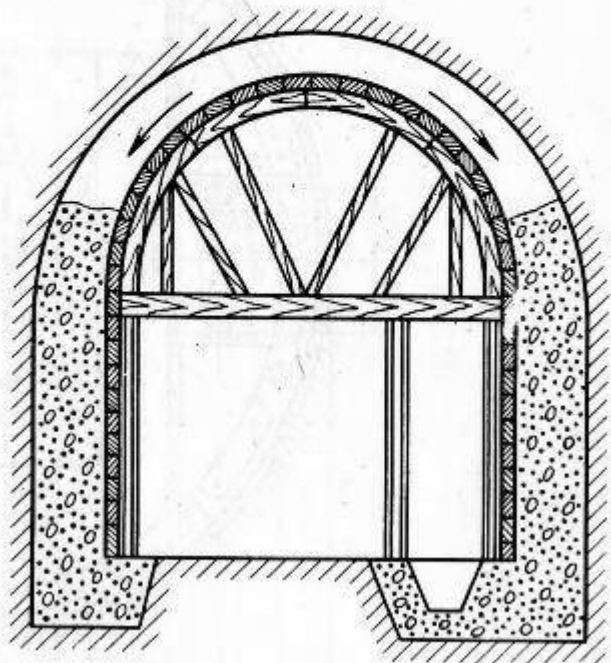


РИС. 157. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПАЛУБКИ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

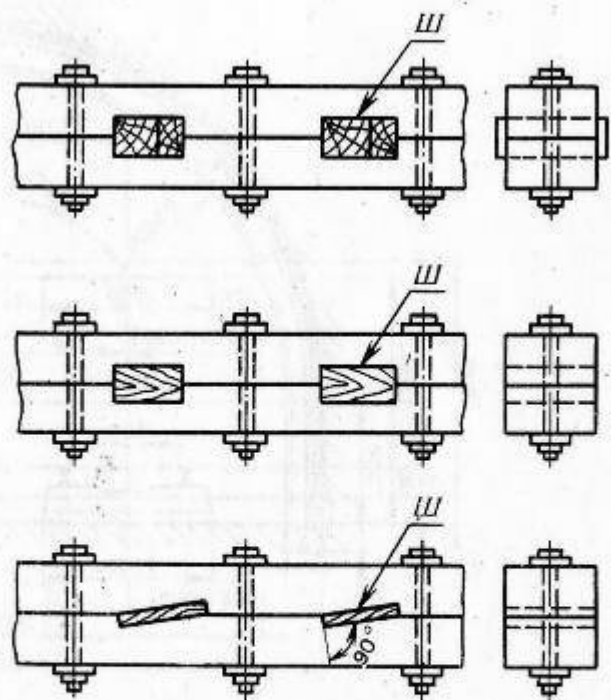


РИС. 158. ВИДЫ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

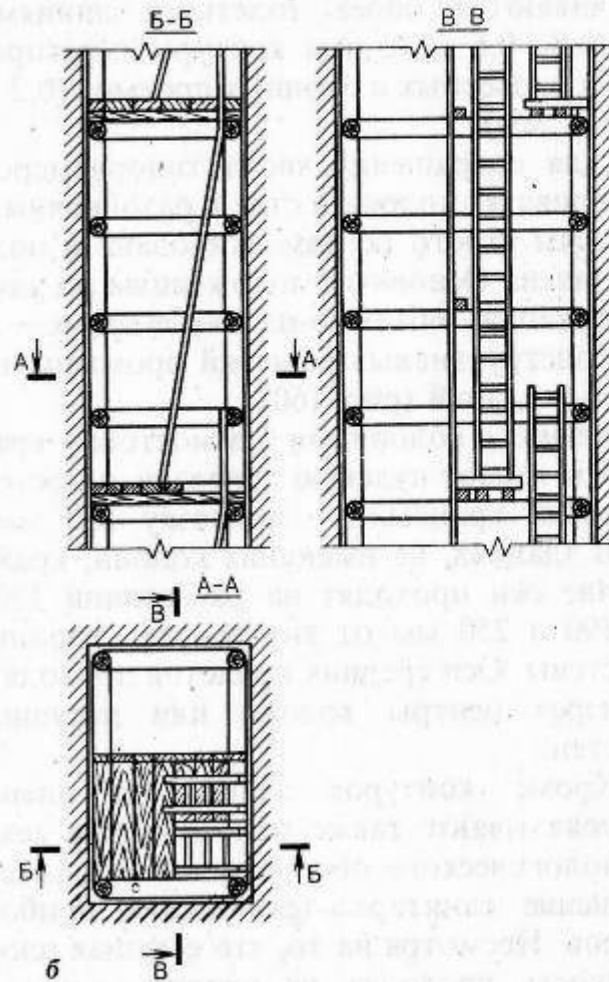
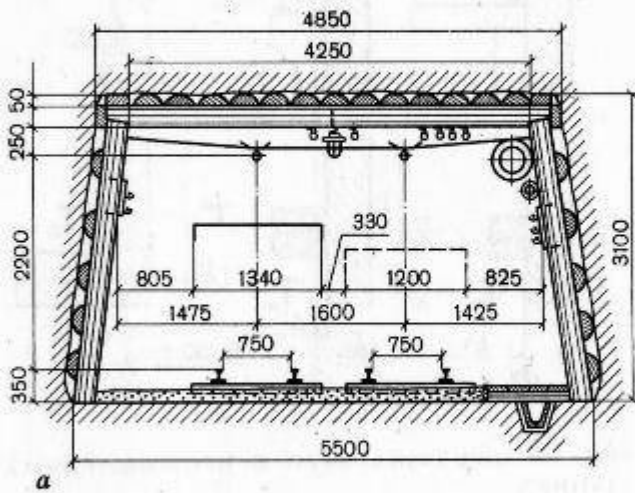


РИС. 159. ВИДЫ ДЕРЕВЯННОЙ КРЕПИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

§ 5. Общие чертежи зданий и поверхностных сооружений

Промышленные здания могут быть одноэтажными и многоэтажными, однопролетными и многопролетными, с мостовыми кранами и без них.

Все промышленные здания и сооружения изображаются на чертежах в прямоугольных проекциях. Основные проекции: план, фасад и разрез. Кроме того, при необходимости вычерчиваются дополнительные виды (поэтажные планы, разрезы и т. д.). Планом здания или сооружения называется разрез его горизонтальной секущей плоскостью, проходящей по дверным и оконным проемам. Основные размеры зданий в плане устанавливаются между

поперечными и продольными разбивочными осями, система которых образует сетку разбивочных осей. Расстояния между осями принимают 60 М (см. стр. 110). Вычерчивание здания и сооружения начинают с нанесения сетки разбивочных осей. Каждая ось маркируется буквой или цифрой, причем вертикальные оси обозначаются цифрами слева направо, а горизонтальные — буквами русского алфавита снизу вверх. После вычерчивания осей наносят толщину основных несущих стен, колонн и перегородок, затем оконные и дверные проемы, причем контуры несущих стен и колонн вычер-

чиваются более толстыми линиями (0,8—0,6 мм), чем контуры перегородок, дверных и оконных проемов (0,2—0,4 мм).

Для сокращения числа типоразмеров привязка колонн и стен к разбивочным осям строго регламентирована и подчинена Основным положениям по унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий (рис. 160).

Здания с колоннами без мостовых кранов имеют нулевую привязку, с мостовыми кранами — привязку 250 мм. В зданиях, не имеющих колонн, крайние оси проходят на расстоянии 130, 190 и 250 мм от внутренней стороны стены. Оси средних пролетов проходят через центры колонн или несущих стен.

Кроме контуров здания на плане показывают также расположение технологического оборудования и размещение санитарно-технических приборов. Несмотря на то, что секущая плоскость проходит на уровне оконных проемов, отметка на плане условно соответствует уровню пола данного этажа. Так, план 1-го этажа обычно обозначается: план на отм. $\pm 0,000$. Как уже говорилось, строительные чертежи имеют некоторые особенности в простановке размеров. Так, на планах имеются три цепочки размеров. Первая цепочка вычерчивается на расстоянии 7—10 мм от стены здания и указывает размеры оконных и дверных проемов, а также привязку к осям здания. Вторая и третья цепочки проставляются на том же расстоянии (7—10 мм) друг от друга и соответствуют расстояниям между осями и длине здания.

Кроме того, на планы наносят также горизонтальные следы секущих плоскостей, по которым строят разрезы.

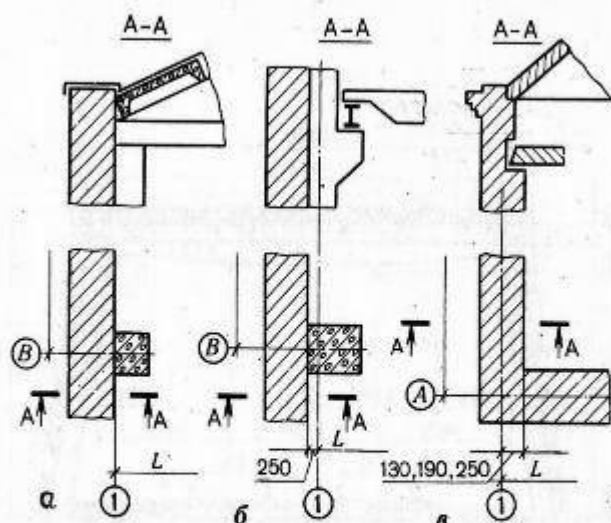
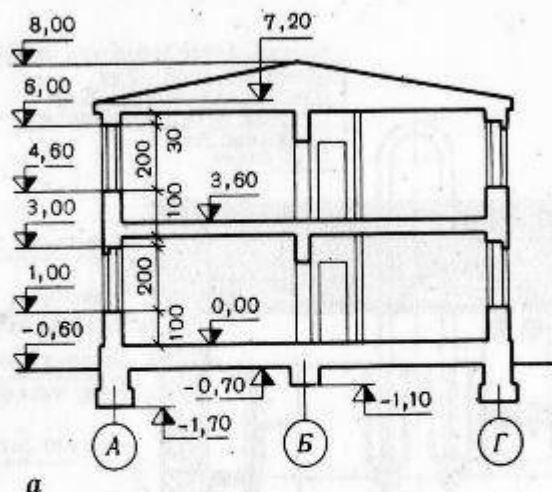
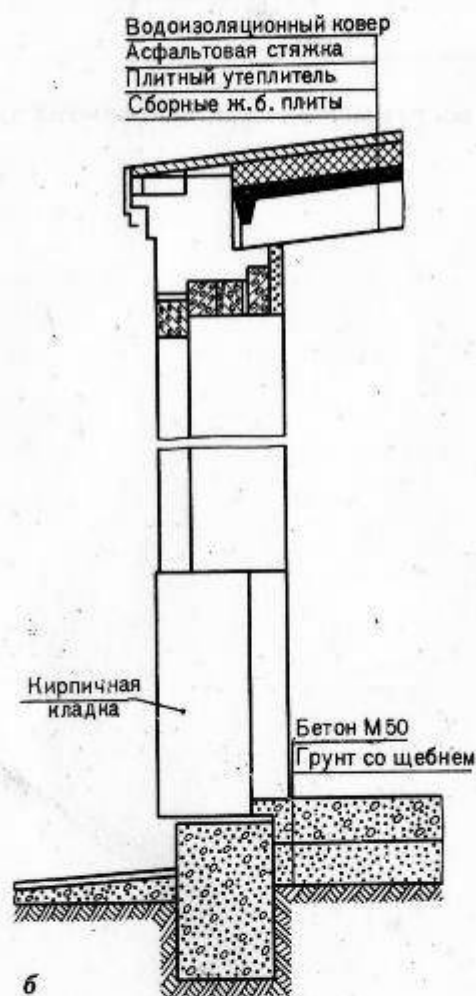


РИС. 160. ПРИВЯЗКА ОСЕЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ:

- а — нулевая привязка;
- б — привязка оси в зданиях с крановыми балками;
- в — привязка оси в бескрановых зданиях



а



б

РИС. 161. РАЗРЕЗЫ ЗДАНИЯ:
а — архитектурный;
б — конструктивный

Они обозначаются толстым штрихом (1—1,5 мм) со стрелкой, указывающей направление взгляда, и располагаются с наружной стороны размерных линий. В правом нижнем углу каждого помещения проставляется его площадь в квадратных метрах.

Фасад — это проекция здания на фронтальную или профильную плоскость. Он обозначается соответствующими осями, например, «Фасад 1-6» или «Фасад А-Д». Место фасада на чертеже соответствует месту главного вида. На фасаде проставляют основные вертикальные размеры в виде стрелок с отметкой в метрах (отметки земли, карниза, конька крыши).

Разрезы на строительных чертежах получаются в результате сечения зданий вертикальной плоскостью. Они служат для выявления архитектурных и конструктивных решений, а также для увязки расположения элементов здания по высоте. В зависимости от назначения различают архитектурные и конструктивные разрезы (рис. 161). На архитектурном разрезе показывают высоту и конфигурацию всего здания, расположение перекрытий, оконных и дверных проемов, элементов крыши. Конструктивный разрез включает в себя полную разработку конструкций и размеров фундаментов, лестниц, перекрытий, стен, окон и других элементов зданий. При необходимости выполняют дополнительные виды и сечения узлов зданий, не вошедших в разрез. Секущие плоскости принято проводить так, чтобы колонны, балки, стены и стойки не попадали в секущие плоскости. Поэтому фундаменты под колоннами обычно вычерчиваются линиями невидимого контура.

На разрезах наносят две вертикальные цепочки размеров — внутреннюю и внешнюю. Внутренняя цепочка вычер-

чивается на расстоянии не менее 10 мм от внутренней стены тонкой сплошной линией с засечками. Размеры в миллиметрах указывают толщину всех перекрытий и высоту помещений. С наружной стороны разреза по одной вертикальной линии на расстоянии 20 мм от наружной стены проставляют высоты всех внешних конструктивных элементов здания в виде стрелок с отметками в метрах, начиная с отметки земли, которая обычно принимается равной $-0,15$ м. За нулевую отметку принимают уровень пола первого этажа. Кроме того, показывают высоту оконных и дверных проемов. Высота оконных проемов обычно назначается на расстоянии 750—800 мм над уровнем пола, а дверных проемов — 2000 мм. На всех разрезах обязательно обозначаются оси здания.

Фасады, планы и соответствующие им разрезы вычерчивают в одном масштабе. Для чертежей деталей применяют укрупненные масштабы — 1:20, 1:10 и 1:5. Разрезы обозначают арабскими цифрами (1—1) и буквами русского алфавита (А—А).

На конструктивных разрезах вычерчиваются флажки (рис. 162), на которых последовательно обозначены конструкции и материалы, попавшие в разрез, с указанием их толщины.

Несущие конструкции покрытий обычно выполняют железобетонными, металлическими и реже деревянными. Наиболее распространены сборные железобетонные конструкции, так как они просты в изготовлении и удобны при монтаже. К несущим конструкциям относятся: балки, фермы, арки и надстропильные конструкции. Тип конструкции зависит в основном от размеров перекрываемых пролетов, назначения здания, а также от вида кровли.

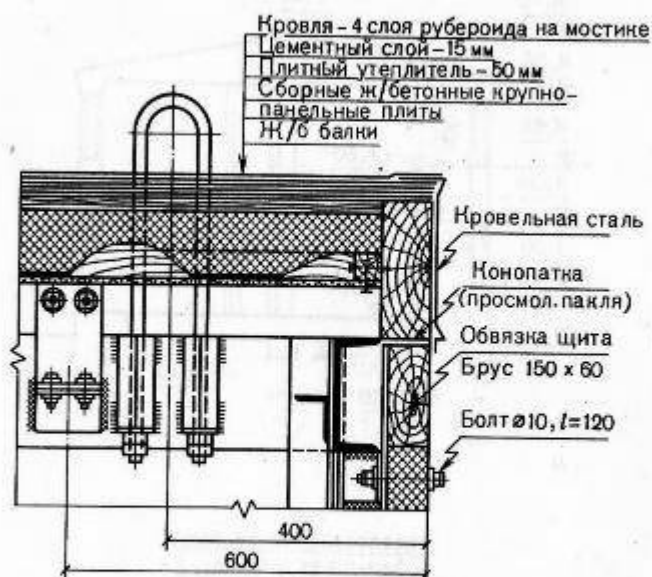


РИС. 162. ПРИМЕР ФЛАЖКА ПЕРЕКРЫТИЯ ЗДАНИЯ

§ 6. Построение линий сопряжения горных выработок

При изображении горных выработок на чертежах необходимо уметь строить линии пересечения этих выработок (сопряжений). Горные выработки могут рассматриваться как сочетание различных геометрических тел. Линии перехода при пересечении горных выработок могут быть пространственные (не лежащие в одной плоскости) или плоские.

При пересечении горных выработок, имеющих форму многогранных поверхностей, линии пересечения имеют вид замкнутых ломаных линий.

В пересечении выработок, имеющих форму кривых поверхностей, линия перехода в общем случае имеет вид замкнутой пространственной кривой, а в частных случаях — вид плоских кривых (эллипсы, окружности).

Общий способ построения линии пересечения двух поверхностей заключается в нахождении точек этой линии с помощью секущих поверхностей.

На рис. 163 показано, что поверхности I и II пересечены некоторой поверхностью III, которая пересекает поверхность I по линии *AB*, а поверхность II — по линии *CD*. Точка *K* пересечения линий *AB* и *CD* — общая для поверхностей I и II и, следовательно, принадлежит линии их пересечения. Пользуясь таким приемом, получаем ряд точек, определяющих линию пересечения поверхностей I и II.

Применяя указанный общий способ построения линии пересечения двух кривых поверхностей, можно пересекать:

1) поверхности I и II вспомогательными плоскостями — горизонтальными или вертикальными;

2) поверхности I и II вспомогательными кривыми поверхностями (например, шаровыми).

При решении некоторых задач применяют вспомогательные плоскости в сочетании с кривыми поверхностями. Следует по возможности подбирать такие вспомогательные поверхности, которые при пересечении могут дать простые для построения линии (например, прямые линии, окружности).

Изложенный общий способ построения линии пересечения двух горных выработок не исключает применения другого способа, если хотя бы одна из выработок является линейчатой поверхностью. В этом случае нужно найти точки, в которых прямолинейные образующие одной выработки пересекают другую выработку, и через эти точки провести искомую линию.

Исходными изображениями при построении линий взаимного пересечения (сопряжения) выработок являются их ортогональные проекции. От формы пересекающихся горных выработок зависит выбор того или иного способа определения линии пересечения, а также направление вспомогательных секущих плоскостей или положение вспомогательных секущих сфер.

При взаимном пересечении горных выработок, имеющих форму, близкую к поверхностям второго порядка, в некоторых случаях линия пересечения распадается на две плоские кривые второго порядка. Это бывает, например, когда обе пересекающиеся выработки относятся к поверхностям вращения и описаны вокруг общего шара. Представим, что на рис. 164, 165 пересекаются две горные выработки ци-

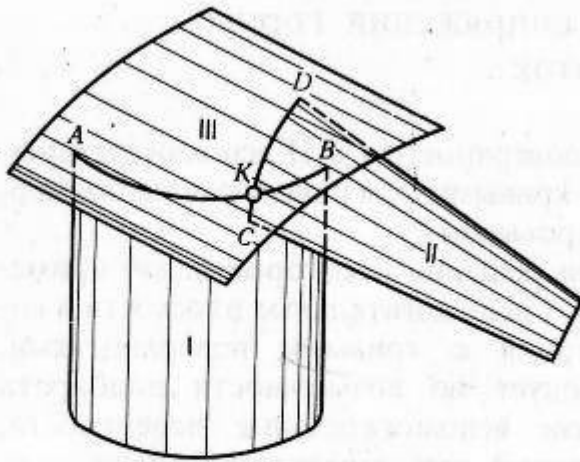


РИС. 163. СХЕМА К МЕТОДУ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

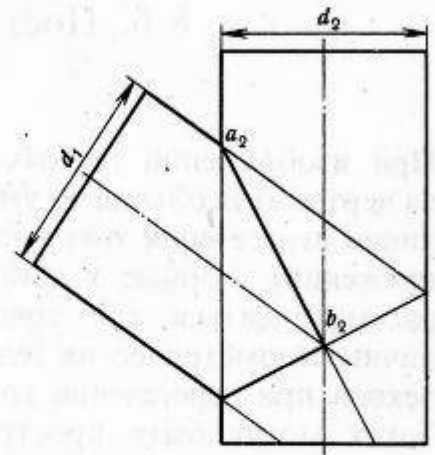


РИС. 165. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ЦИЛИНДРОВ РАВНОГО ДИАМЕТРА, ОСИ КОТОРЫХ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ ПОД ПРОИЗВОЛЬНЫМ УГЛОМ

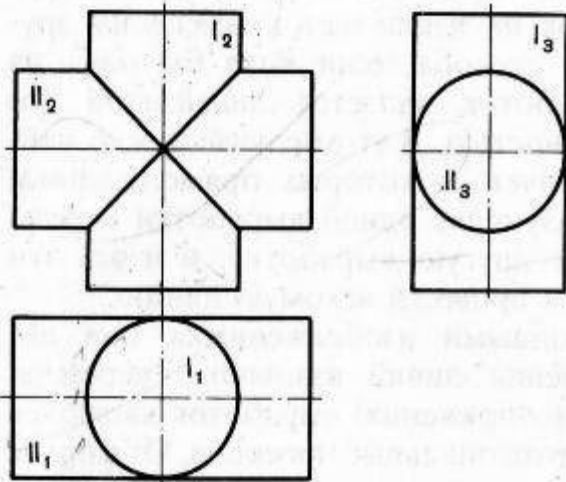


РИС. 164. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ЦИЛИНДРОВ РАВНОГО ДИАМЕТРА, ОСИ КОТОРЫХ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ ПОД ПРЯМЫМ УГЛОМ

линдрической формы равного диаметра, причем оси их лежат в одной плоскости. Из точки пересечения осей можно провести шар, вписанный в обе выработки. Эти выработки пересекаются по двум эллипсам.

В рассмотренных примерах на рис. 164, 165 кривые пересечения горных выработок проецируются на фронтальную плоскость проекций в виде прямолинейных отрезков, так как общая плоскость симметрии для каждой пары

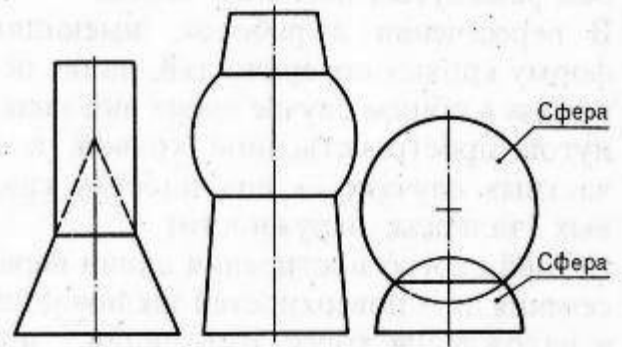


РИС. 166. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СООСНЫХ ФИГУР ВРАЩЕНИЯ

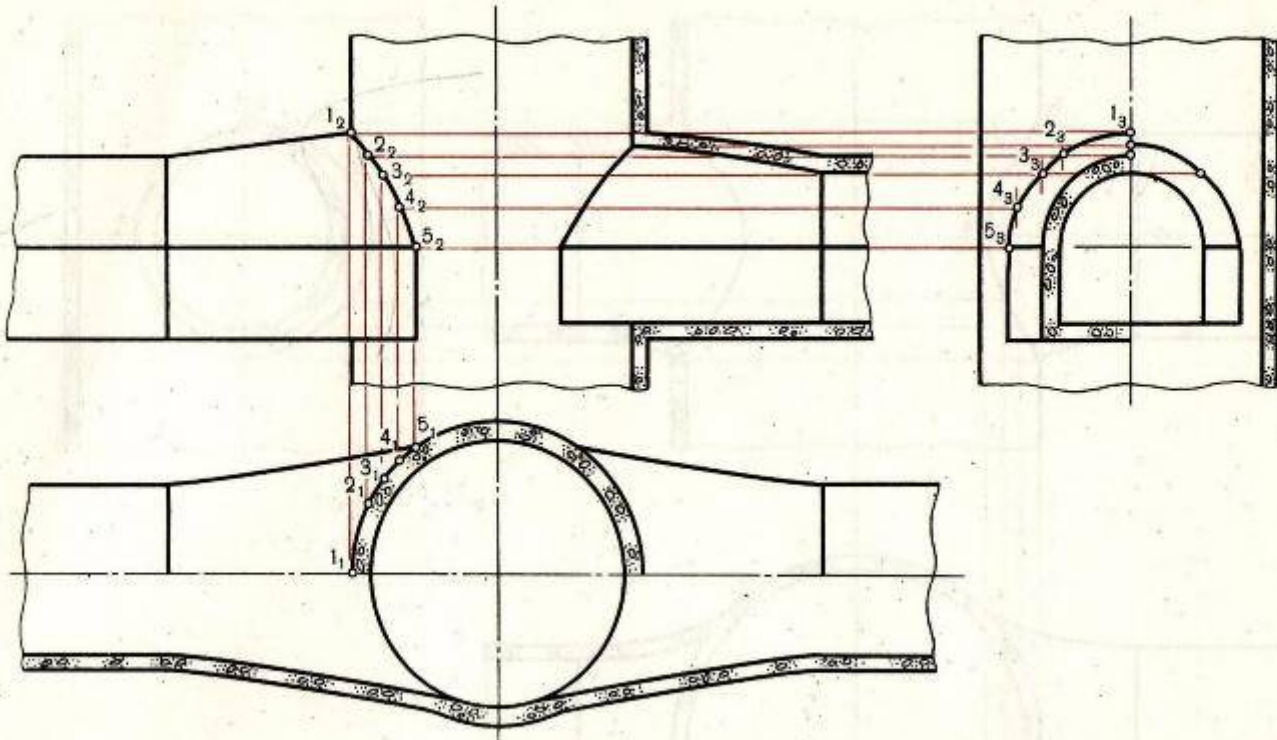


РИС. 167. ПЕРВЫЙ ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

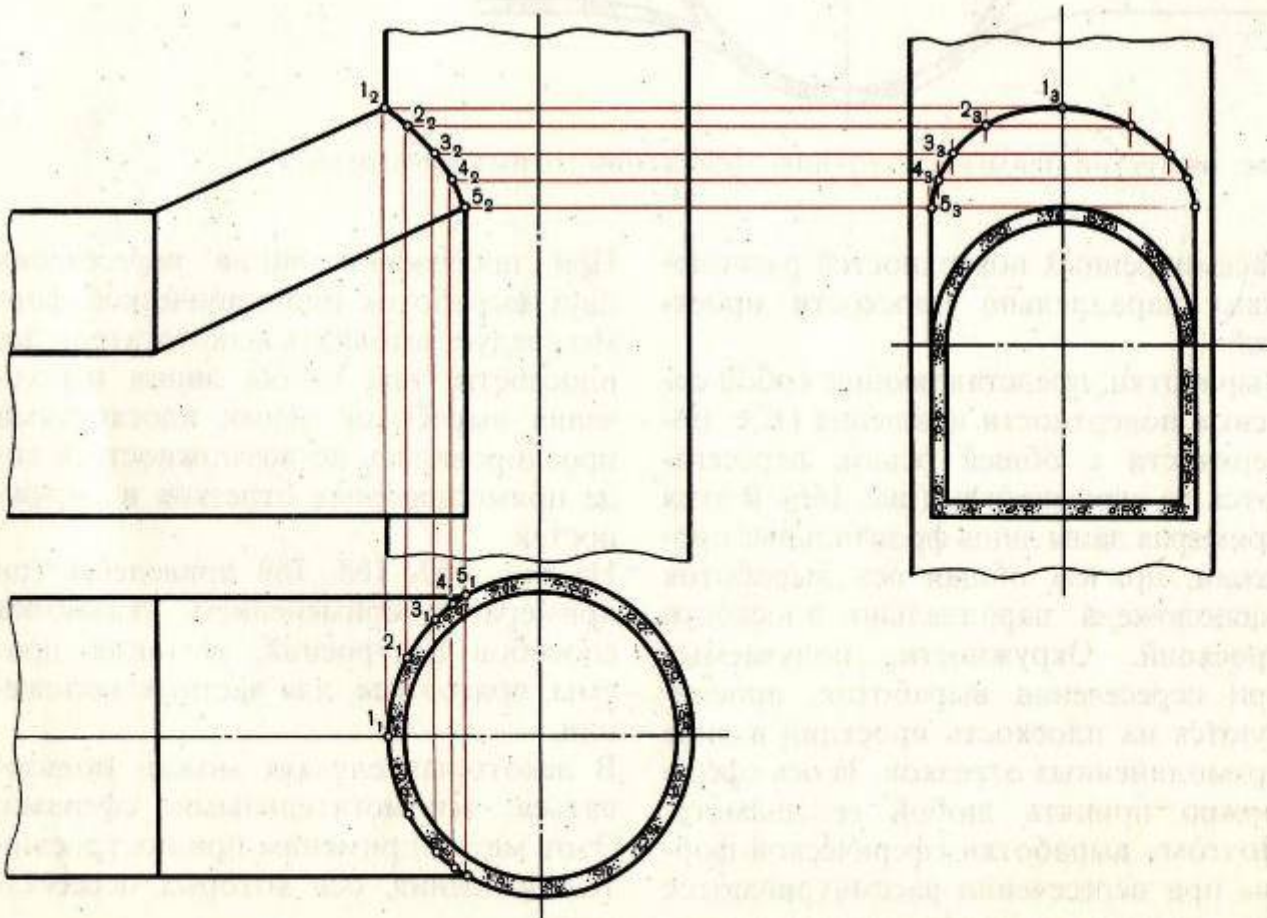


РИС. 168. ВТОРОЙ ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

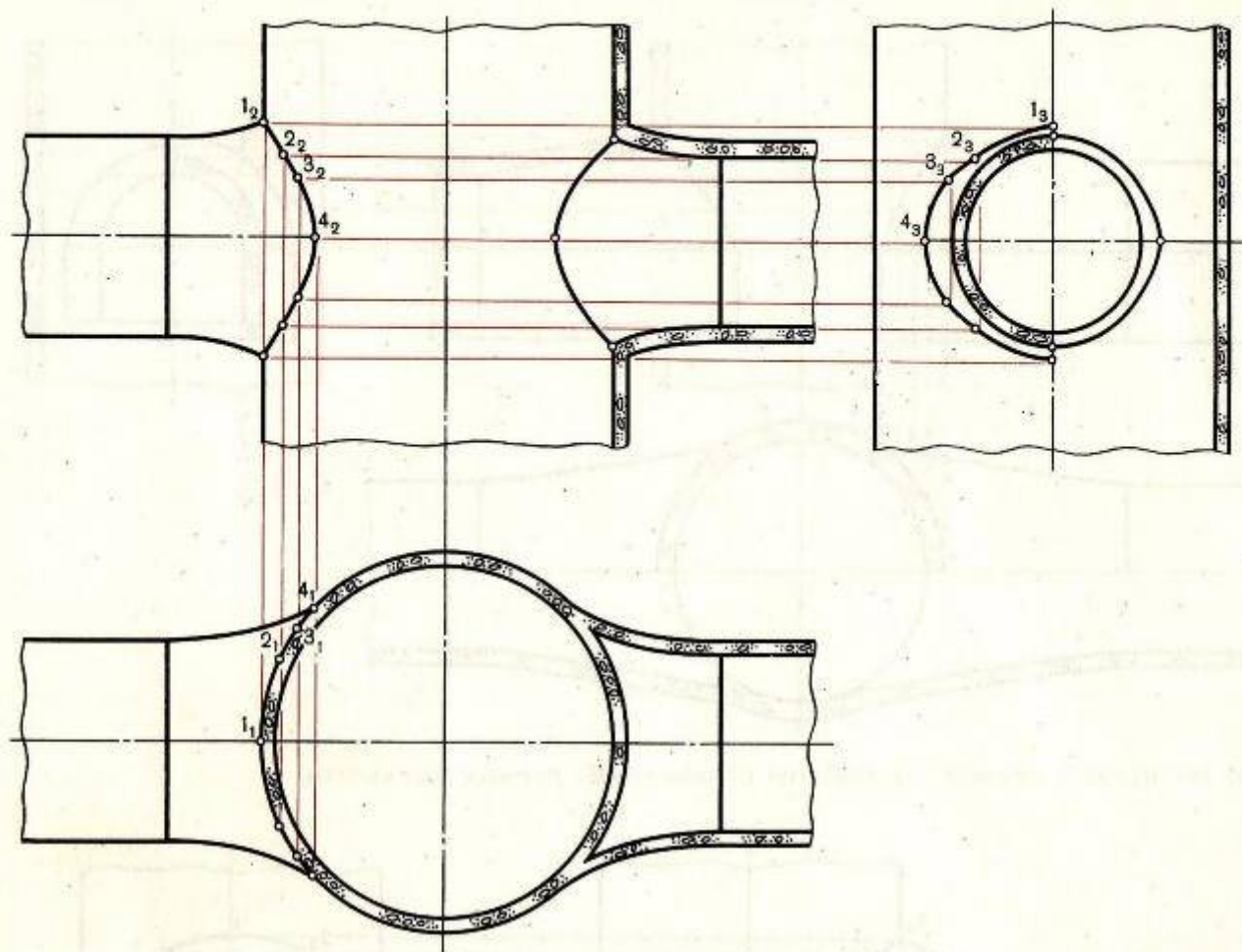


РИС. 169. ТРЕТИЙ ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

рассмотренных поверхностей расположена параллельно плоскости проекций.

Выработки, представляющие собой соосные поверхности вращения (т. е. поверхности с общей осью), пересекаются по окружностям (рис. 166). В этих примерах даны лишь фронтальные проекции, причем общая ось выработок расположена параллельно плоскости проекций. Окружности, получаемые при пересечении выработок, проецируются на плоскость проекций в виде прямолинейных отрезков. За ось сферы можно принять любой ее диаметр. Поэтому выработки сферической формы при пересечении рассматриваются как соосные поверхности вращения.

При построении линии пересечения двух выработок цилиндрической формы следует выбирать вспомогательные плоскости так, чтобы линии пересечения выработок этими плоскостями проецировались по возможности в виде прямолинейных отрезков и окружностей.

На рис. 167, 168, 169 приведены три примера с применением указанных способов построений, а также приемы, пригодные для частных положений.

В некоторых случаях можно пользоваться вспомогательными сферами. Этот метод применим при построении тел вращения, оси которых пересекаются.

ГЛАВА VIII

НАГЛЯДНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

§ 1. Общие положения

Для лучшего представления о форме и пространственном положении объектов изображений на горных чертежах (горных выработок, массива горных пород, залежи полезного ископаемого с элементами залегания) необходимо шире применять наглядные проекции. Вместе с тем следует учитывать, что стандартные аксонометрические методы часто трудно применимы в горных чертежах из-за сложности выполнения построений при телах сложных форм, имеющих часто случайный характер. Поэтому в горном черчении наряду с другими видами проекций применяются специфические методы — аффинные соответствия, векторные проекции и другие, не применяемые при иных видах технического черчения. Целесообразно также в отдельных случаях (особенно при открытых работах и горно-строительном черчении) шире применять линейную перспективу.

Исходные материалы, по которым строятся наглядные изображения, весьма разнообразны. Ими могут быть погоризонтные планы в проекциях с числовыми отметками, сводные планы шахт или различные разрезы. Все это предопределяет необходимость применения весьма разнообразных методов наглядного изображения. Выбранная наглядная проекция должна максимально удовлетворять требованиям

наглядности, удобоизмеримости и простоты построения. Наглядные изображения выполняются параллельным или центральным проецированием.

Существуют следующие методы построения наглядных проекций:

1) метод аффинных преобразований. Он основан на установлении аффинных соответствий между планами с изображением объекта и плоскостью картины;

2) аксонометрический метод. Сущность его состоит в том, что объект рассматривается в некоторой прямоугольной пространственной системе координат и вместе с ней проецируется на плоскость проекции;

3) векторный метод. В основе его лежит неизменный план, горизонтальный разрез или разрез вкрест простирания. Взаимное пространственное расположение точек на плане определяется параллельными векторами;

4) метод непосредственного перехода от проекций с числовыми отметками к наглядному изображению (метод Крунчака);

5) метод линейной перспективы.

При выборе наиболее рационального метода построения наглядной проекции и приема его выполнения необходимо учитывать форму изображаемого объекта и другие исходные данные.

§ 2. Построение наглядных проекций методом аффинных преобразований

Сущность метода. Аффинное, или родственное, преобразование заключается в параллельном проецировании плоскости вместе с изображенным на ней объектом на новую плоскость в новом направлении.

Предположим, что точки плоскости Π проецируются параллельно по заданному направлению на плоскость Ω (рис. 170). Точки A_1 и B_1 будут проекциями точек соответственно A и B , прямая A_1B_1 будет проекцией AB . Очевидно, что для каждой точки плоскости Π найдется ее проекция на плоскости Ω , и наоборот.

Прямая AB плоскости Π и ее проекция A_1B_1 на плоскости Ω пересекаются на оси $x-x$ в некоторой точке O_x , которая является точкой пересечения оси $x-x$ с проецирующей плоскостью, проходящей через прямые AB и A_1B_1 . Таким образом, параллельное проецирование устанавливает определенное взаимно однозначное соответствие между плоскостями Π и Ω , называемое аффинным, или родственным.

В дальнейшем будем называть плоскость Π — предметной, Ω — картинной плоскостью, линию $x-x$ их пересечения — осью родства.

Аффинное соответствие обладает следующими свойствами:

- 1) каждой точке одной плоскости соответствует единственная точка другой плоскости. Точки, лежащие на оси родства, соответствуют сами себе;
- 2) прямой, лежащей на одной плоскости, соответствует прямая, лежащая на другой, причем обе прямые пересекаются на оси родства;
- 3) двум параллельным прямым одной плоскости соответствуют две парал-

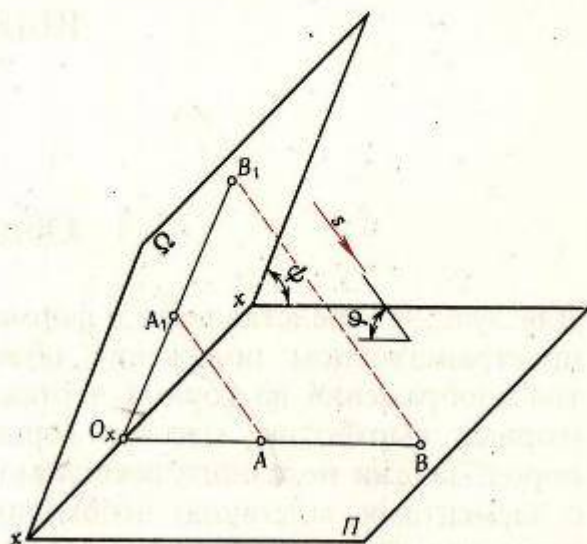


РИС. 170. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧЕК ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ НА КАРТИННУЮ ПЛОСКОСТЬ

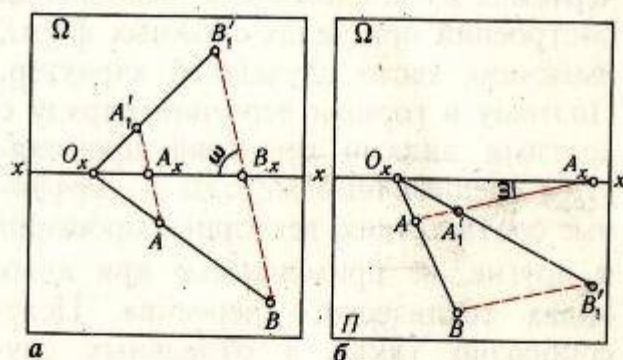


РИС. 171. СОВМЕЩЕНИЕ КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ С ПРЕДМЕТНОЙ

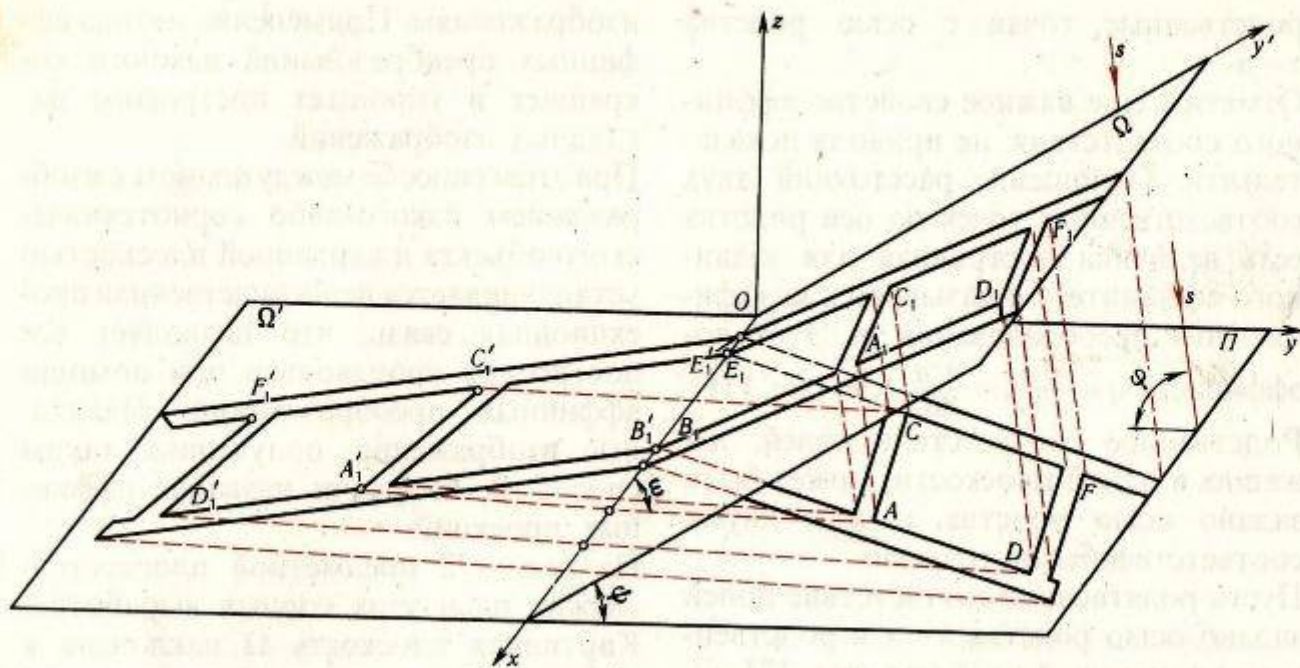


РИС. 172. АФФИННАЯ ПРОЕКЦИЯ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

лельные прямые на другой плоскости;

4) отношение отрезков двух параллельных равно отношению их проекций.

При построении наглядных чертежей решение пространственной задачи приходится переносить на предметную плоскость совмещением картинной плоскости с предметной, осуществляемым поворотом первой плоскости вокруг оси родства на угол ψ или $(180^\circ - \psi)$.

На рис. 171, а и б выполнен такой поворот плоскости Ω вокруг оси $x-x$ до совмещения с плоскостью Π . На рис. 171, а поворот сделан на угол $(180^\circ - \psi)$. Соответственные элементы (точки A и A_1 , точки B и B_1) лежат по разные стороны от оси $x-x$. Изображение в этом случае будет обратным, что хорошо видно из рис. 172. На рис. 171, б плоскость Ω повернута на угол ψ . Все соответственные элементы расположены по одну сторону от оси проекций.

Так как поля плоскостей Ω и Π во время вращения остаются жесткими системами, то все свойства родства сохраняются. Следует отметить, что параллельность прямых, соединяющих пары соответственных точек A_1 и A , B_1 и B , сохраняется и после совмещения плоскостей Π и Ω .

Действительно, рассматривая угол $B_1 O_x B$ на рис. 170, заметим, что параллельные проецирующие $A_1 A$ и $B_1 B$ отсекают на его сторонах пропорциональные отрезки $\frac{O_x A_1}{A_1 B_1} = \frac{O_x A}{AB}$, следовательно, и после совмещения прямые $A_1 A$ и $B_1 B$ останутся параллельными, так как они будут соединять пропорциональные отрезки на сторонах угла. Следовательно, все прямые, соединяющие попарно соответственные точки, имеют одно и то же направление, которое называется направлением родства, или аффинитета. Другими словами, направление аффинитета определяется углом ω (см. рис. 171), образованной прямой, соединяющей две

родственные точки с осью родства $x-x$.

Отметим еще важное свойство аффинного соответствия, не приводя доказательств. Отношение расстояний двух соответственных точек до оси родства есть величина постоянная для заданного аффинитета и называется коэффициентом преобразования q . Этот коэффициент $q = \frac{A_1 A_x}{A A_x} = \frac{B_1 B_x}{B B_x}$ (см. рис. 171).

Родственное соответствие полей, лежащих в одной плоскости, может быть задано осью родства $x-x$ и двумя соответственными точками.

Пусть родственное соответствие полей задано осью родства $x-x$ и родственными точками A и A_1 (см. рис. 171, б). Построим точку B_1 , соответственную заданной точке B .

Построение. Прямые AB и $A_1 B_1$ должны пересекаться на оси, как соответственные, в точке O_x , которую получим, соединив точки A и B прямой и продолжив ее до пересечения с осью $x-x$ (см. рис. 171, б). Соединив точки O_x и A_1 , найдем прямую $A_1 O_x$, соответственную прямой $O_x A$. На прямой $A_1 O_x$ должна лежать точка B_1 , которая, кроме того, должна лежать на прямой BB_1 , параллельной направлению аффинитета, т. е. линии AA_1 . Проведем из точки B прямую, параллельную AA_1 , и при пересечении ее с прямой $O_x A_1$ получим точку B_1 .

Построение аффинных наглядных проекций. В горно-инженерной практике часто приходится пользоваться планами топографических поверхностей и горнотехнических объектов, составленными в проекциях с числовыми отметками. В связи с этим способ построения наглядных изображений горнотехнических объектов должен обеспечить простоту перехода от проекций с числовыми отметками к наглядным

изображениям. Применение метода аффинных преобразований намного сокращает и упрощает построение наглядных изображений.

При этом способе между планом с изображением какого-либо горнотехнического объекта и картинной плоскостью устанавливается непосредственная проекционная связь, что позволяет все построения производить при помощи аффинных преобразований. Наглядные изображения, полученные таким способом, получили название аффинных проекций.

На рис. 172 предметной плоскостью служит план узла горных выработок. Картинная плоскость Ω наклонена к предметной плоскости Π под углом ψ и при пересечении с ней образует ось родства Ox . Спроецируем точки плана на предметную плоскость по направлению s . Угол между проецирующим лучом s и плоскостью Π равен φ . Совместим плоскость Ω с плоскостью Π , поворачивая плоскость вокруг оси Ox на угол $(180^\circ - \psi)$. Направление аффинитета составит с осью Ox угол ω .

Величина и форма проекций выработок будет зависеть от размеров и формы объекта, а также от направления проецирования s и от угла ψ между предметной и картинной плоскостями. Величины s и ψ являются заданными параметрами проецирования. Основные параметры аффинных преобразований при заданных условиях проецирования:

- 1) направление аффинитета (или направление родства), определяемое углом ω ;
- 2) коэффициент преобразования q ;
- 3) коэффициент искажения высот k_z .

Аффинные преобразования при направлении проецирования, перпендикулярном оси родства. Направление проецирова-

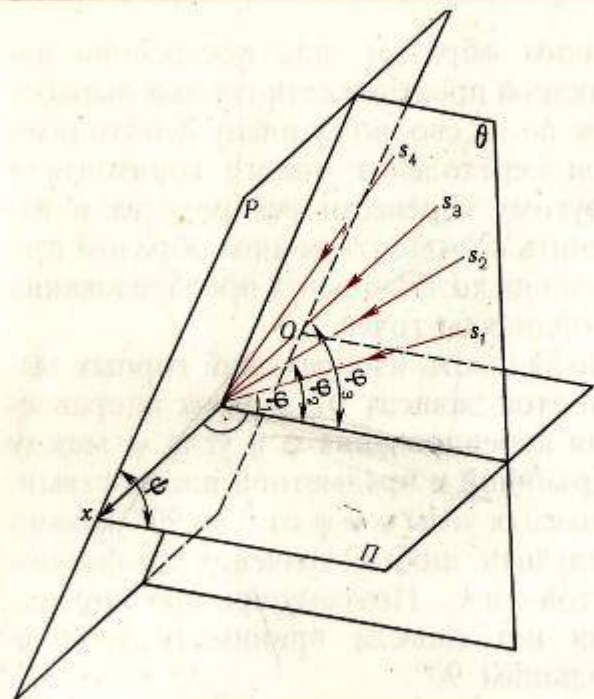


РИС. 173. АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ПРОЕЦИРУЮЩИХ ЛУЧЕЙ В ПЛОСКОСТИ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ОСИ РОДСТВА

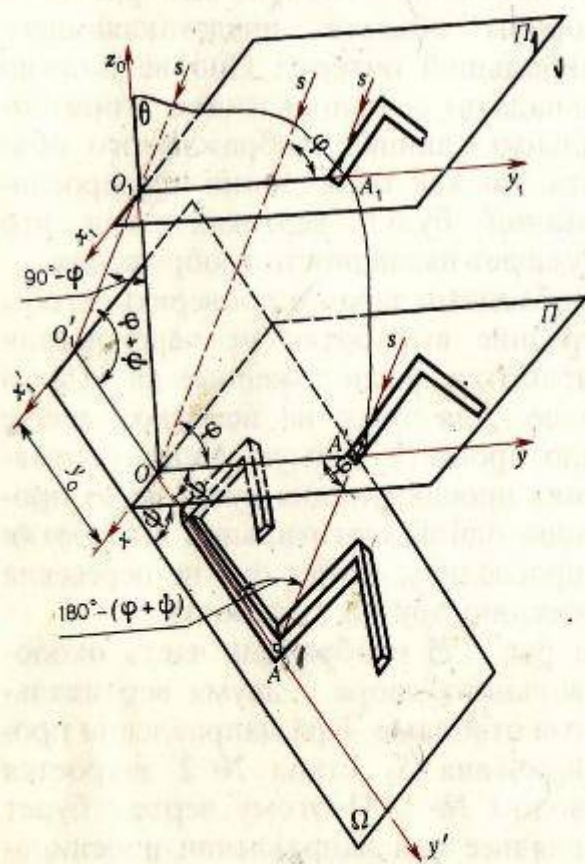


РИС. 174. СХЕМА АФФИННОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ ЧАСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ДВУХ ГОРИЗОНТОВ

ния может быть выбрано произвольно по отношению к предметной и картинной плоскостям. Однако для широкого практического применения удобнее пользоваться частными случаями аффинных преобразований, когда направление проецирования перпендикулярно оси родства. В этом случае проецирующие лучи лежат в плоскостях, перпендикулярных оси родства (плоскость $\theta \perp Ox$ на рис. 173). При этом проецирующие лучи и плоскость проекций могут выбираться под любыми углами φ и ψ к горизонтальной плоскости Π . Но горизонтальные проекции этих лучей всегда будут перпендикулярны горизонталям плоскости проекций, т. е. направление аффинитета перпендикулярно оси родства. Поэтому все линии, перпендикулярные предметной плоскости, при проецировании будут перпендикулярны оси родства.

Выясним зависимость параметров аффинного преобразования при направлении проецирования, перпендикулярном оси родства, т. е. когда угол $\omega = 90^\circ$.

Коэффициент преобразования q . На рис. 174 приведена схема аффинного проецирования части горных выработок шахты с горизонтов Π и Π_1 на картинную плоскость Ω . Проецирующие лучи лежат в плоскостях, перпендикулярных оси родства Ox и составляют с горизонтальными плоскостями Π и Π_1 угол φ . Угол между плоскостями Π_1 , Π и Ω равен ψ .

Аналогично установленному ранее

$$q = \frac{AO}{A'O} = \frac{y'}{y}.$$

Из рис. 174 видно, что $q = \frac{y'}{y}$, следовательно,

$$y' = qy.$$

При пересечении плоскостей Ω и Π плоскостью θ в сечении получится треугольник $AA'O$.

По теореме синусов имеем

$$\frac{y'}{y} = \frac{\sin \varphi}{\sin [180^\circ - (\varphi + \psi)]}$$

или

$$q = \frac{\sin \varphi}{\sin (\varphi + \psi)}$$

Коэффициент искажения высот k_z . На рис. 174 точке O начала координат для плоскости Π соответствует точка O_1 начала координат для плоскости Π_1 . Расстояние между плоскостями по высоте равно z_0 . Рассмотрим, какое положение на картинной плоскости займет точка O_1 , если ее проецировать по направлению s . Очевидно, абсцисса точки O_1' будет равна абсциссе точки O , ордината точки O_1' — равна ординате y_0 . Из треугольника $O_1O_1'O$ по теореме синусов следует:

$$\frac{y_0}{z_0} = \frac{\sin (90^\circ - \psi)}{\sin (\varphi + \psi)} = \frac{\cos \varphi}{\sin (\varphi + \psi)}$$

Величина $k_z = \frac{y_0}{z_0}$ — коэффициент искажения высот, следовательно,

$$y_0 = k_z z_0; \quad k_z = \frac{\cos \varphi}{\sin (\varphi + \psi)}$$

Коэффициент k_z одинаков для всех точек плоскости Π_1 . Величины $x_0=0$ и $y_0=k_z z_0$ определяют координаты нового начала аффинных координат и положение оси родства для точек плоскости, расположенной параллельно плоскости Π на расстоянии z_0 . Начало координат и ось родства при построении параллельных проекций различных горизонтов пространственных тел необходимо перемещать на эту величину.

Таким образом, для построения наглядной проекции сети горных выработок по их сводному плану необходимо при переходе от одного горизонта к другому перенести ось родства и изменить соответствующим образом при помощи коэффициента преобразования q ординаты точек.

Наглядность изображений горных выработок зависит от выбора направления проецирования φ и угла ψ между картинной и предметной плоскостями. Изменяя углы φ и ψ от 0 до 90° , можно получить любые значения коэффициентов q и k_z . Поэтому при проецировании нет смысла принимать угол ψ большим 90° .

Выбор направления оси родства на плане. Это направление, как было сказано выше, перпендикулярно направлению проецирования, которое выбирается со стороны объекта, представляющего наибольший интерес. Оно не должно совпадать с направлением горизонтальных линий изображаемого объекта, так как такие линии при проецировании будут вертикальными, что ухудшает наглядность изображения.

Необходимо заранее проверить, чтобы передние выработки не перекрывали выработки, расположенные на заднем плане. Для этого на исходном плане надо провести прямую вдоль направления проецирующих лучей через проекцию одной вертикальной выработки и проследить, чтобы она не пересекла проекцию другой выработки.

На рис. 175 изображена часть околоствольного двора с двумя вертикальными стволами. При направлении проецирования S_2 ствол № 2 закроется стволом № 1. Поэтому чертеж будет нагляднее при направлении проецирования S_1 .

При выборе направления проецирования необходимо учитывать форму и

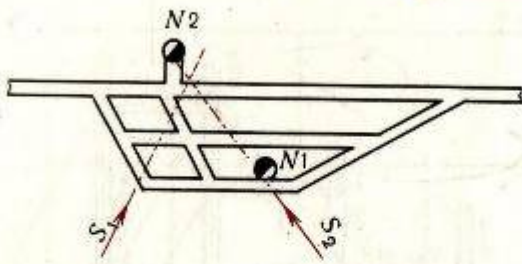
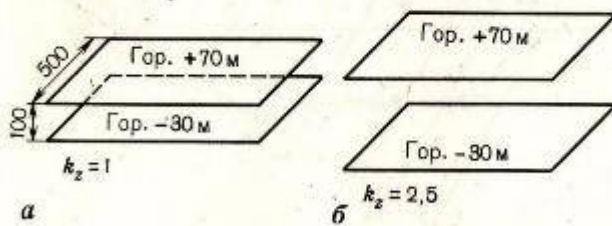


РИС. 175. СХЕМА К ВЫБОРУ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

РИС. 176. СХЕМЫ К ВЫБОРУ КОЭФФИЦИЕНТА k_z

условия залегания пластов. Это направление следует выбирать со стороны висячего бока залежи, так как при изображении свиты пластов или залежи со стороны лежащего бока все горизонты перекрываются, что уменьшает наглядность изображения.

Выгоднее всего проводить ось родства так, чтобы направление проецирования на плане составляло угол $30-60^\circ$ с направлением основных горизонтальных выработок — штреков, квершлаггов. Следует иметь в виду, что длину выработок можно уменьшить, уменьшая угол между проецирующими лучами и направлением выработок.

Если перечисленные требования не нарушаются, то удобнее всего брать направление проецирования вдоль одной из координатных осей геодезической сетки исходного плана.

Выбор коэффициентов преобразования q и k_z . Наглядность получаемых изображений зависит от угла наклона проецирующих лучей к горизонту φ . Данная задача сводится к выбору коэффициентов q и k_z .

Установим зависимость между углом φ и коэффициентом q и k_z .

На основании ранее приведенных формул находим

$$\frac{q}{k_z} = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = \operatorname{tg} \varphi, \quad (20)$$

откуда

$$q = k_z \operatorname{tg} \varphi; \quad k_z = q \operatorname{ctg} \varphi. \quad (21)$$

Из этих формул видно, что если одну из величин q или k_z задать произвольно, то вторая величина при заданном угле наклона проецирующих лучей к горизонту φ будет иметь определенное значение. При меньших углах φ получаются большие значения коэффициентов искажения горизонтов и меньшее их перекрытие.

Практически при построении наглядных проекций рекомендуется выбирать значение коэффициента q в пределах от 0,3 до 0,8. При значениях q , больших 0,8, изображение получается неестественно вытянутым.

Коэффициент k_z следует выбирать с учетом получения удобного вертикального масштаба.

Горные выработки обычно имеют весьма вытянутую форму, изображение их получается часто недостаточно наглядным и удобочитаемым. Это объясняется тем, что отдельные горизонты и пласты перекрывают друг друга, затемняя характерные детали. Чтобы уменьшить перекрывание смежных горизонтов и наиболее рельефно выявить форму сложных поверхностей топографического характера, приходится пользоваться значениями k_z , большими единицы, но не превышающими 5, так как при $k_z = 5$ форма объекта изображения сильно искажается.

Из формулы (20) видно, что увеличить k_z можно, уменьшая угол φ проецирующих лучей к горизонту. Выбор коэффициента k_z также зависит от соотношения расстояния между горизонтами и ширины шахтного поля.

На рис. 176 изображены схематически две плоскости шириной 500 м с отметками горизонтов +70 и -30 м. Определим, какой нужно выбрать коэффициент k_z , чтобы верхняя плоскость не перекрывала нижнюю. Зададимся коэффициентом $q = 0,58$. Расстояние между плоскостями равно 100. Значит, отношение этого расстояния к ширине плоскости $\frac{100}{500} = \frac{1}{5}$. Очевидно, перекрывания плоскостей не будет при $\text{tg } \varphi = \frac{1}{5}$, следовательно,

$$k_z = \frac{q}{\text{tg } \varphi} = \frac{0,58}{1/5} \approx 2,5.$$

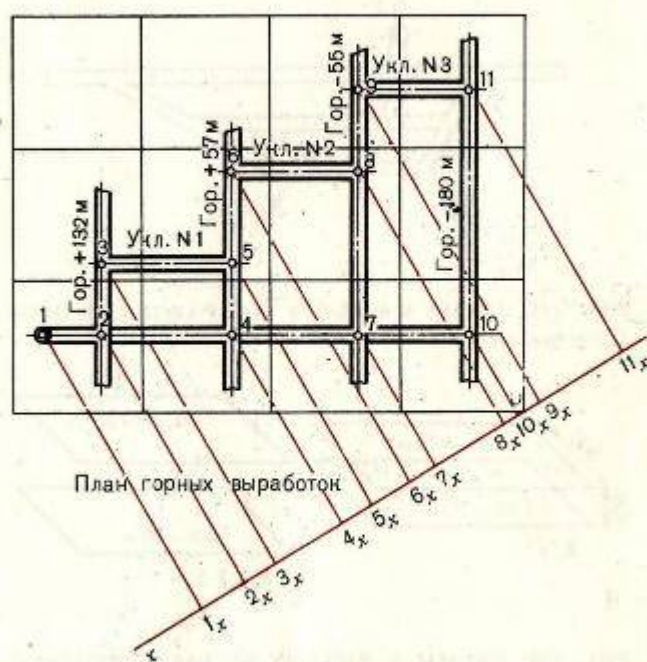


РИС. 177. СХЕМА К ПОСТРОЕНИЮ НАГЛЯДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ