

# 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-



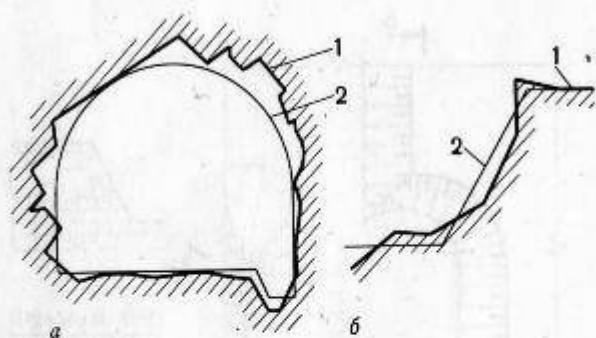


РИС. 2. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТУРОВ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ЧЕРТЕЖАХ:

- 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

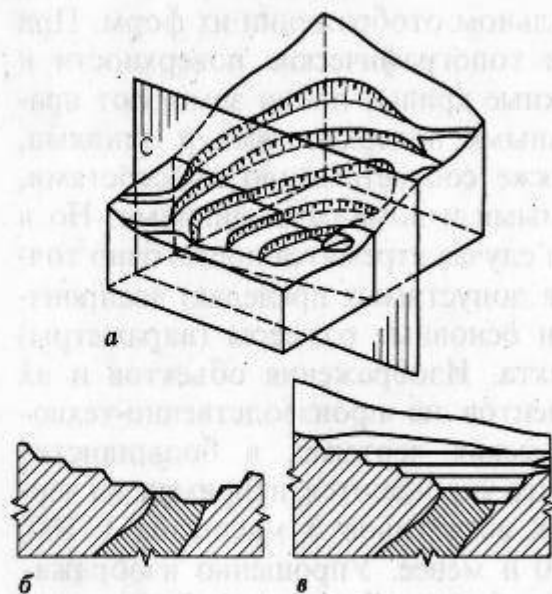


РИС. 3. СХЕМЫ К ПОЯСНЕНИЮ ПОНЯТИЙ РАЗРЕЗ И СЕЧЕНИЕ

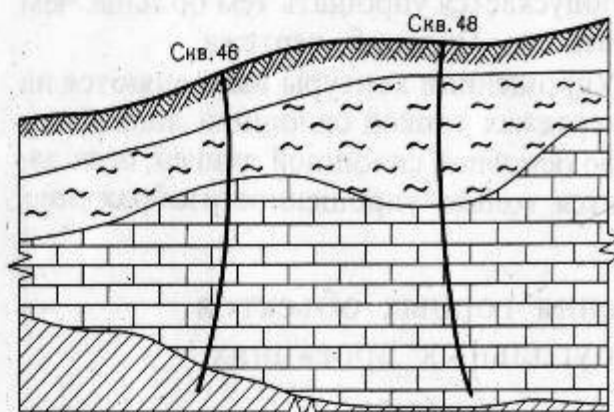


РИС. 4. СЕЧЕНИЕ ЗЕМНОЙ ТОЛЩИ (ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ)

(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-

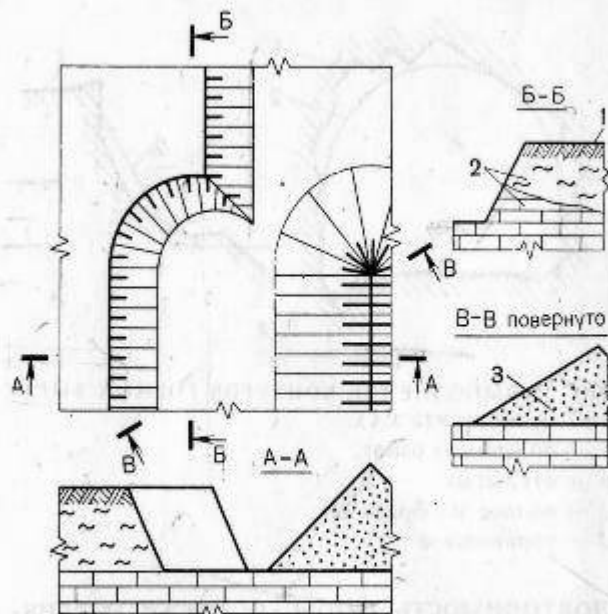


РИС. 5. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ:

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

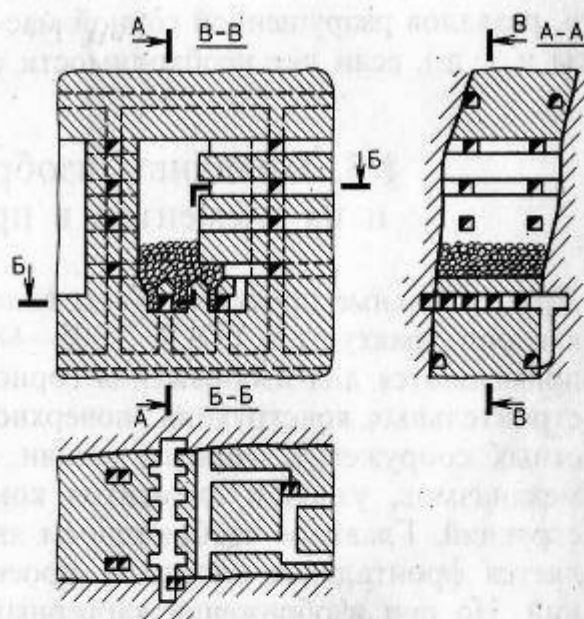


РИС. 6. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ РАЗРЕЗЫ БЛОКА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



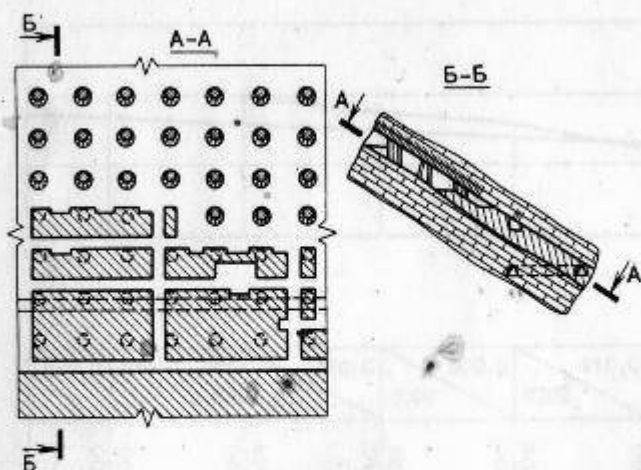


РИС. 7. НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ, СПРОЕЦИРОВАННОЕ НА НАКЛОННУЮ ПЛОСКОСТЬ

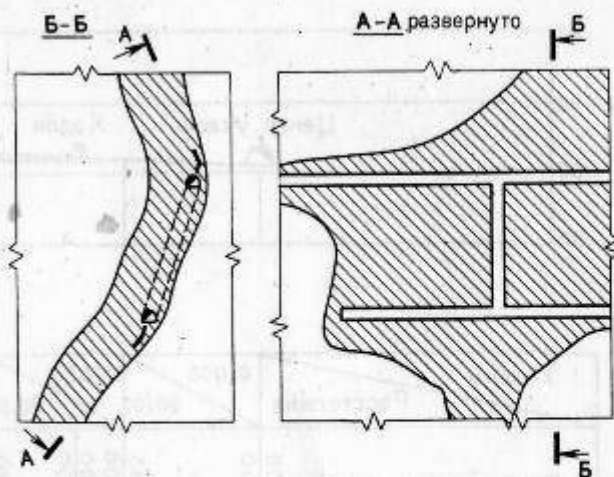


РИС. 9. ЛОМАНое РАЗВЕРНУТОЕ СЕЧЕНИЕ

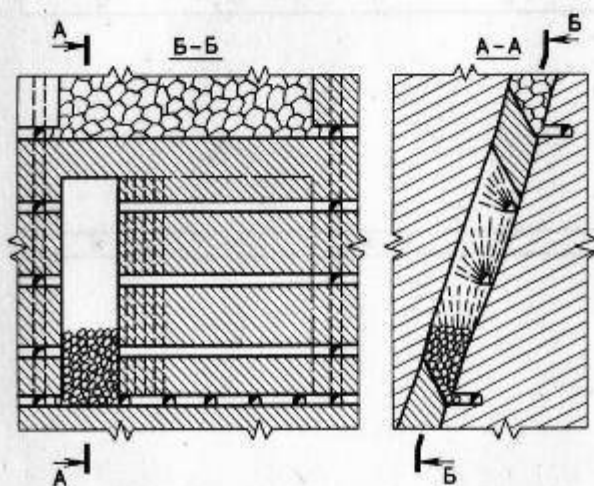
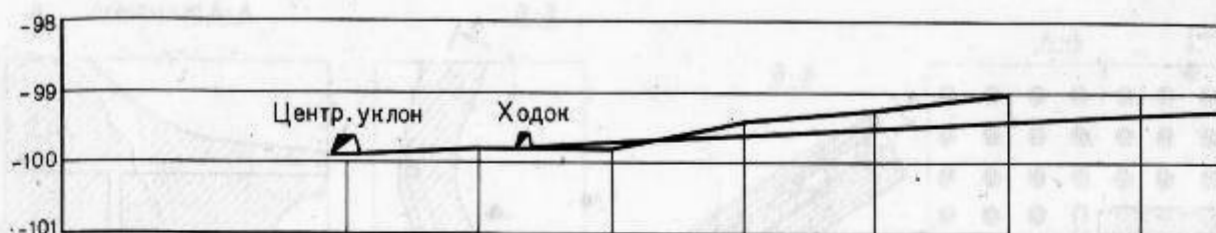


РИС. 8. НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ, СПРОЕЦИРОВАННОЕ НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ

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.

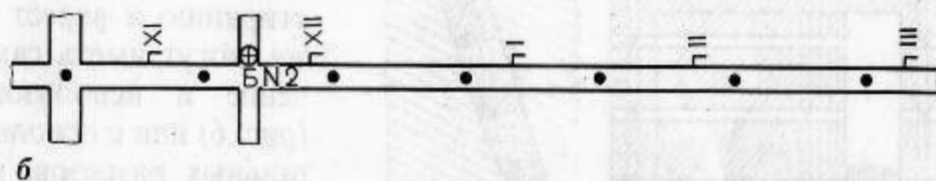
Разрезы и сечения в зависимости от положения секущей плоскости могут быть горизонтальные — погоризонтные планы, вертикальные — вкрест простирания (A—A на рис. 6) и по простиранию залежи (B—B на рис. 6) и наклонные. Наклонные сечения могут проецироваться на наклонную (рис. 7), горизонтальную или вертикальную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





Уклоны	0,005	0,001	0,019	0,006	0,014	0,001	0,010
Расстояния	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Отметки фактические и проектные	-99,900 -99,900	-99,795 -99,800 -99,780 -99,700	-99,780 -99,700	-99,402 -99,600	-99,284 -99,500	-99,004 -99,400	-99,020 -99,300
N пикета	0	1	2	3	4	5	6

а



б

РИС. 10. ГОРНАЯ ВЫРАБОТКА:

а — профиль;

б — план

(рис. 8). Различают сложные разрезы и сечения: ступенчатые ( $B-B$ , 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  $A-A$  и  $B-B$ , 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 м<sup>2</sup>. 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	правого	нижнего
1 : 500; 1 : 2000 1 : 5000	500 × 500 400 × 400	540 × 560 440 × 460	10	30	50

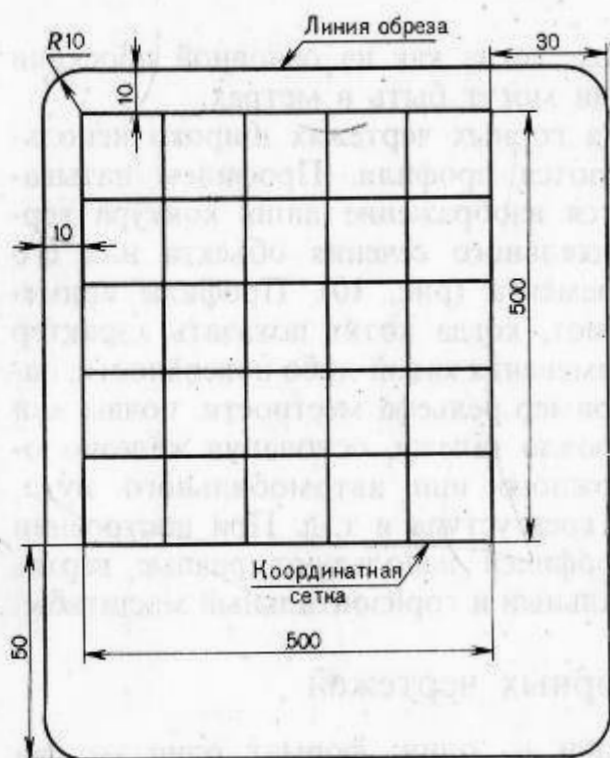


РИС. 11. МАРКШЕЙДЕРСКИЙ ПЛАНШЕТ

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: Вид А.

1:50;  
А—А.  
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

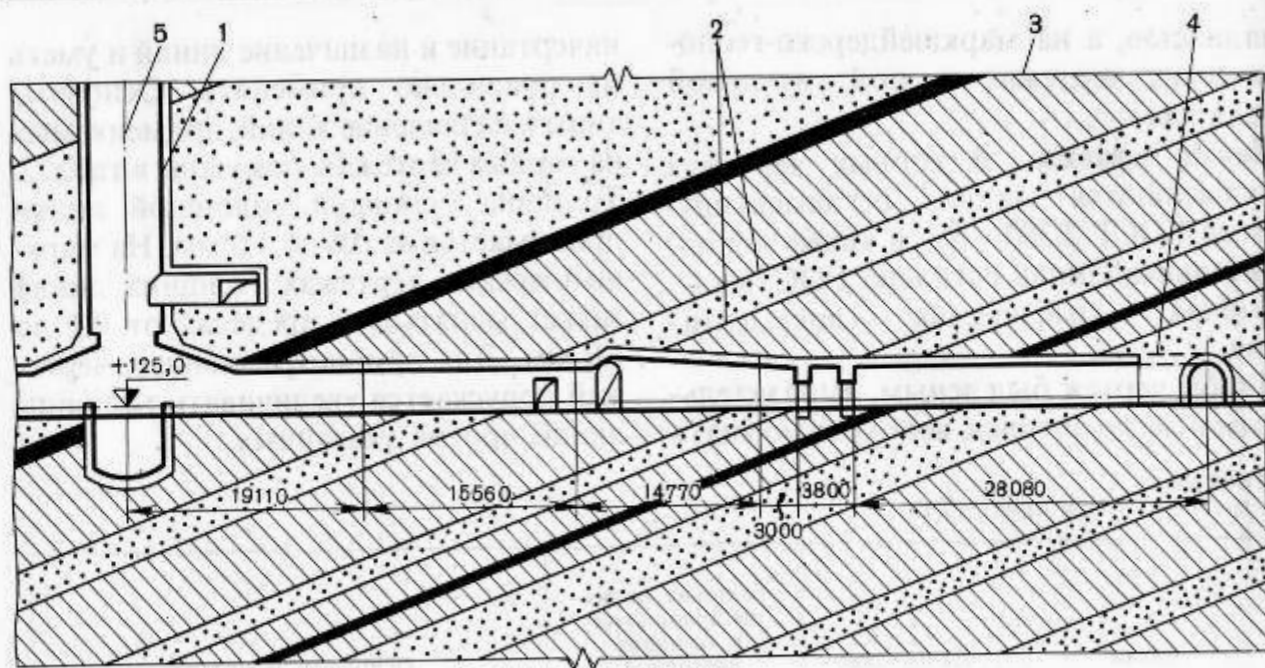


РИС. 12. ТИПЫ ЛИНИЙ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

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-



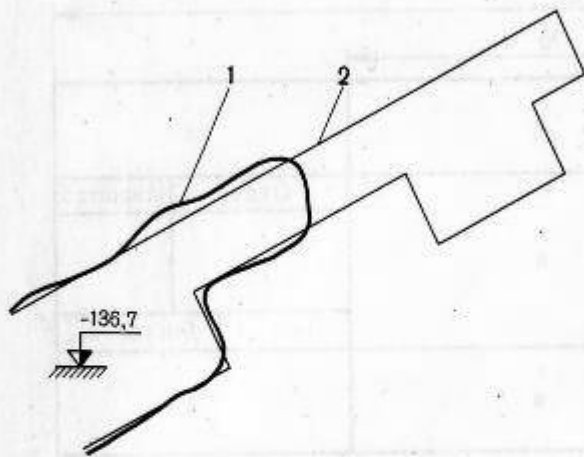


РИС. 13. КОНТУРЫ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ:

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					.....

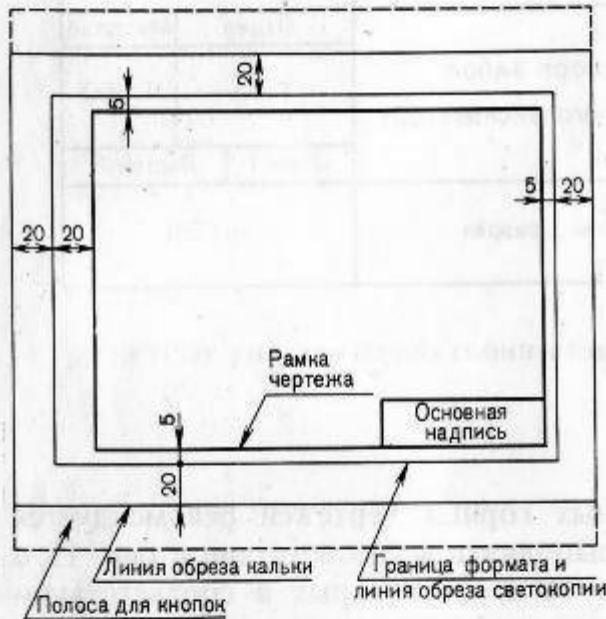


РИС. 14. ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

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				
п	р	с	т	у
Должн.	Фамилия	Подп.	Дата	б
л	м	н	о	а
				в
				г
				Отдел
				Масштаб
				е
				ж
				Лист и
				Листов к
				д

55  
8 x 5 = 40

**а**

				Минчермет СССР Главруда	31202
Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Отдел
Должн.	Фамилия	Подп.	Дата	Паспорт забоя вскрышного экскаватора	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





- (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  $180^\circ$ ;
- 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





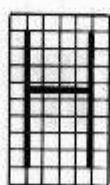
РИС. 17. СТАНДАРТНЫЙ ШРИФТ:

- а — наклонный;
- б — вертикальный

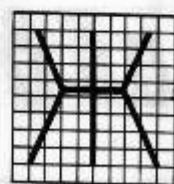
А Б В Г Д Е Ж З И К К Л М Н О П Р С

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



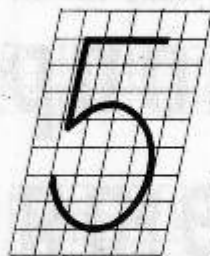
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

а

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т

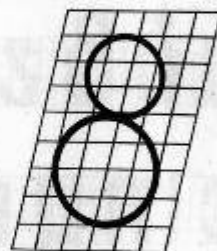
У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

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:  
а — топографический;  
б — курсивный



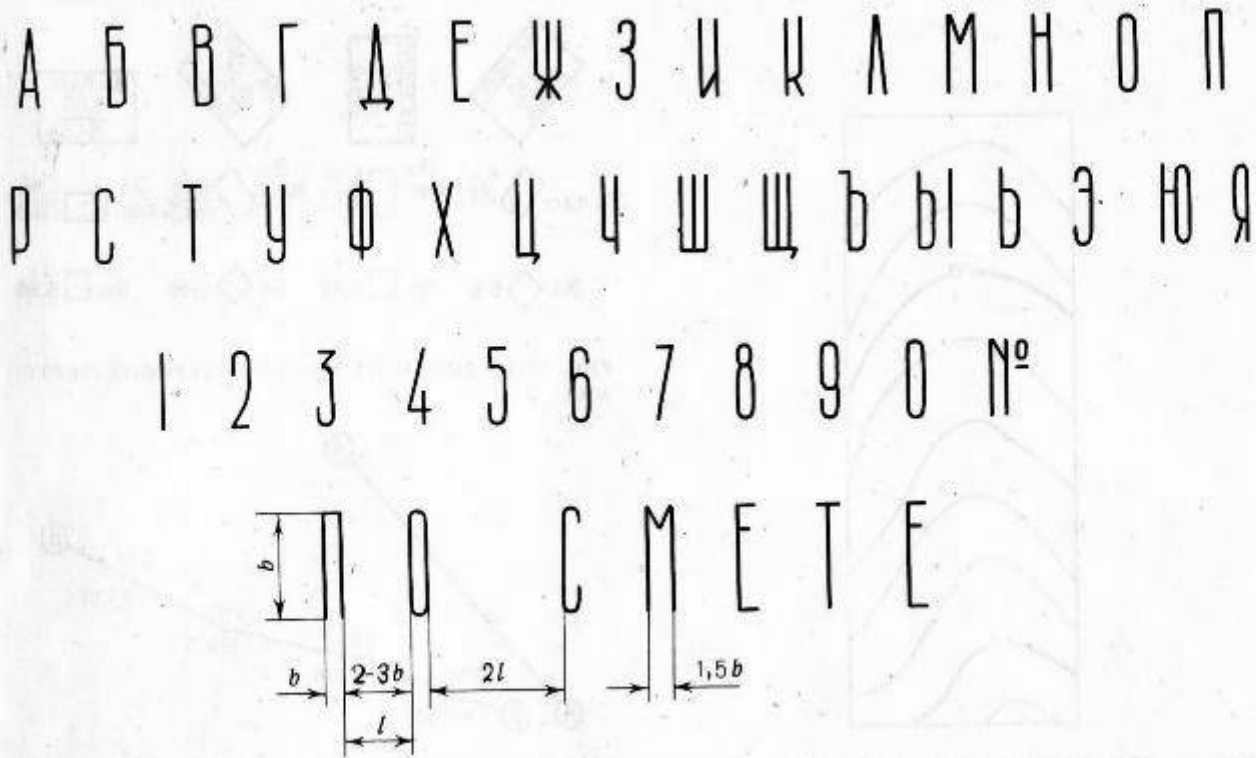


РИС. 19. АРХИТЕКТУРНЫЙ ШРИФТ

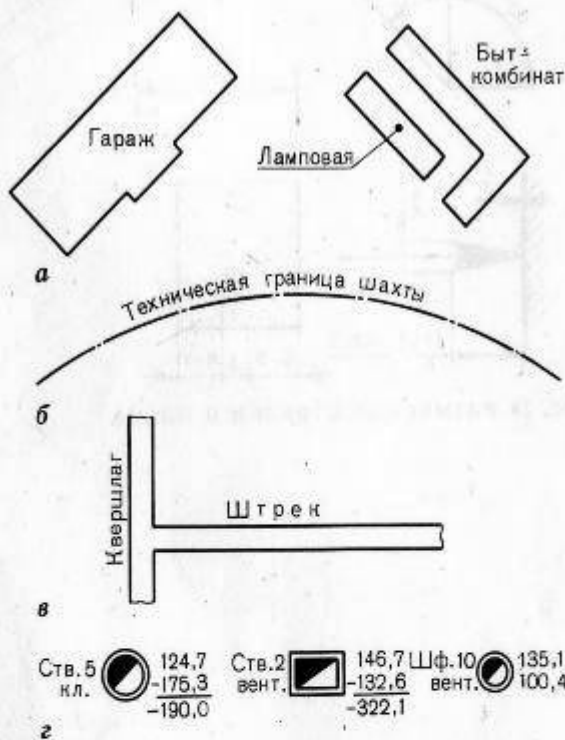


РИС. 20. РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОМПОНОВКА НАДПИСЕЙ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

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-

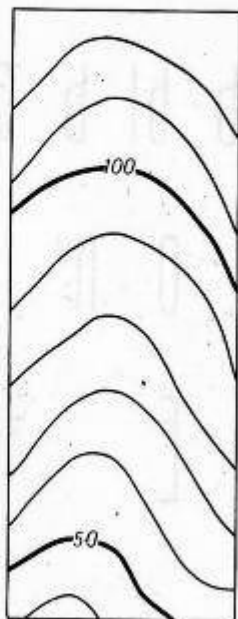


РИС. 21. ПРОСТАНОВКА ОТМЕТК ГОРИЗОНТАЛЕЙ

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».

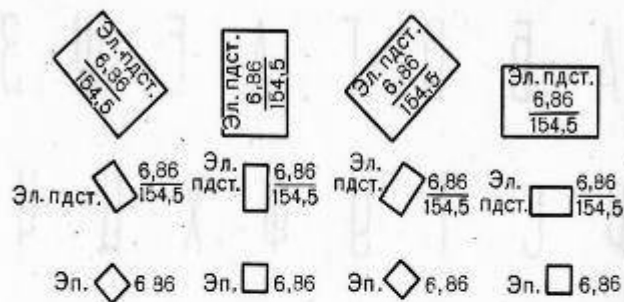


РИС. 22. НАДПИСИ НА МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЧЕРТЕЖАХ

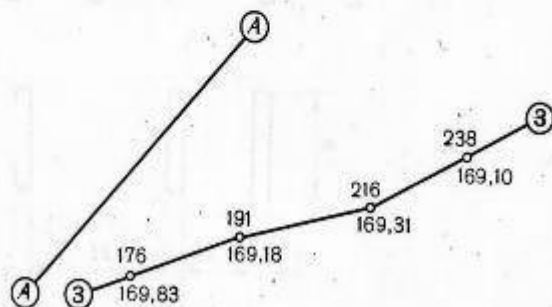


РИС. 23. ОБОЗНАЧЕНИЕ СЕКУЩЕЙ ПЛОСКОСТИ НА МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАНАХ

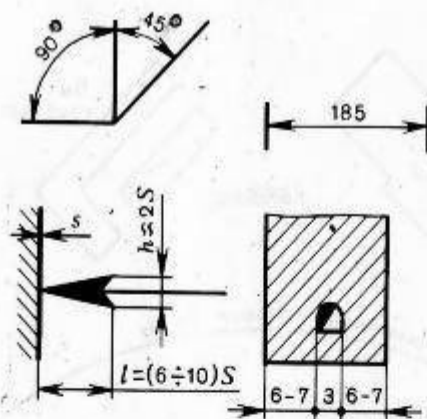
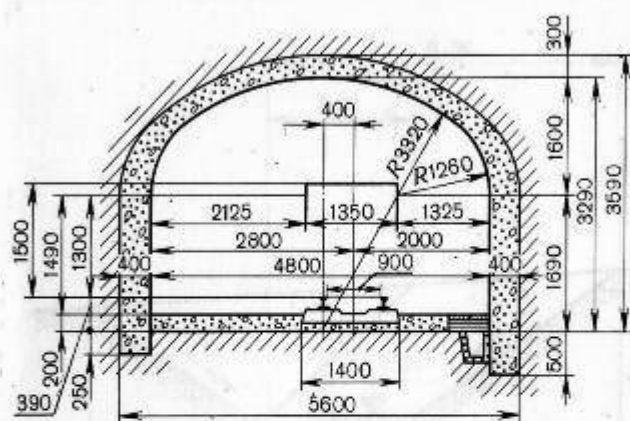


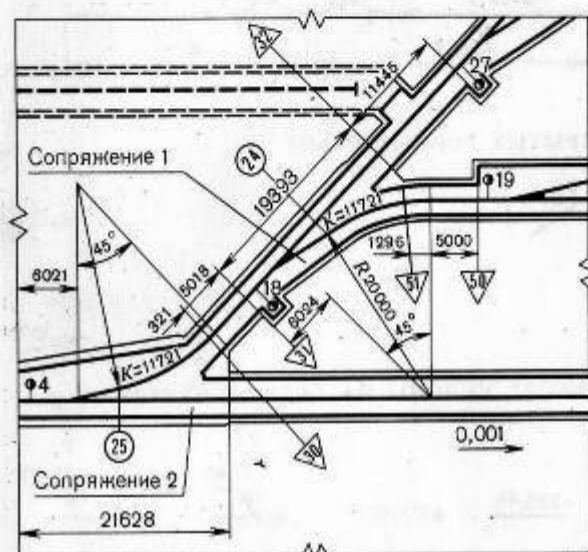
РИС. 24. РАЗМЕРНЫЕ СТРЕЛКИ И ЧИСЛА

Ел.  
ниже





а



б

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-

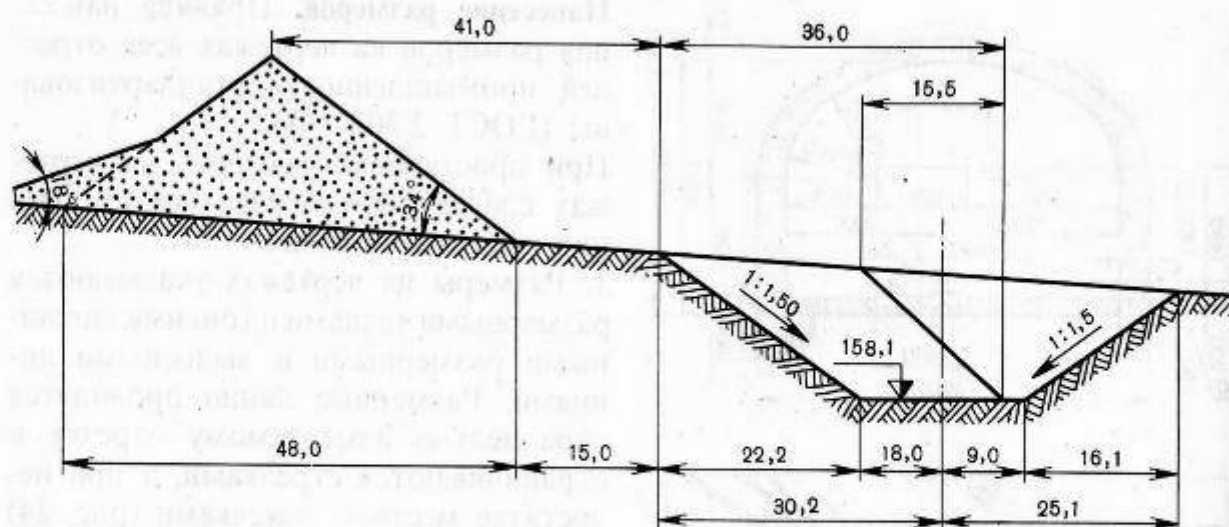


РИС. 26. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

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.

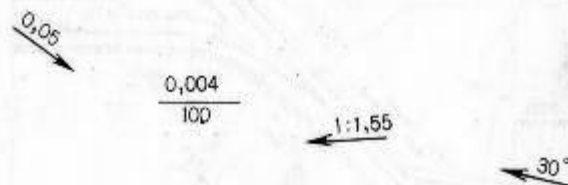


РИС. 27. УКЛОНЫ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

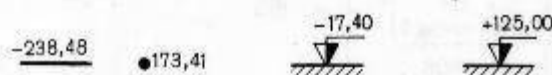


РИС. 28. ВЫСОТНЫЕ ОТМЕТКИ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

## § 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  $20 \text{ км}^2$ , 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  $2 \times 2 \text{ км}$ . Деление 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  $20 \text{ км}^2$ , 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  $60^\circ$  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  $100 \text{ мм}$  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

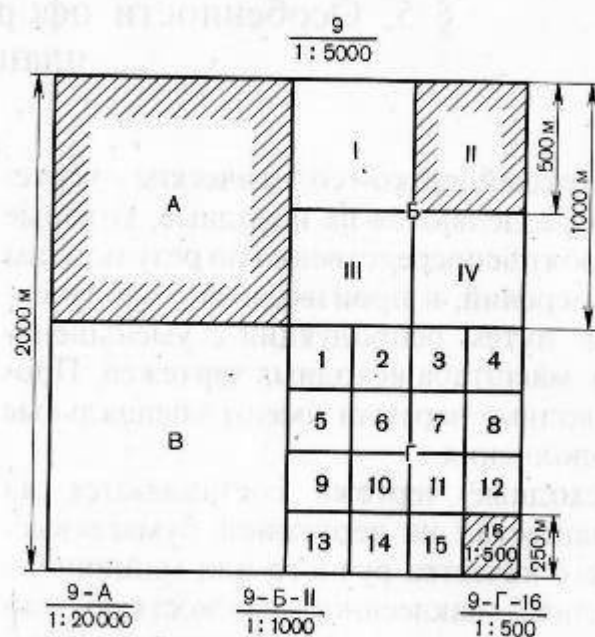
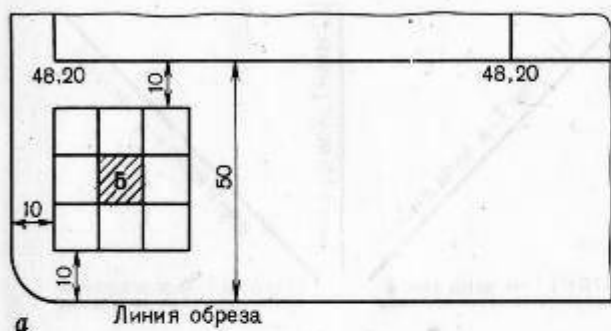
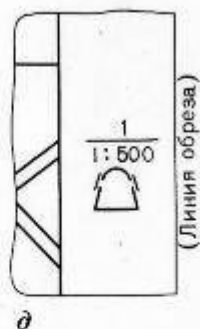
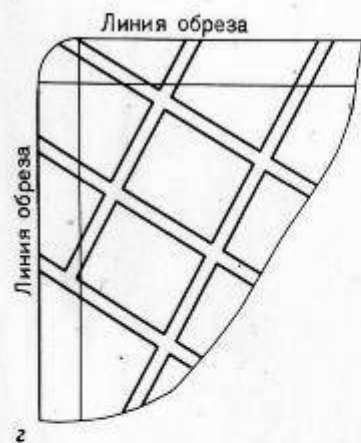


РИС. 29. РАЗДЕЛЕНИЕ ЛИСТА НА ПЛАНШЕТЫ



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.

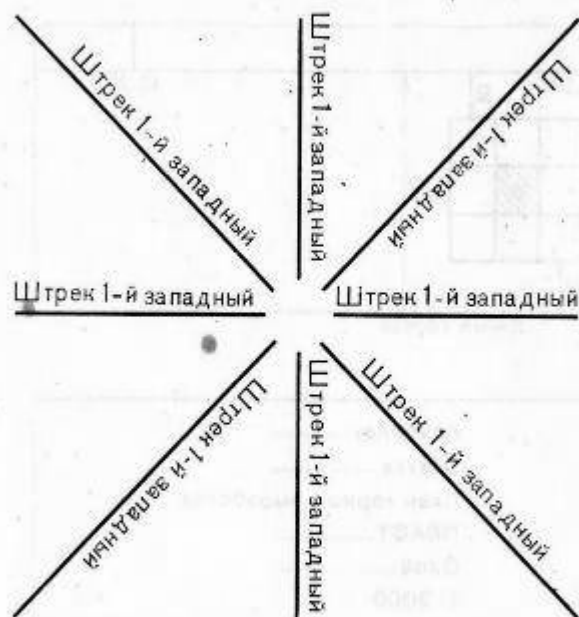


РИС. 31. РАСПОЛОЖЕНИЕ НАДПИСЕЙ НА МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЧЕРТЕЖАХ



## § 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  $45^\circ$  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-



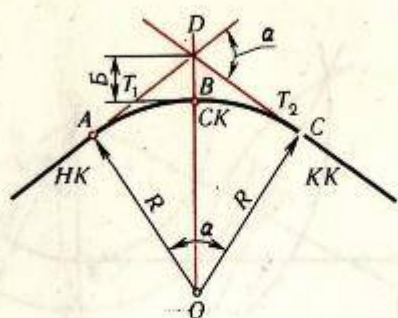


РИС. 32. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРИВЫХ УЧАСТКОВ ТРАССЫ

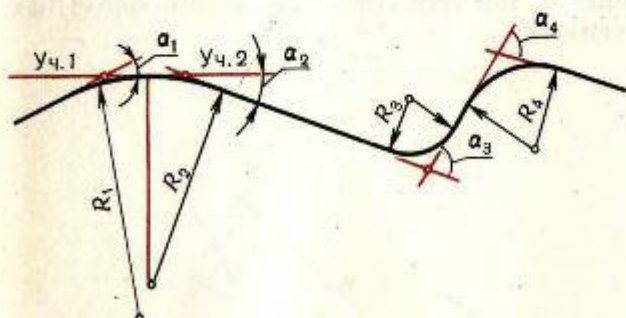


РИС. 33. СОЧЕТАНИЕ ПРЯМЫХ И КРИВЫХ УЧАСТКОВ ТРАССЫ

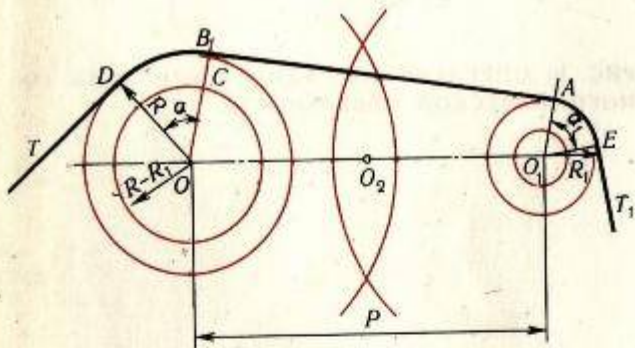


РИС. 34. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ ОДНОСТОРОННИХ КРИВЫХ

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  $\alpha$  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  $\alpha$  и  $\alpha_1$ , 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  $\alpha$  и  $\alpha_1$  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  $\alpha_2$  и  $\alpha_1$  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

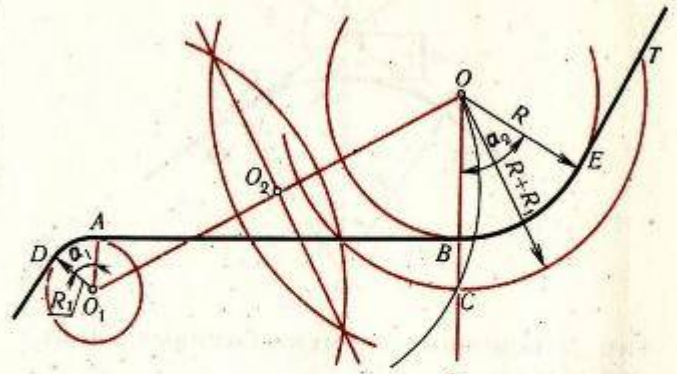


РИС. 35. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЙ ОБРАТНЫХ КРИВЫХ

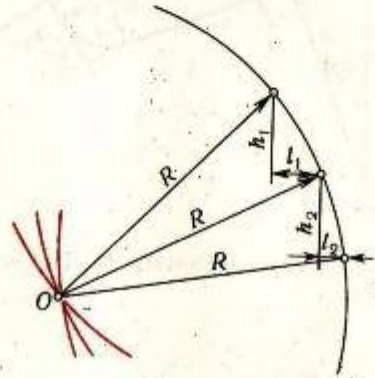


РИС. 36. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ



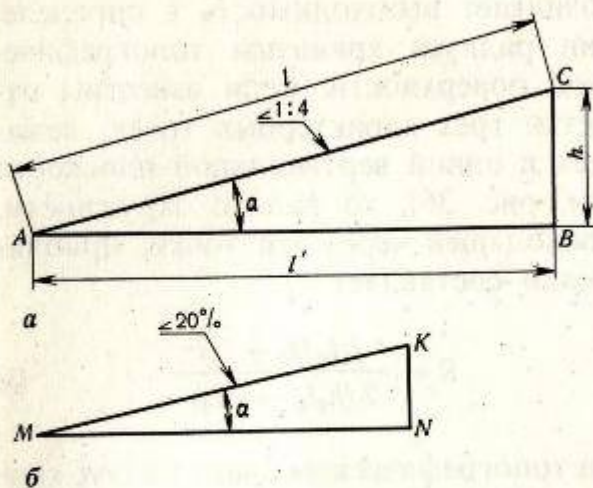


РИС. 37. ПОСТРОЕНИЕ УКЛОНОВ

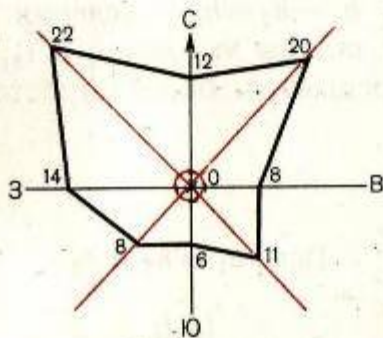


РИС. 38. РОЗА ВЕТРОВ

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  $45^\circ$  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  $\Pi$ . Около проекций точек ( $s, a, b$  и  $c$ ) проставляются цифры, определяющие высотные положения точек  $S, A, B, C$  относительно плоскости  $\Pi$ . Изображение, выполненное на плоскости  $\Pi$ , 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.

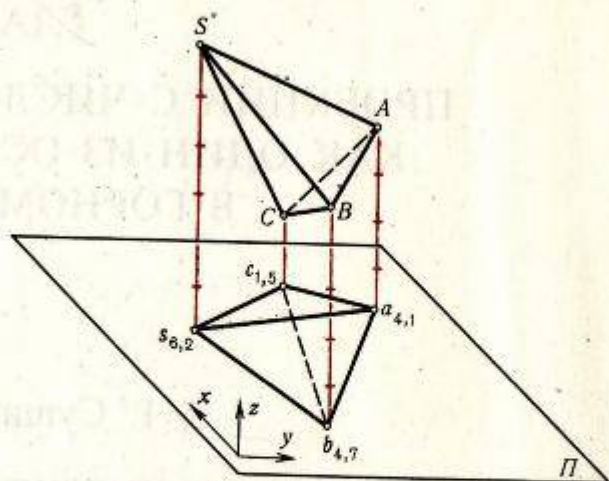


РИС. 39. ОРТОГОНАЛЬНОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПИРАМИДЫ  $SABC$  НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

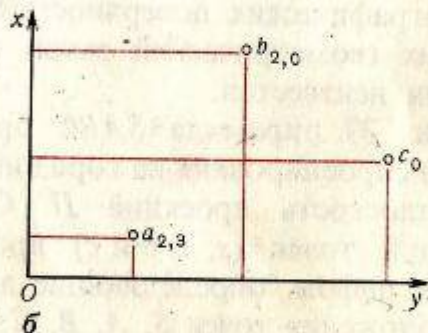
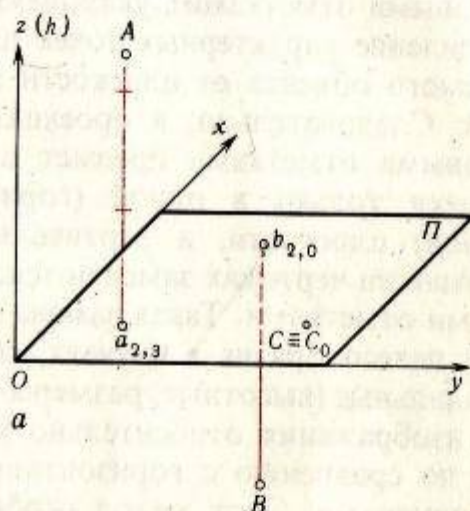
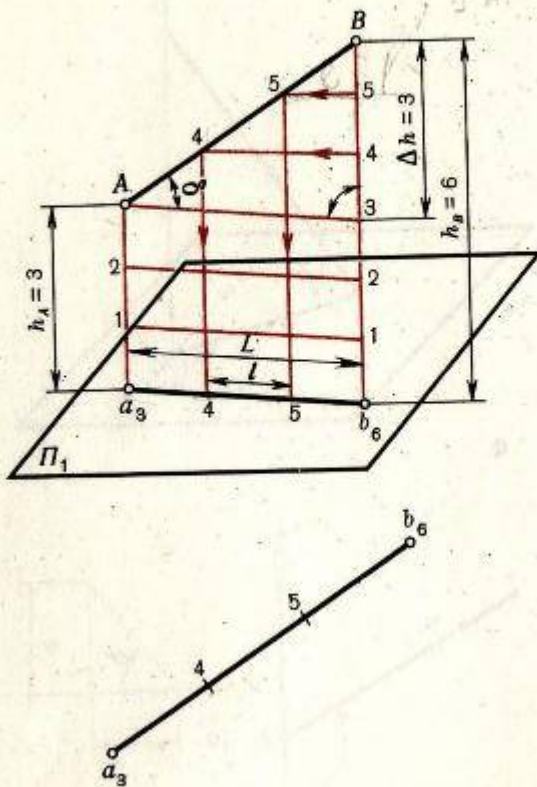


РИС. 40. ТОЧКИ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ:

$a^r$  — в пространстве;  
 $\hat{a}$  — 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 чертеж прямой таким образом, чтобы отметка линии на палетке и отметка точки совпадали. Например, точку А с отметкой 150 совмещают с линией 150. Затем палетку вращают относительно точки

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

а — в пространстве;  
б — на плане

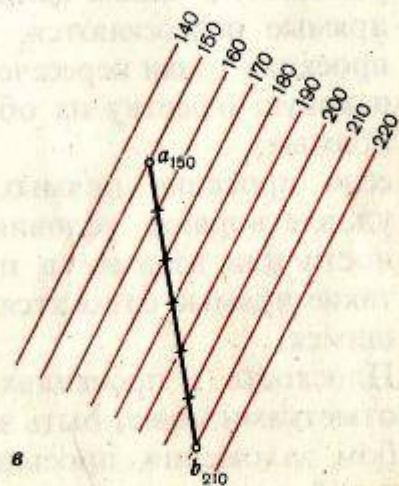
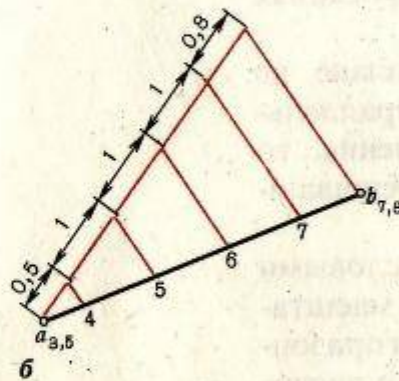
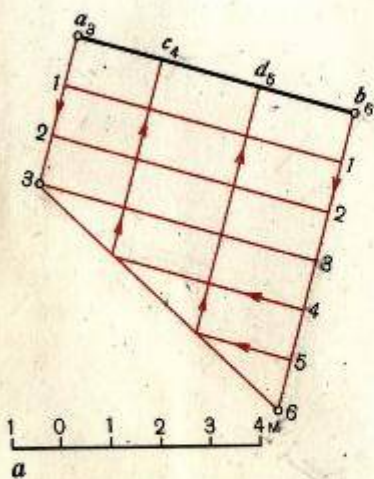


РИС. 42. ГРАДУИРОВАНИЕ ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ:

а — 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  $\delta$  и простирания  $\alpha$  прямой (рис. 43). Угол простирания  $\alpha$  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).

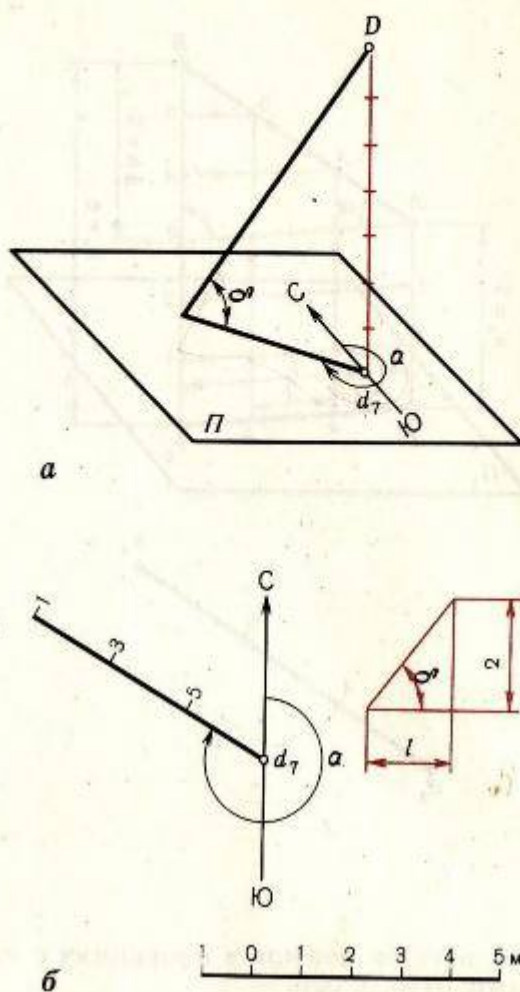


РИС. 43. УГЛЫ ПАДЕНИЯ И ПРОСТИРАНИЯ ПРЯМОЙ:

$a$  — в пространстве;  
 $b$  — на плане



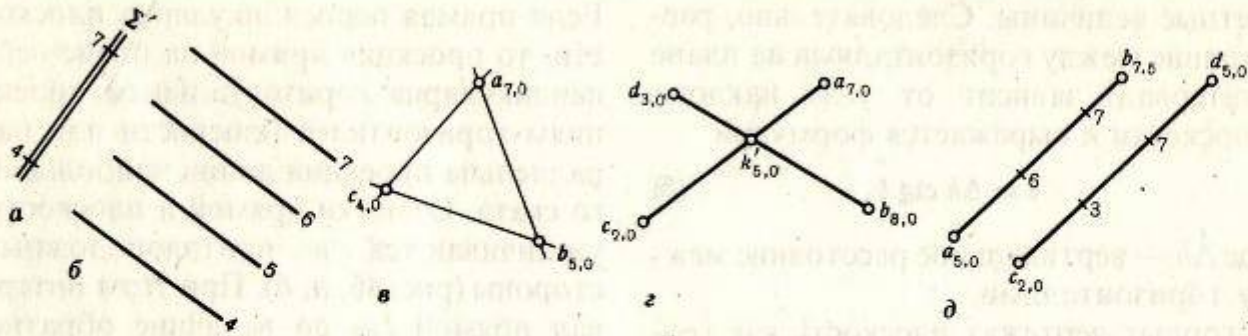


РИС. 44. СПОСОБЫ ЗАДАНИЯ ПЛОСКОСТИ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

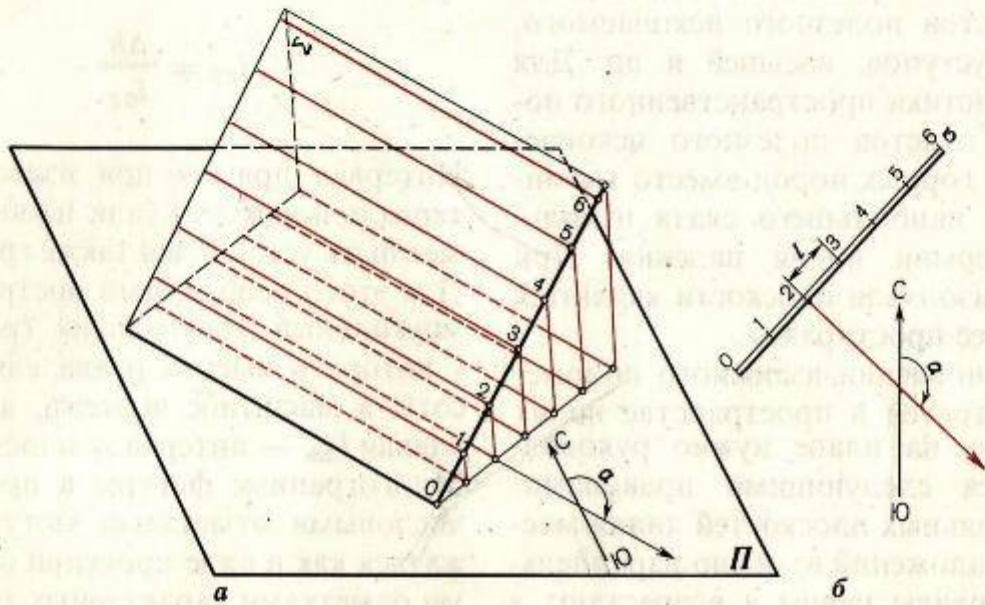


РИС. 45. ПЛОСКОСТЬ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ:  
 а — в пространстве;  
 б — на плане (масштаб заложений)

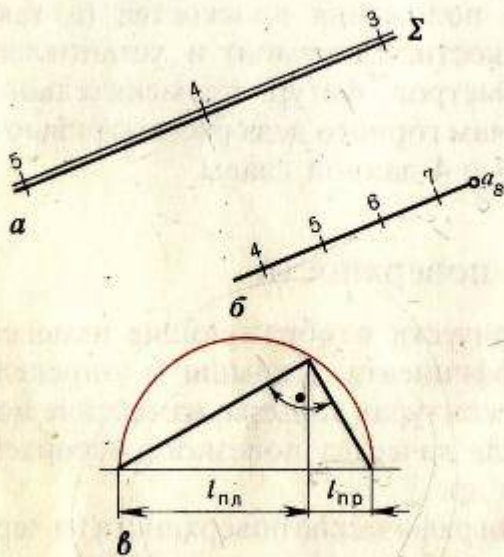


РИС. 46. ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЕ ПРЯМАЯ И ПЛОСКОСТЬ

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  $\Delta h$  — 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



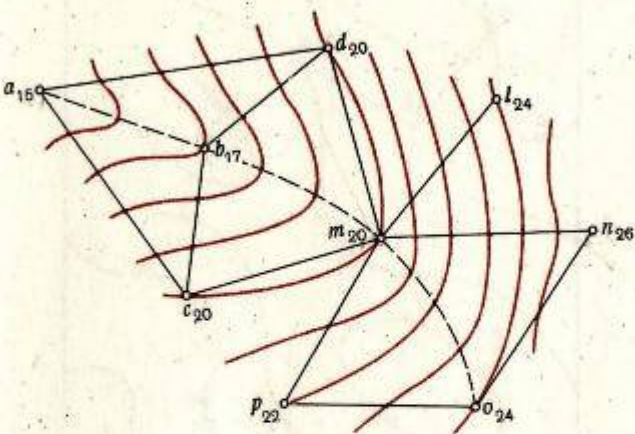


РИС. 47. ПОСТРОЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЕЙ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

при мысленном сечении этой поверхности несколькими горизонтальными плоскостями, удаленными одна от другой на одинаковые расстояния. Проекция 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  $\Delta h$ , заложением горизонталей  $L_r$  и углом наклона  $\delta_i$  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.

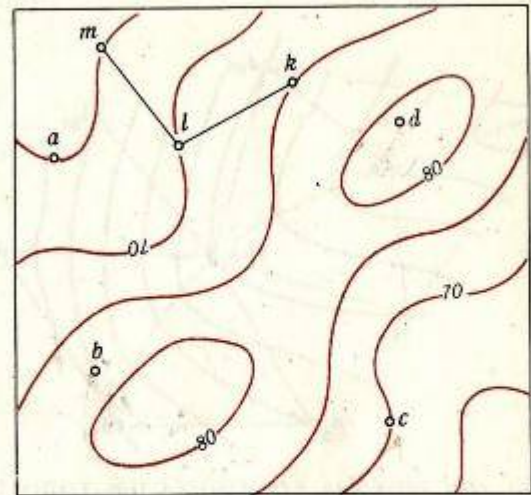


РИС. 48. ПЛАН ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

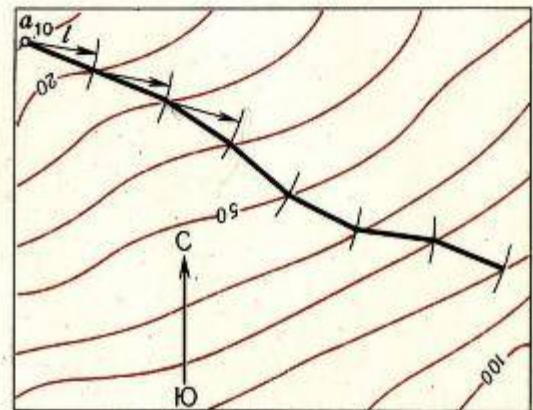


РИС. 49. ПОСТРОЕНИЕ ЛОМАНОЙ ЛИНИИ С ПОСТОЯННЫМ УКЛОНОМ



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  $P_1$ , 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  $P_1$  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  $P_1$ , 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  $P_1$  без искажения. Следовательно, точка  $k'$  с отметкой  $-25$  м будет искомой.



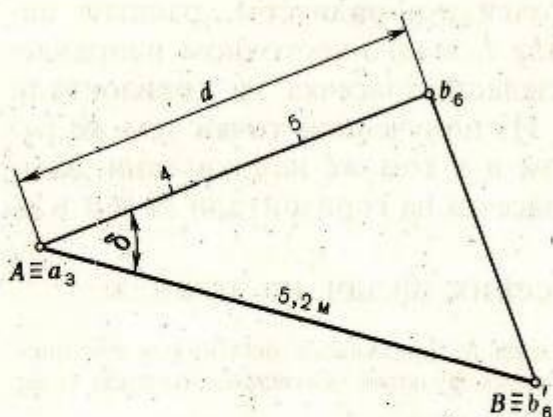


РИС. 50. СХЕМА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЛИНЫ ОТРЕЗКА

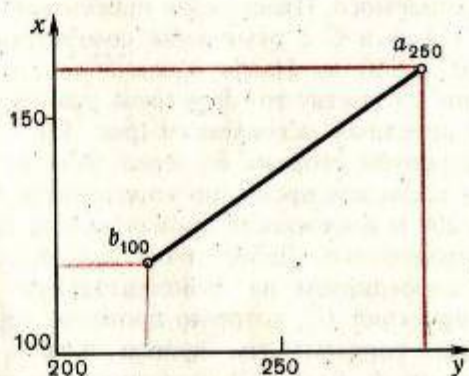


РИС. 51. ЧЕРТЕЖ К УСТАНОВЛЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИНЫ

**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  $\Pi$ . 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  $\Pi$ , 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  $88^\circ$ .

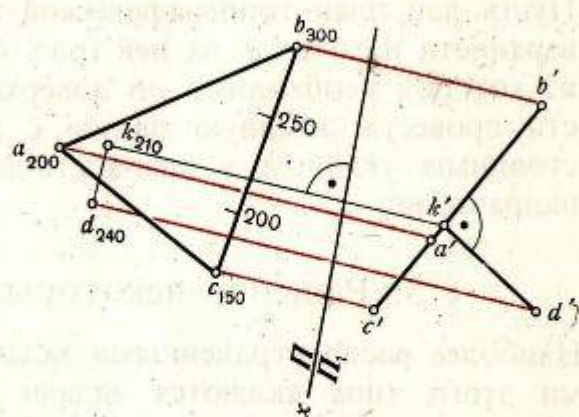


РИС. 52. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НА ПРОВЕДЕНИЕ СКВАЖИНЫ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПЛОСКОСТИ ЗАЛЕЖИ

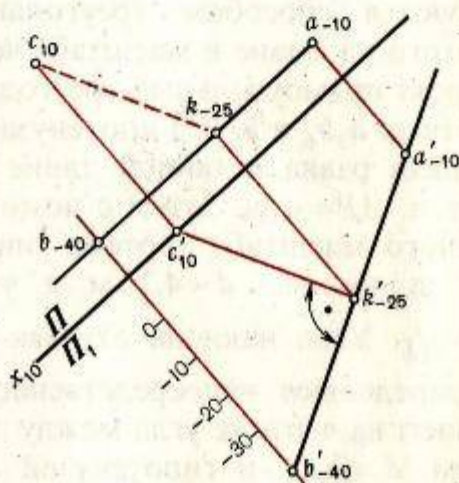


РИС. 53. УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЧКИ ВСТРЕЧИ СКВАЖИНЫ С НАКЛОННОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКОЙ

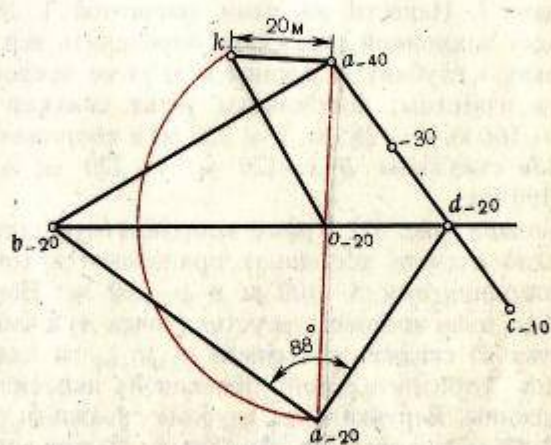


РИС. 54. ЧЕРТЕЖ К УСТАНОВЛЕНИЮ УГЛА МЕЖДУ ДВУМЯ ГОРНЫМИ ВЫРАБОТКАМИ



## § 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 ( $\Sigma$  и  $\Psi$ ). 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  $a_{n70} b_{n140} c_{n220}$ ;  $a_{n200} b_{n30}$  и  $b_{n30} c_{n60}$ .

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  $\varphi$ .

**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  $\sigma$ . 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-



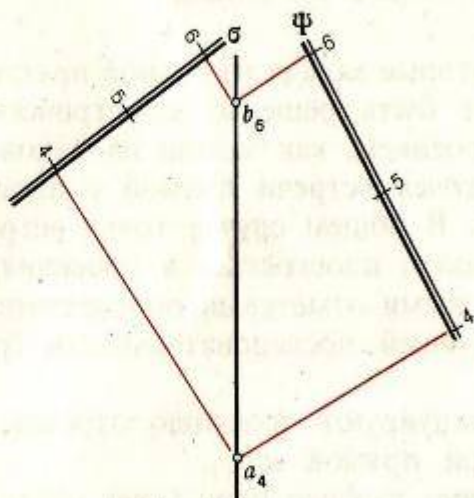


РИС. 55. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

чения прямого конуса и плоскости  $\Sigma$  (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  $\Sigma$ .

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 горизонтали. 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.

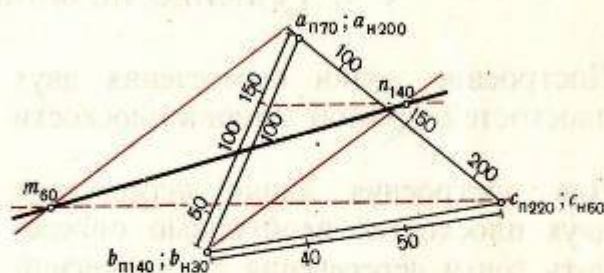


РИС. 56. УСТАНОВЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КРОВЛИ ЗАЛЕЖИ С ПЛОСКОСТЬЮ СМЕСТИТЕЛЯ

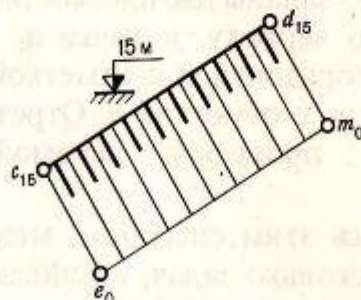


РИС. 57. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ НИЖНЕЙ БРОВКИ УСТУПА

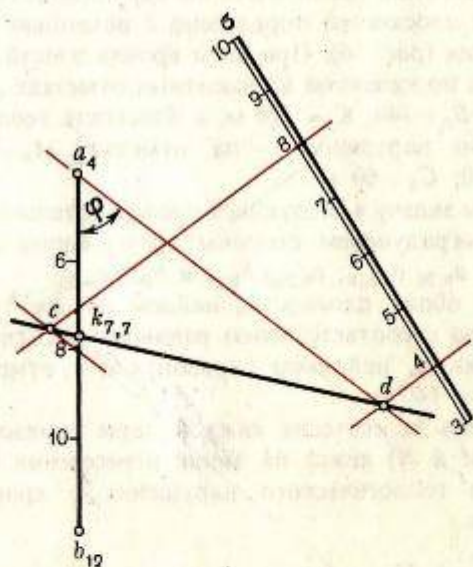


РИС. 58. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ ТОЧКИ ВСТРЕЧИ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ



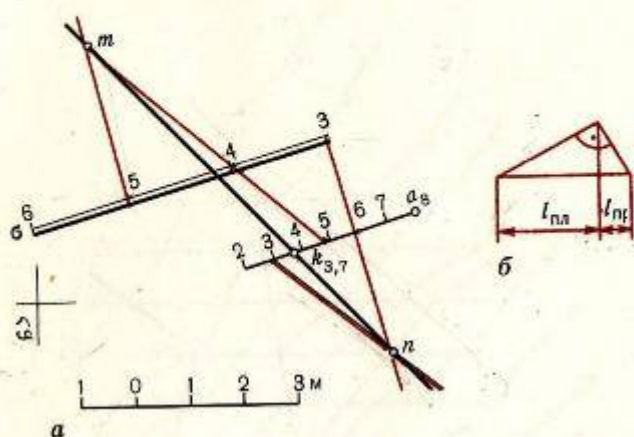


РИС. 59. ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОЙ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ПЛОСКОСТИ

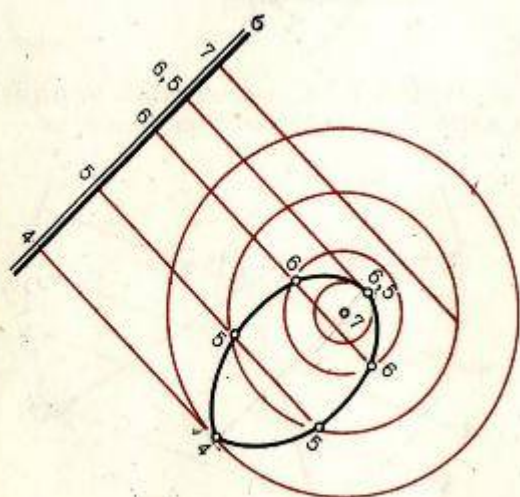


РИС. 60. СХЕМА К ПОСТРОЕНИЮ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСА ПЛОСКОСТЬЮ

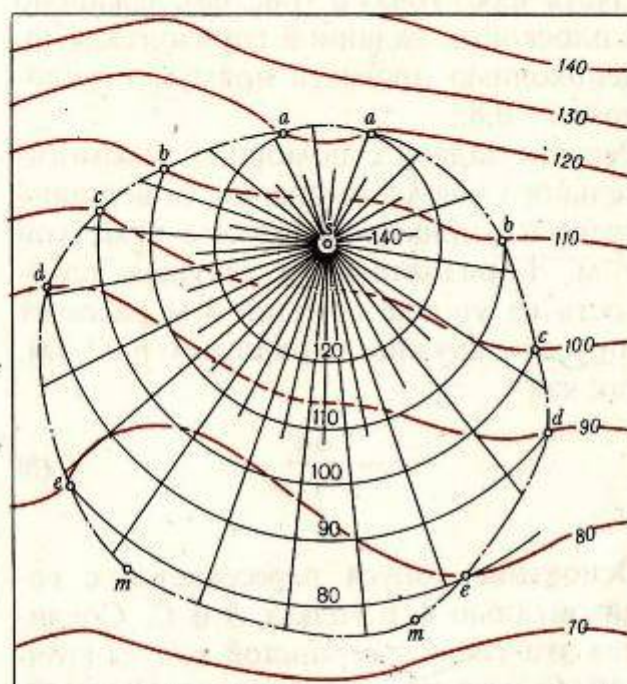


РИС. 61. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ НИЖНЕЙ БРОВКИ ОТВАЛА, РАСПОЛОЖЕННОГО НА КОСОГОРЕ

**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 рассечет 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.

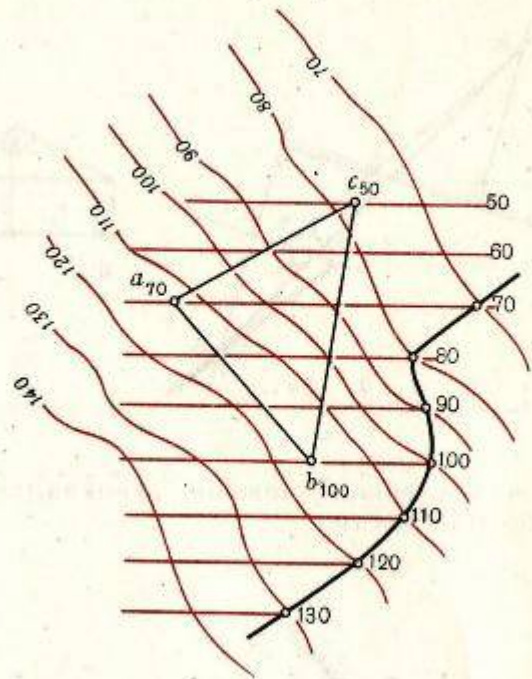


РИС. 62. ЧЕРТЕЖ К УСТАНОВЛЕНИЮ ЛИНИИ ВЫХОДА КРОВЛИ ПЛАСТА НА ПОВЕРХНОСТЬ

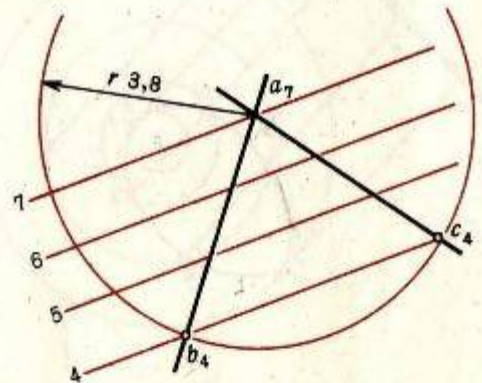


РИС. 63. ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОЙ С ЗАДАНЫМ УГЛОМ НАКЛОНА С ПОМОЩЬЮ КОНУСА УКЛОНОВ

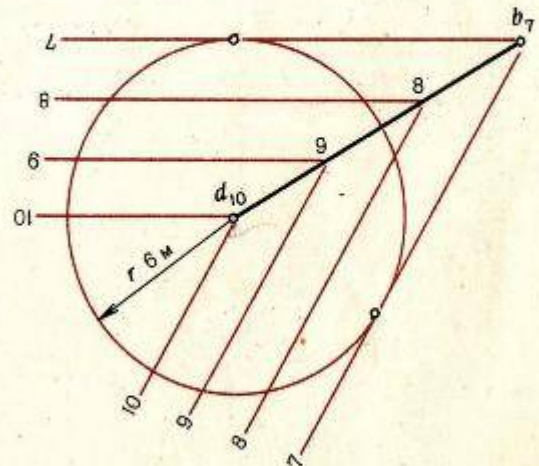


РИС. 64. ПОСТРОЕНИЕ ПЛОСКОСТИ, ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ПРЯМУЮ ПО ЗАДАННОМУ УГЛУ НАКЛОНА



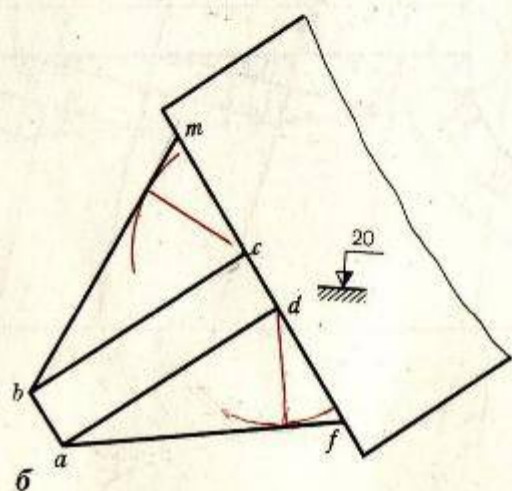
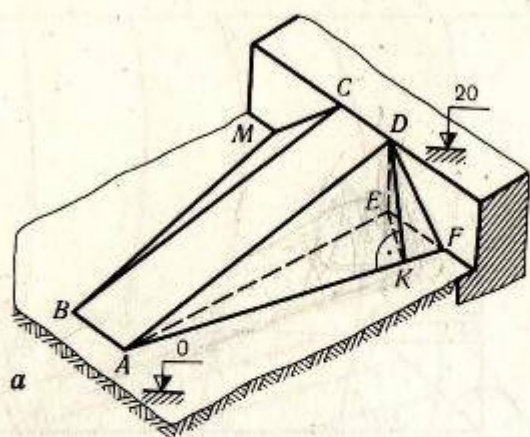


РИС. 65. РАЗГРУЗОЧНАЯ ПЛОЩАДКА В КАРЬЕРЕ:

*a* — общий вид;  
*б* — план

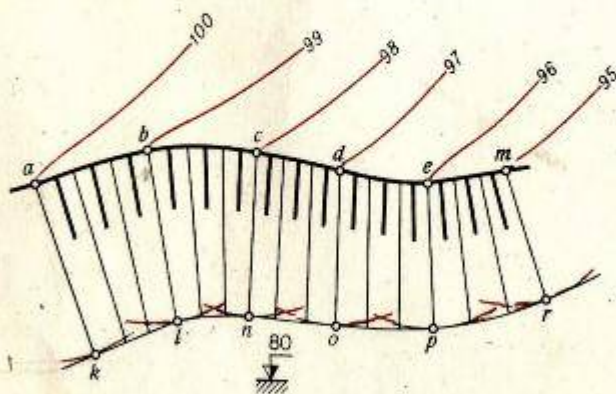


РИС. 66. ПОСТРОЕНИЕ НА ПЛАНЕ НИЖНЕЙ БРОВКИ ВЕРХНЕГО УСТУПА КАРЬЕРА

**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  $45^\circ$ , 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.



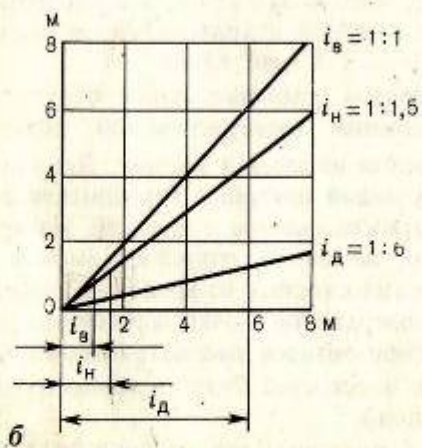
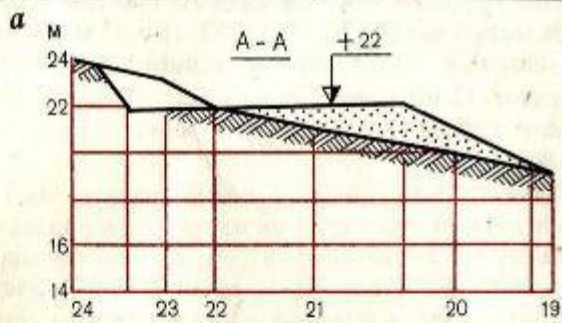
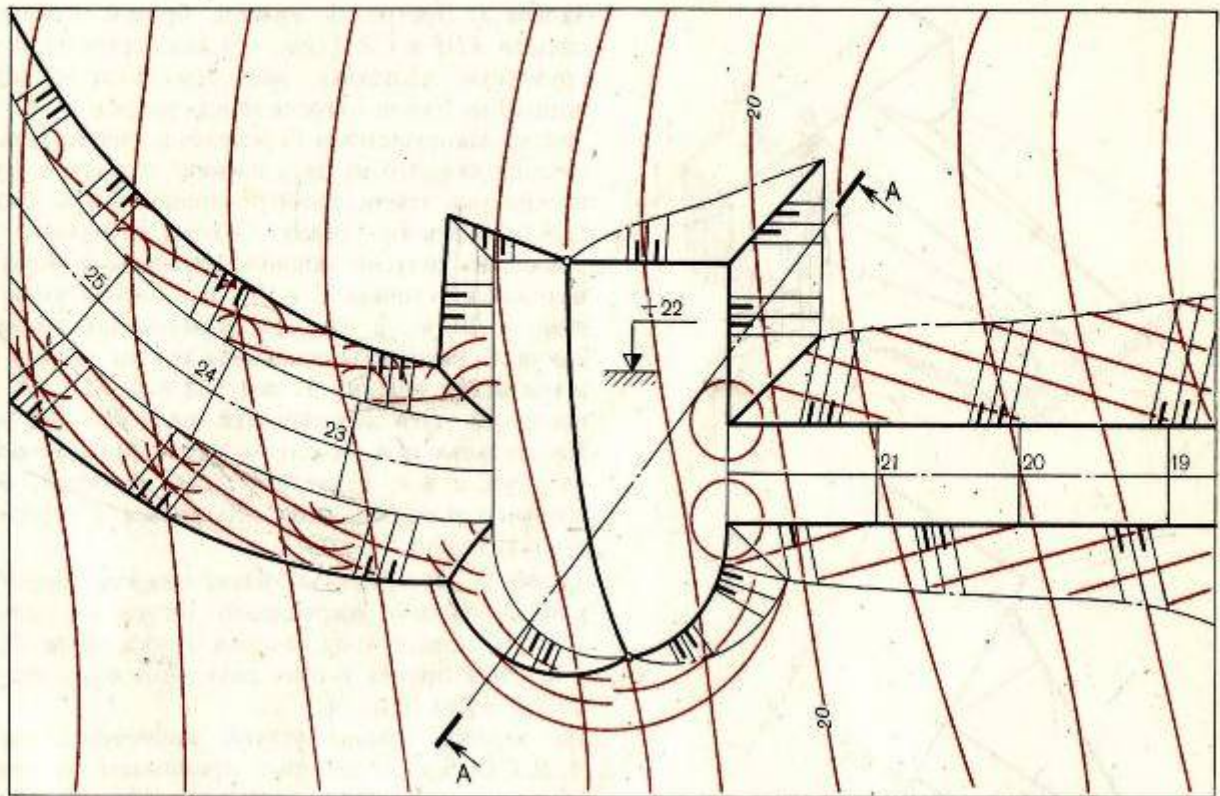


РИС. 67. ПОСТРОЕНИЕ ГРАНИЦ ВЫЕМОК И НАСЫПЕЙ НА ПЛАНЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ:

*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,

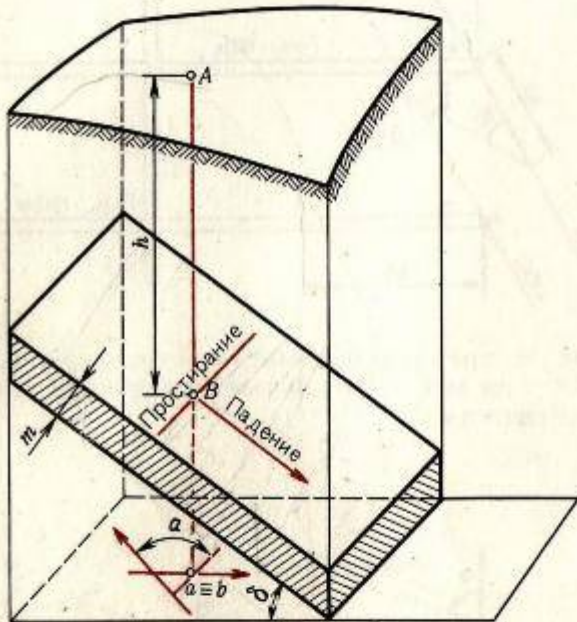


РИС. 68. ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТА ПОЛЕЗНОГО ИСКОПАЕМОГО

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  $\alpha$ .

Линией падения пласта называется линия наибольшего ската в плоскости ее кровли или почвы. Ее направление берется в сторону ее падения. Углом падения пласта  $\delta$  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  $\delta$  удобнее пользоваться аналитическим способом, выполняя расчет по формуле (3). Определение углов залегания пласта  $\alpha$  и  $\delta$  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.

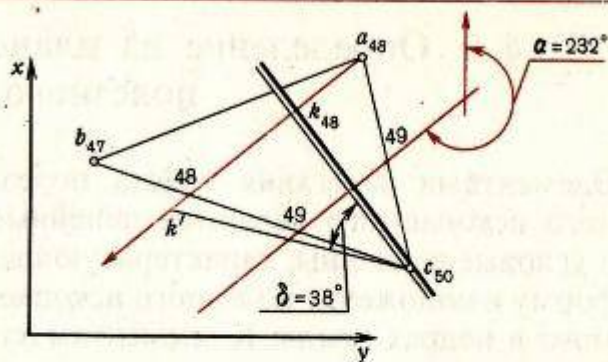


РИС. 69. УСТАНОВЛЕНИЕ УГЛОВ ПАДЕНИЯ И ПРОСТИРАНИЯ ЗАЛЕЖИ

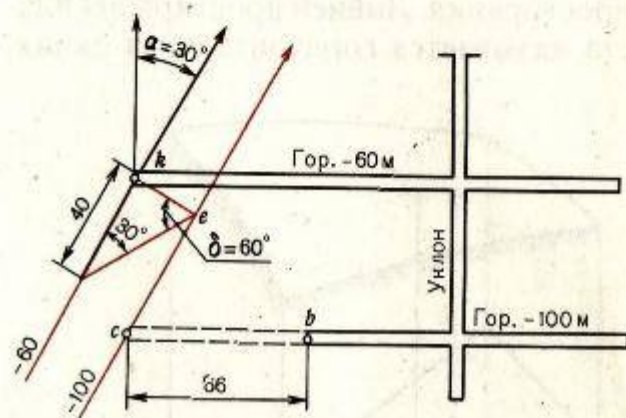


РИС. 70. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ВСТРЕЧИ ШТРЕКА ГОР.  $-100$  м С ПЛОСКОСТЬЮ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ

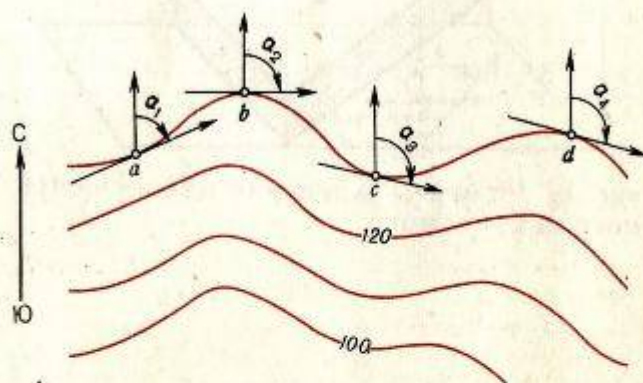


РИС. 71. ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ РУДНОГО ТЕЛА СЛОЖНОЙ ФОРМЫ



# 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.

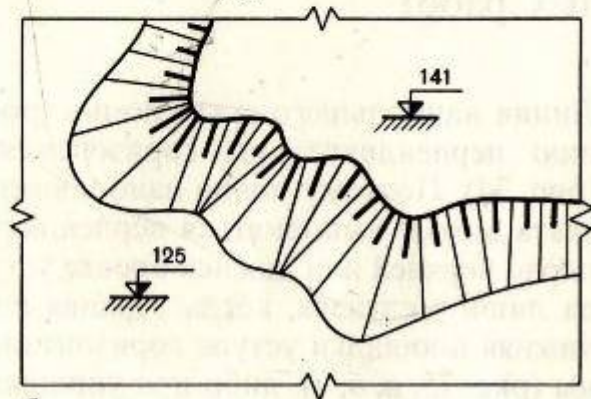
Линии наибольшего ската выполняются тонкой сплошной линией. Минимальное расстояние между соседними линиями ската принимают равным 2—3 мм, максимальное — до  $\frac{1}{3}$  длины горизонтального заложения откоса. Линии наибольшего ската допускается наносить на плане вразбежку, как на рис. 74 и 75.

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 двойными штрихами (рис. 76, *б*). При переменной высоте уступа допускается не менять длину отрезков, приняв усредненную их длину.





а

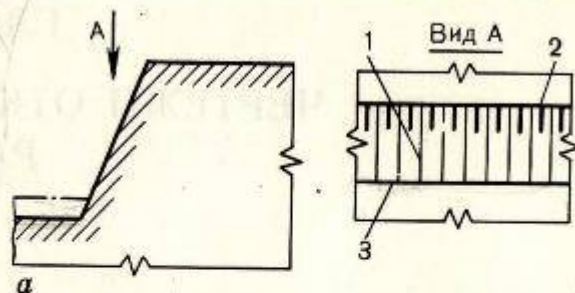


б

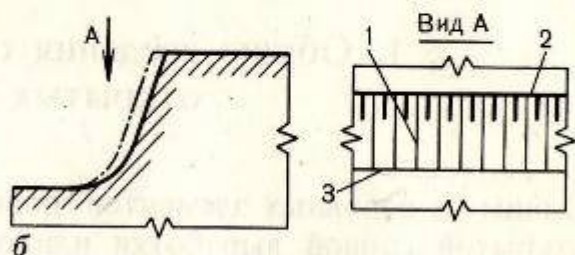
РИС. 72. ОТКОС УСТУПА (а) И ЕГО ПЛАН (б)

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

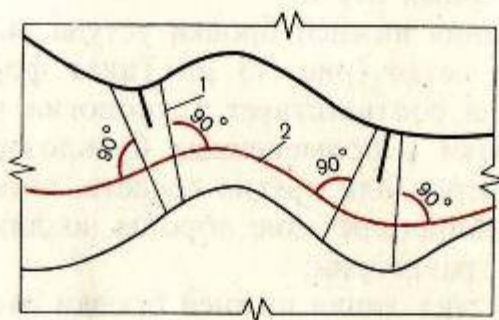


РИС. 74. ОФОРМЛЕНИЕ ОТКОСА УСТУПА:

- 1 — линия наибольшего ската;  
 2 — горизонталь



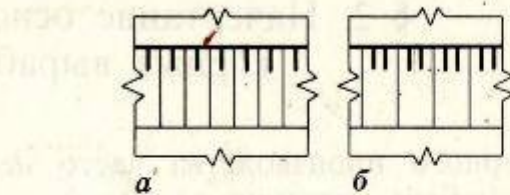
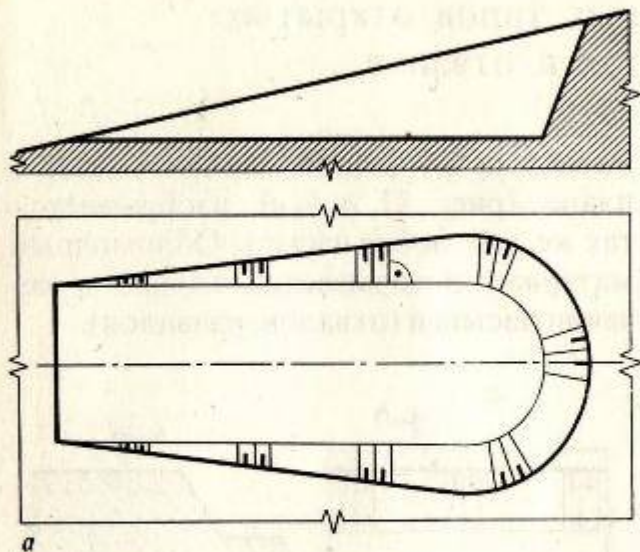


РИС. 76. ОБОЗНАЧЕНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД НА ОТКОСЕ УСТУПА:

а — вскрышных;  
б — добычных

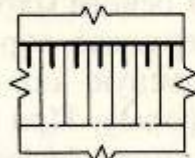


РИС. 77. ОБОЗНАЧЕНИЕ ОТКОСА ВСКРЫШНЫХ ПОРОД В ОТВАЛЕ (НАВАЛЕ)

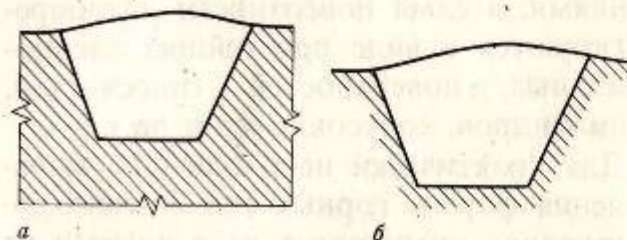
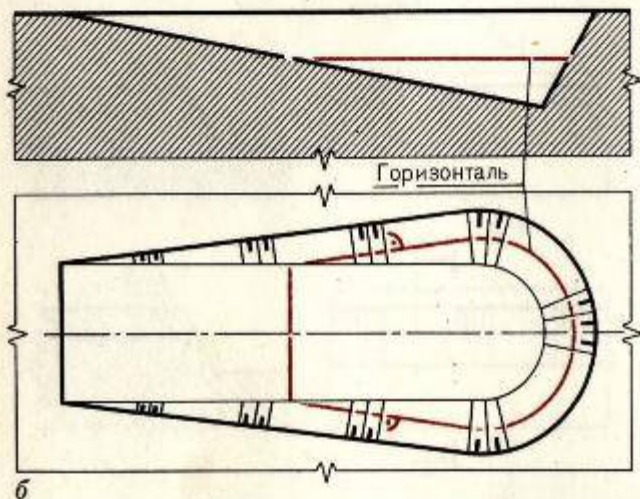


РИС. 78. ОБОЗНАЧЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД В СЕЧЕНИИ ПО КОНТУРУ ВЫРАБОТКИ

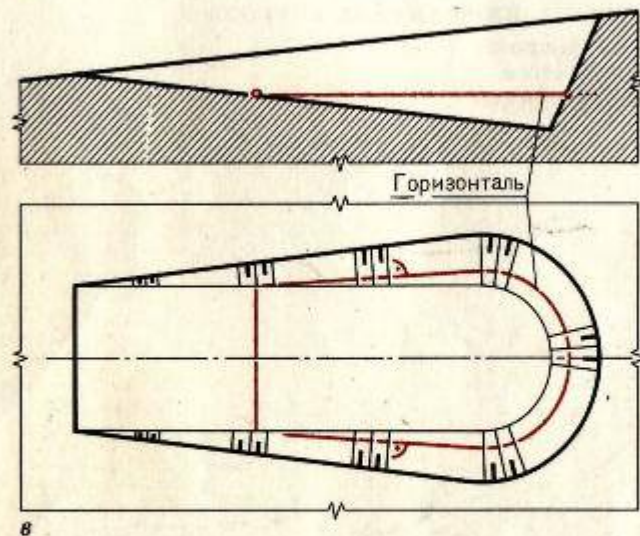


РИС. 75. НАПРАВЛЕНИЕ ЛИНИИ НАИБОЛЬШЕГО СКАТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ ОТКРЫТОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

При отсутствии необходимости в выделении конкретного типа горных пород или полезного ископаемого вскрышные породы в массиве могут обозначаться в сечениях штриховкой под углом  $45^\circ$  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 одной стороной штриховкой под углом  $45^\circ$  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).

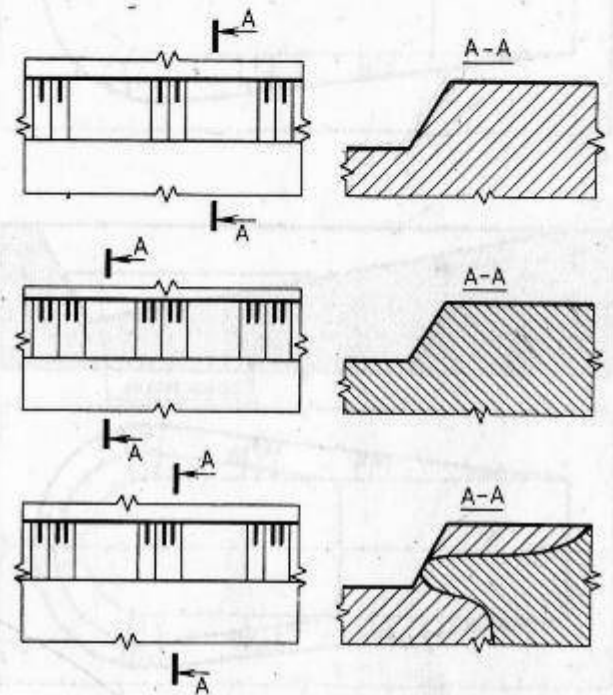


РИС. 79. ИЗОБРАЖЕНИЕ УСТУПОВ:  
вскрышного;  
добычного;  
смешанного



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 серпантин

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



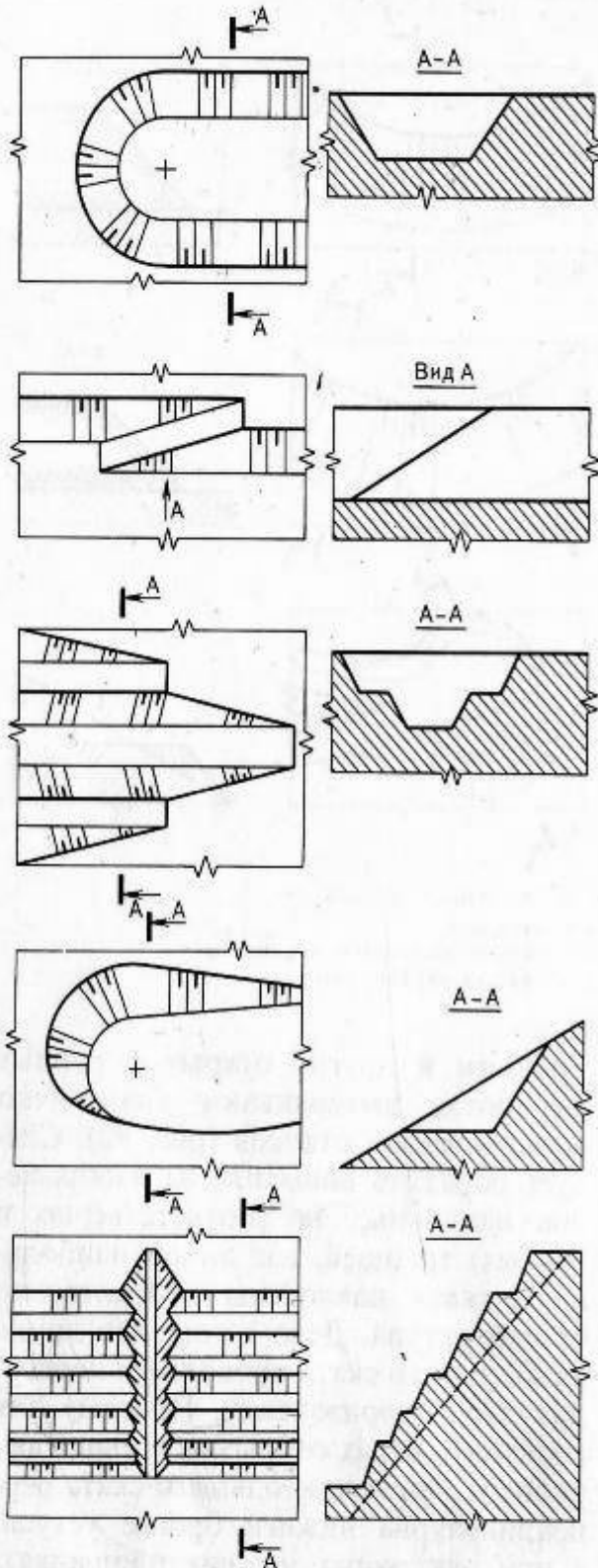


РИС. 82. УНИФИЦИРОВАННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ТРАНШЕЙ

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

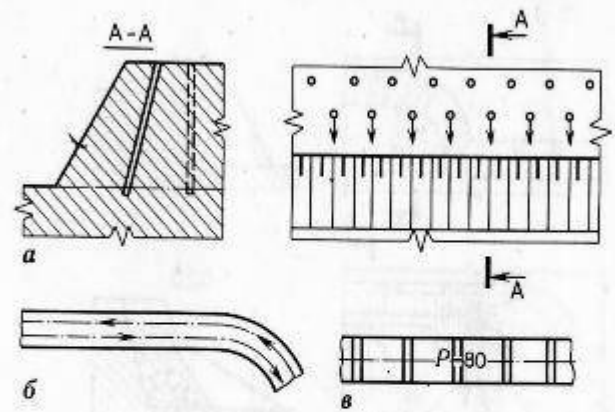


РИС. 83. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ:

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

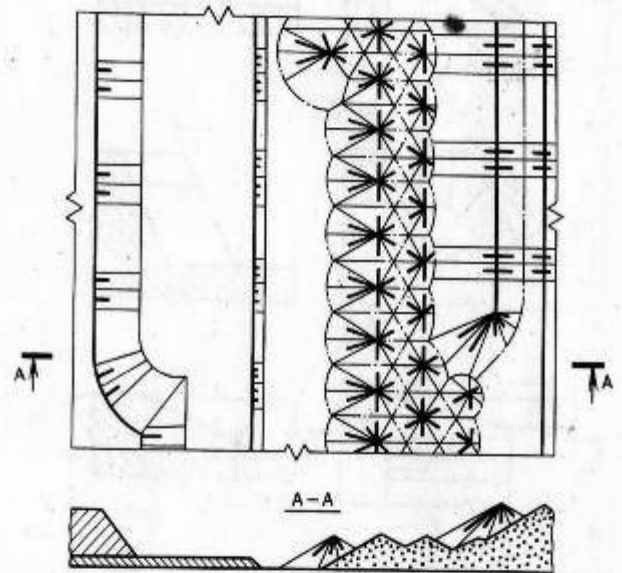


РИС. 84. УПРОЩЕННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

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  $\alpha$  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-

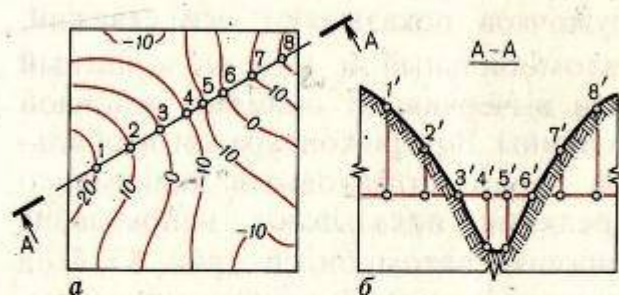


РИС. 85. ПОСТРОЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ПЛАНУ

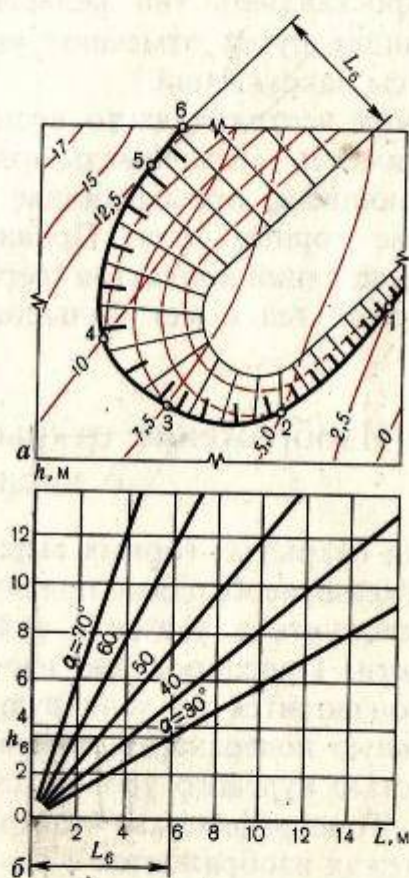


РИС. 86. ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТУРА ОТКРЫТОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ:

а — план топографической поверхности;  
б — вспомогательный график



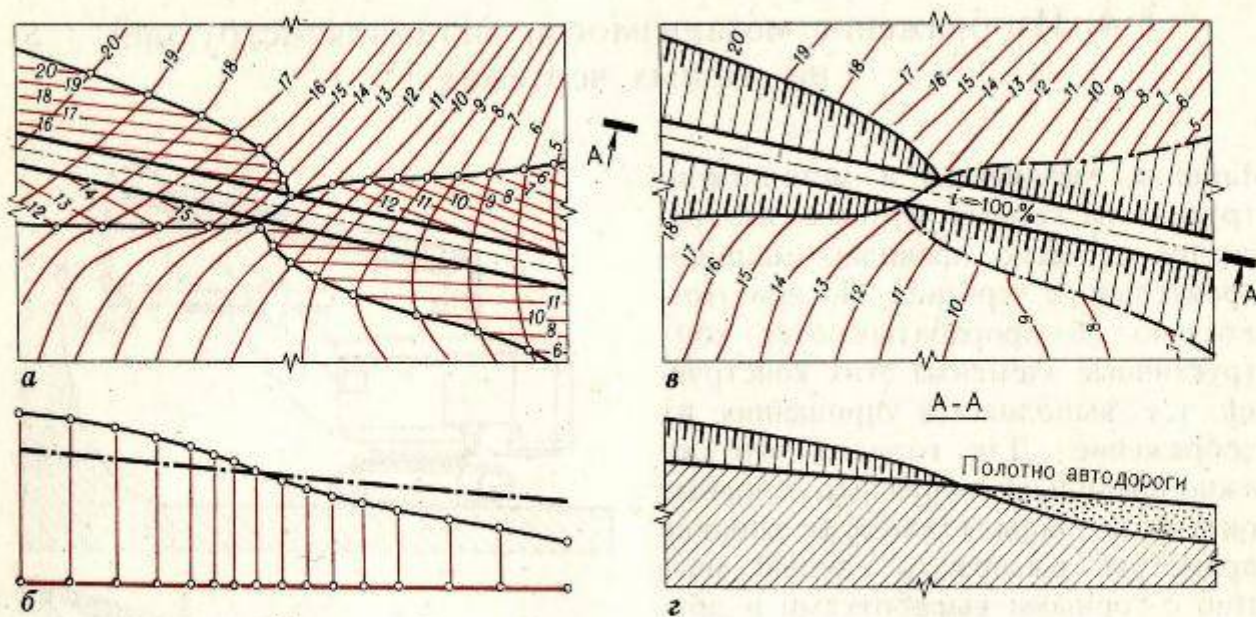


РИС. 87. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ВЫЕМКИ И НАСЫПИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОДОРОГИ

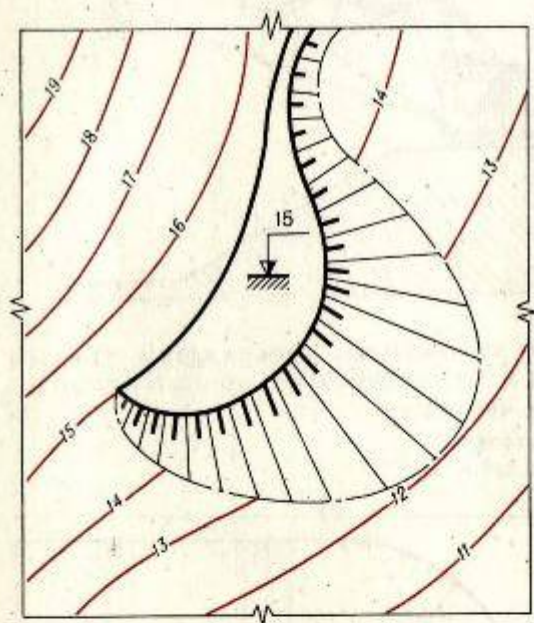


РИС. 88. ПЛАН АВТОМОБИЛЬНОГО ОТВАЛА

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).

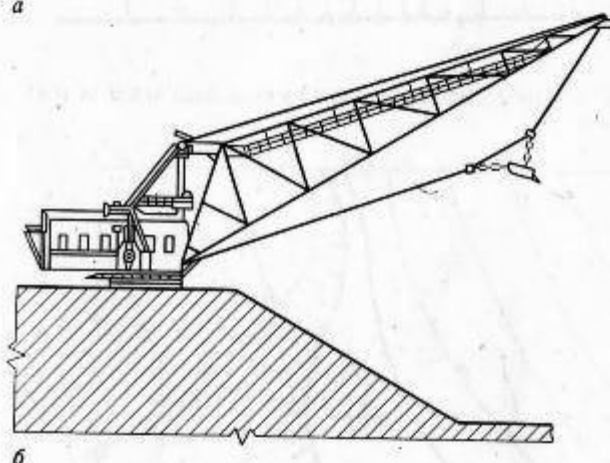
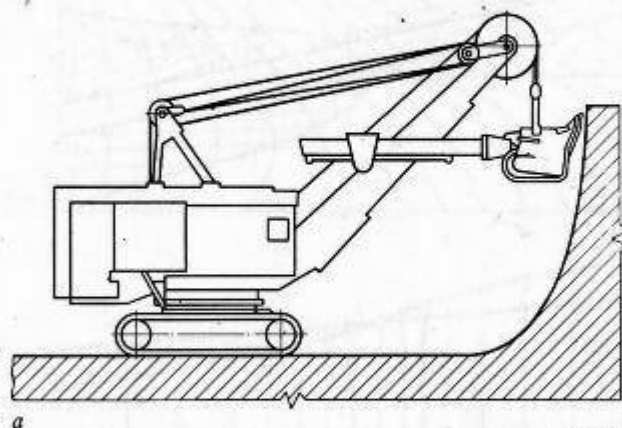


РИС. 89. УПРОЩЕННОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ НА ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖАХ:

а — мехлопаты;  
б — драглайна

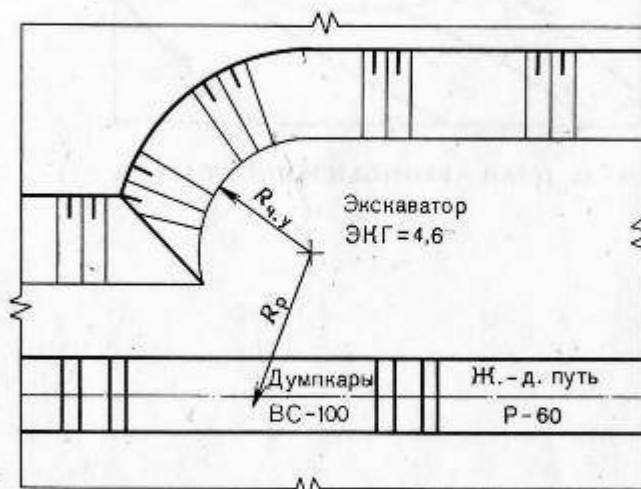


РИС. 90. ПРИНЦИПАЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ ЗАБОЯ МЕХЛОПАТЫ С ПОГРУЗКОЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ СОСТАВЫ

## 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 concentрические 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  $a'o' = c'b'$  и из точки  $O_1$  — окружность радиусом  $c'o' = o_1'd'$ . 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

$a'o' = o_1'b'$



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-

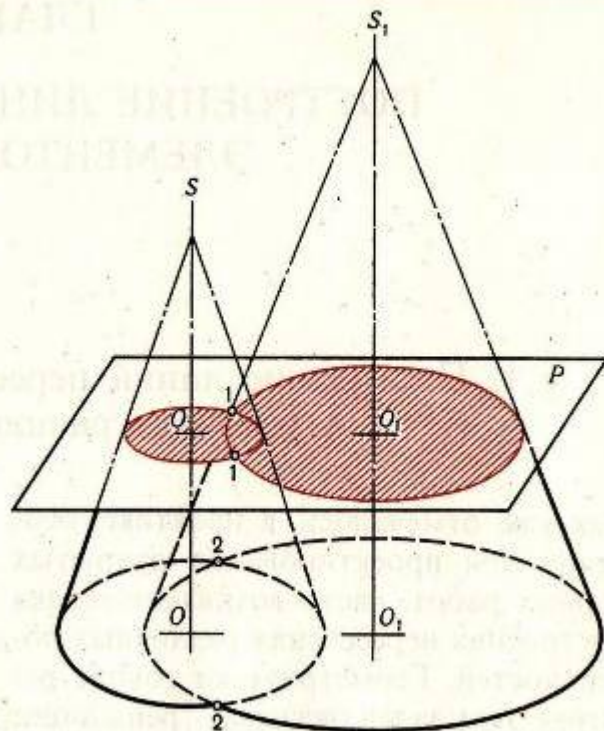


РИС. 91. СЕЧЕНИЕ КОНУСОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТЬЮ

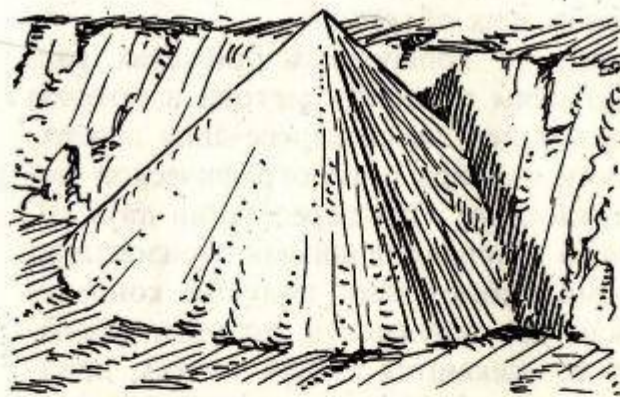


РИС. 93. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ, ОТСЫПАЕМЫЙ НА ОТКОС УСТУПА

Рис. 4.3



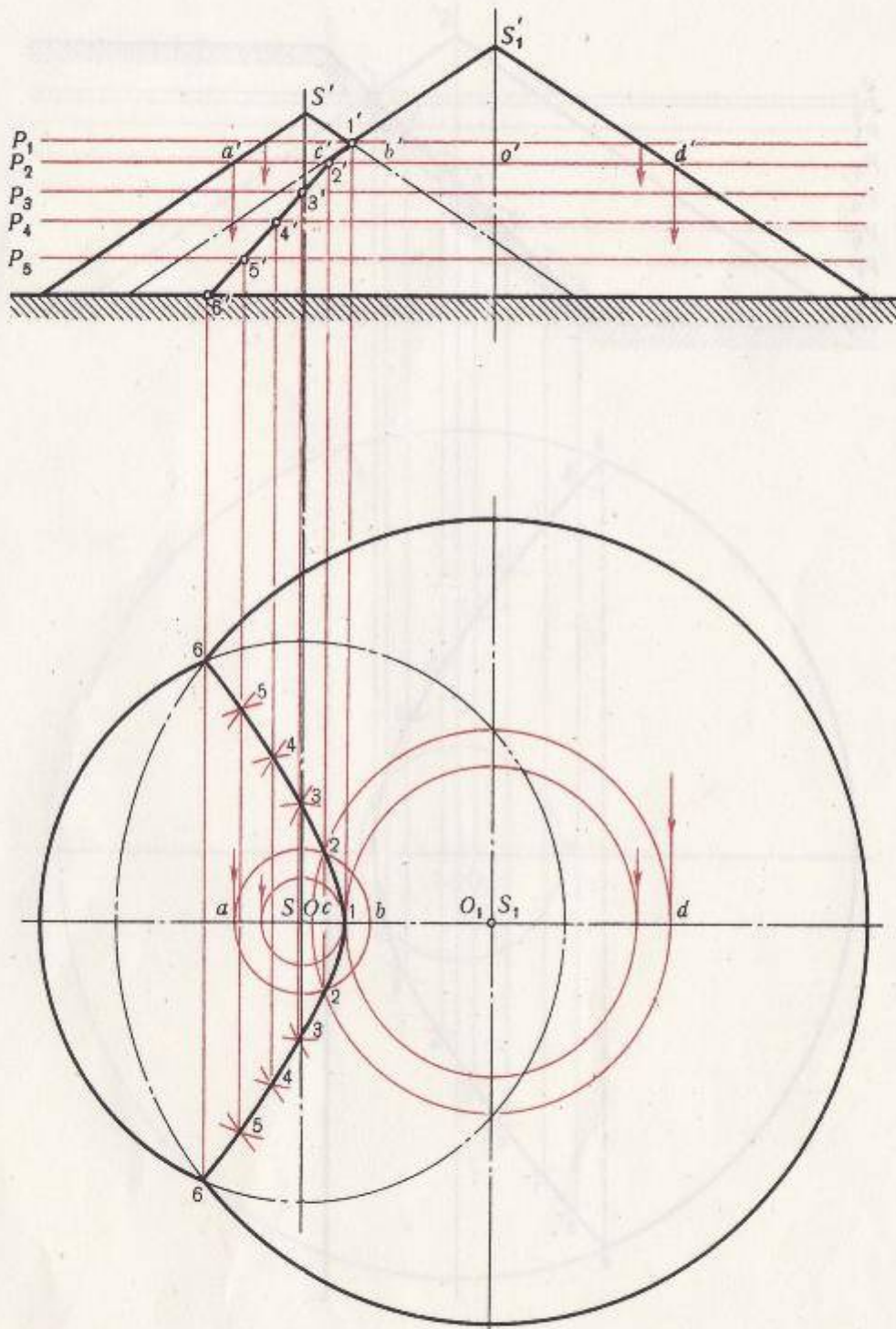


РИС. 92. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНЫХ ОТВАЛОВ РАЗНОЙ ВЫСОТЫ



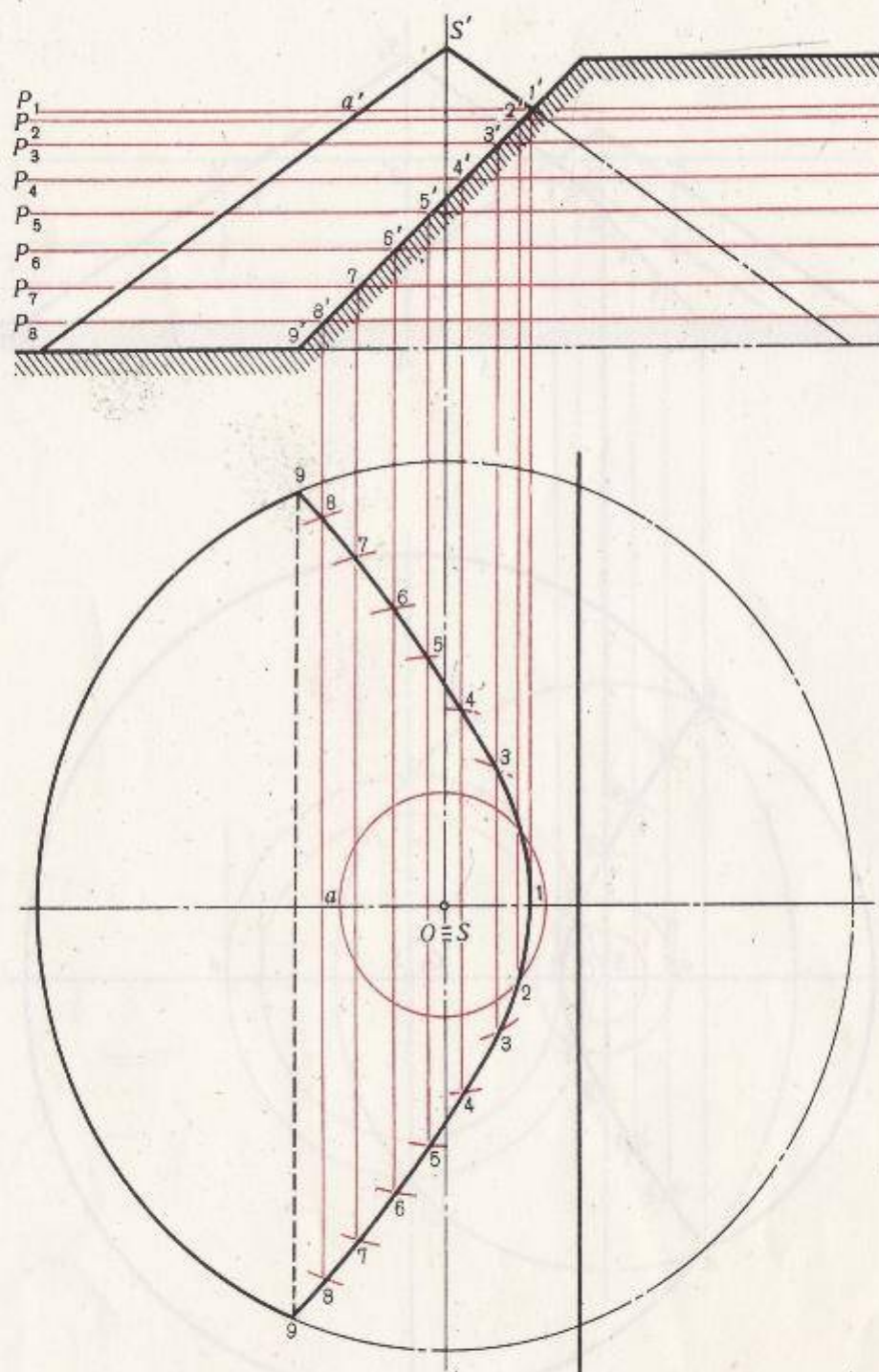


РИС. 94. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНОГО ОТВАЛА С ОТКОСОМ УСТУПА

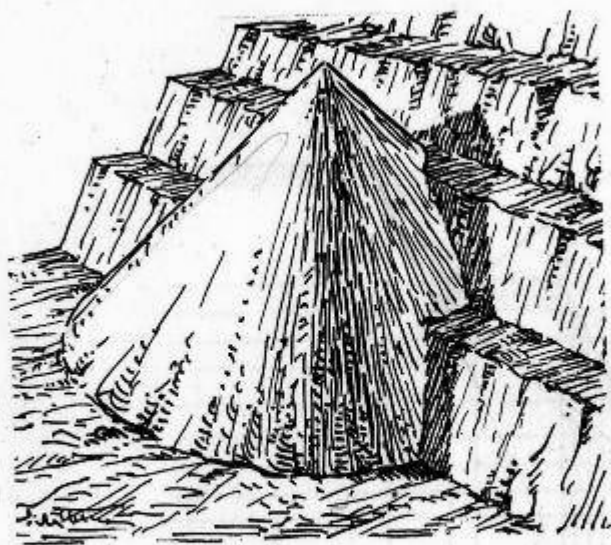


РИС. 95. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ, ОТСЫПАЕМЫЙ НА НЕРАБОЧИЙ БОРТ КАРЬЕРА

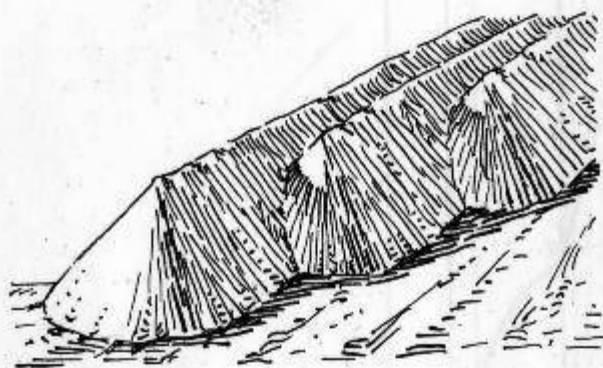


РИС. 97. ВНУТРЕННИЕ ПРИЗМАТИЧЕСКИЕ ОТВАЛЫ

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.



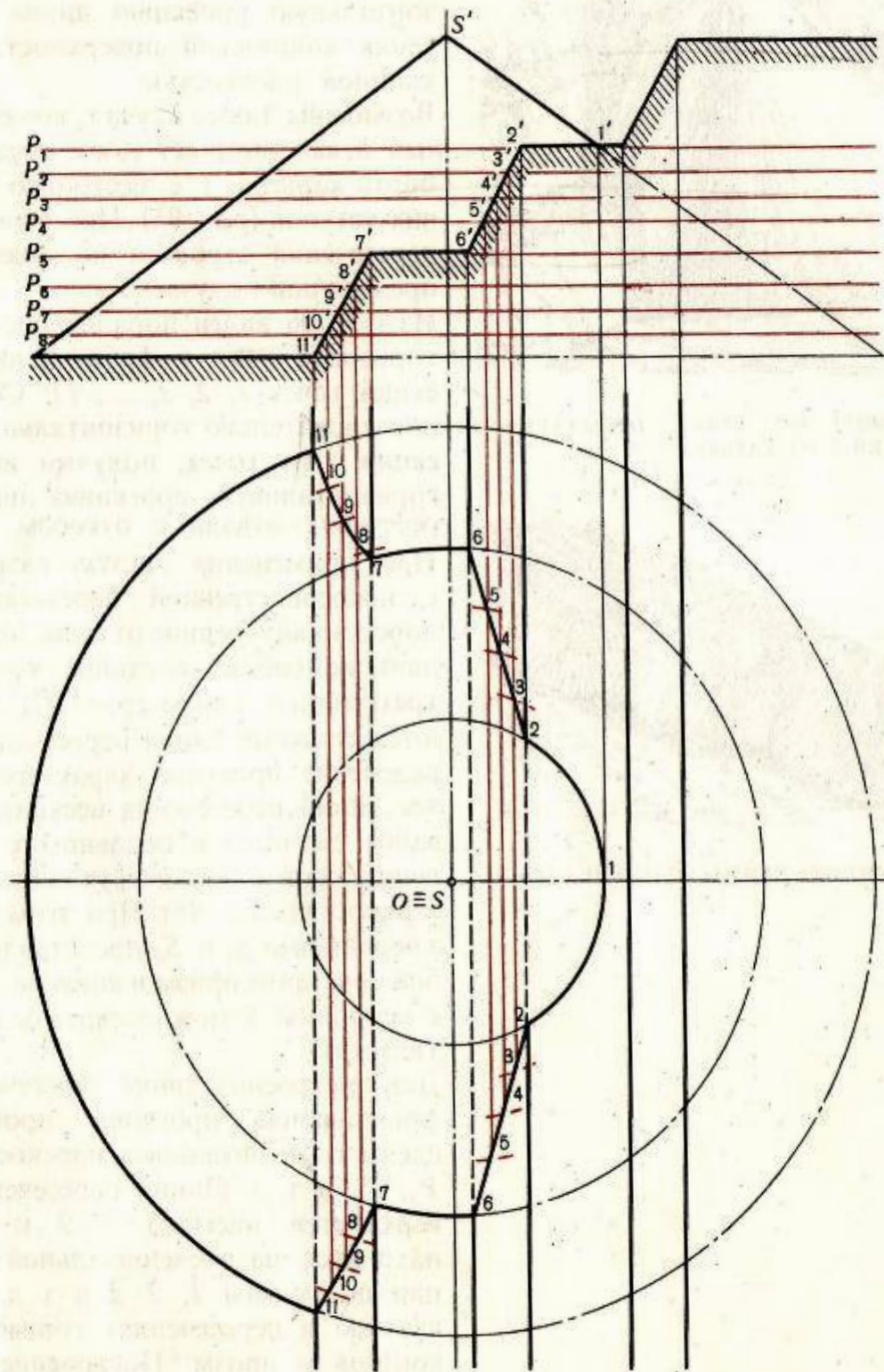


РИС. 96. ПОСТРОЕНИЕ ЧЕРТЕЖА КОНУСНОГО ОТВАЛА, ОТСЫПАЕМОГО НА БОРТ КАРЬЕРА

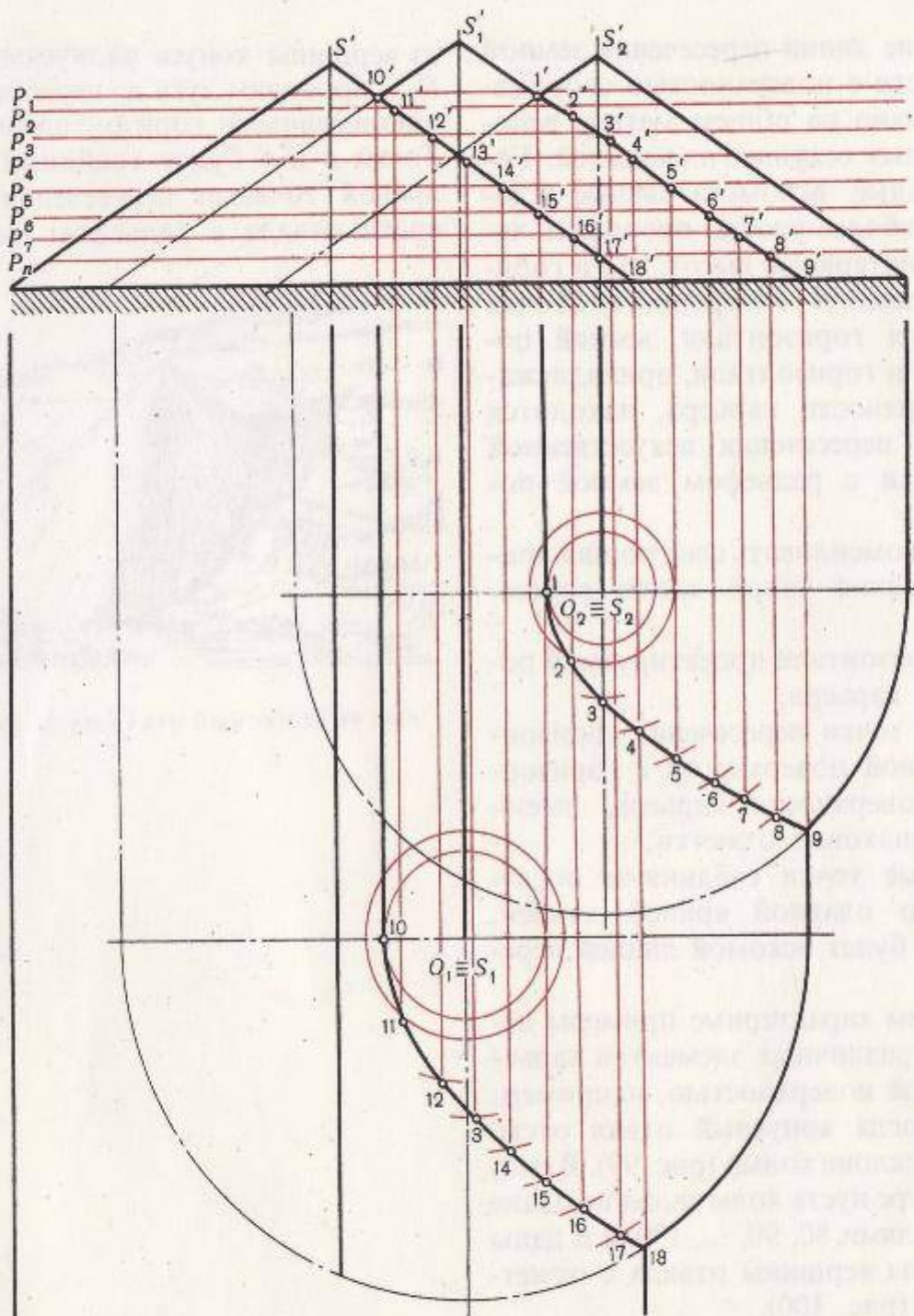


РИС. 98. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ ВНУТРЕННИХ ОТВАЛОВ



## § 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.

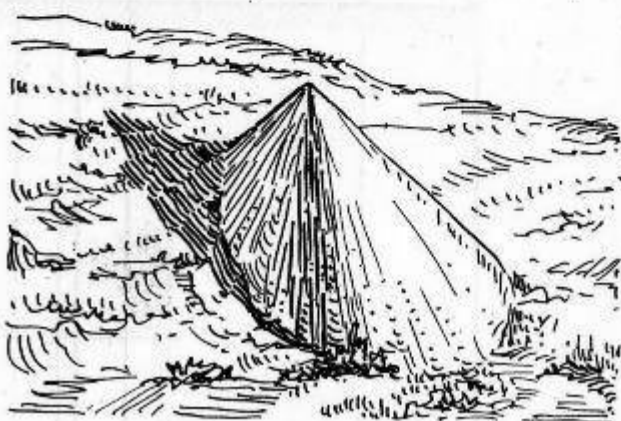


РИС. 99. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ НА СКЛОНЕ ХОЛМА



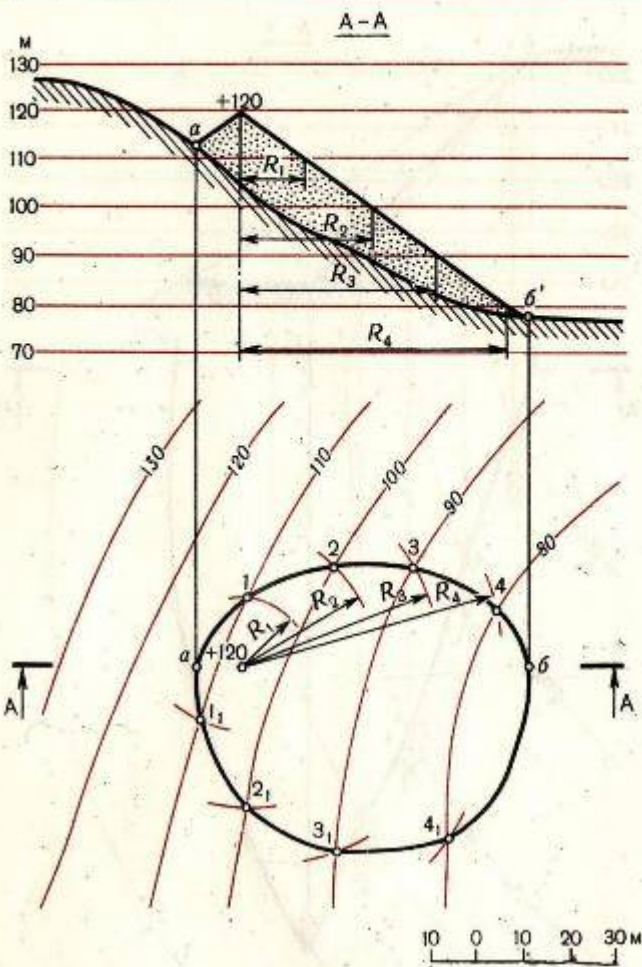


РИС. 100. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНОГО ОТВАЛА СО СКОЛОМ ХОЛМА

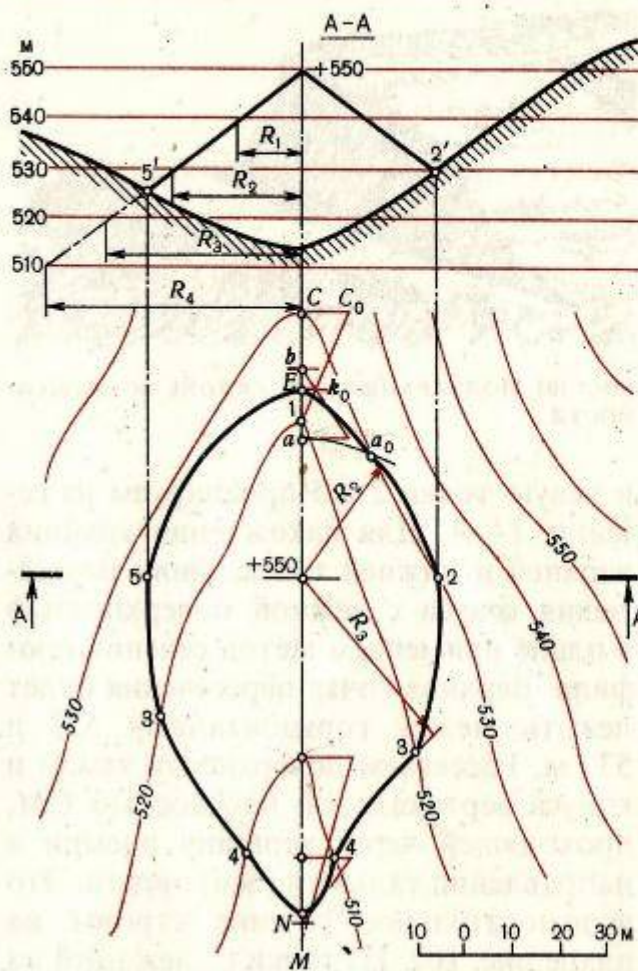


РИС. 102. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ КОНУСНОГО ОТВАЛА, РАСПОЛОЖЕННОГО В ОВРАГЕ

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

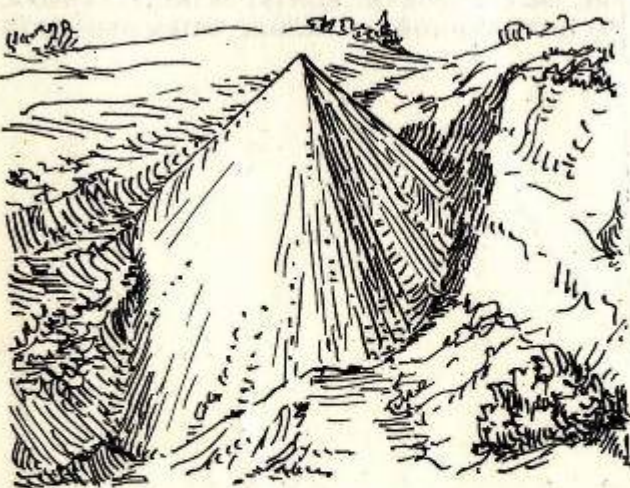


РИС. 101. КОНУСНЫЙ ОТВАЛ В ОВРАГЕ





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-

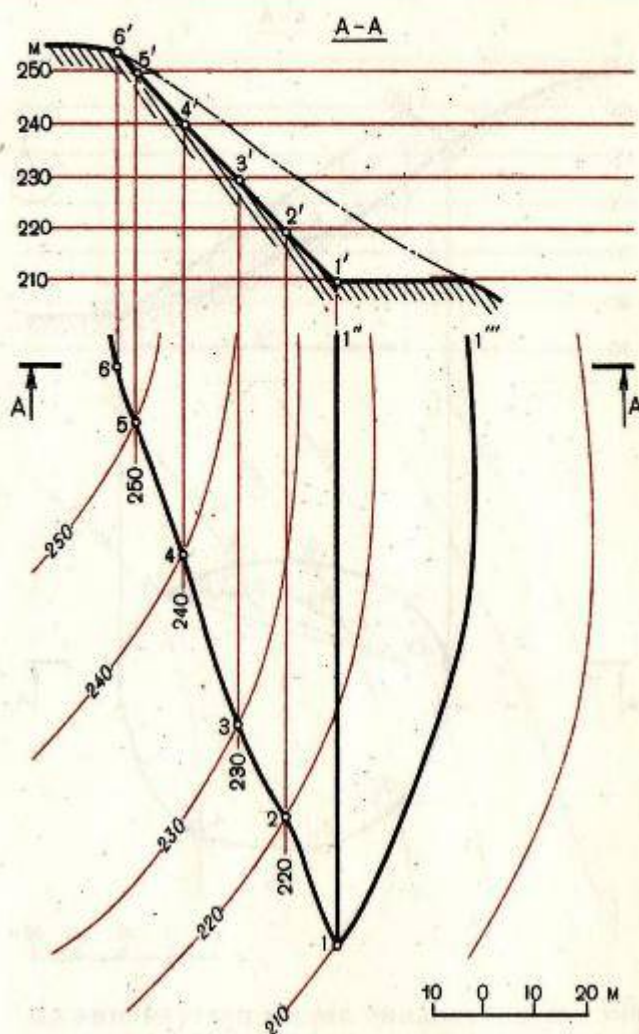


РИС. 104. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ПОЛУТРАНШЕИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ



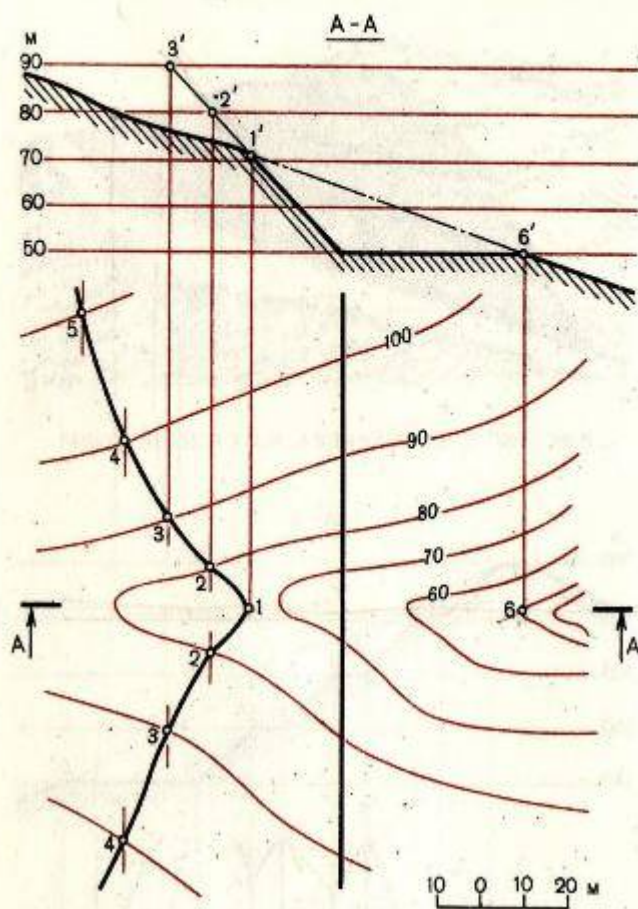


РИС. 105. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОЛУТРАНШЕИ С ЛОЩИНОЙ

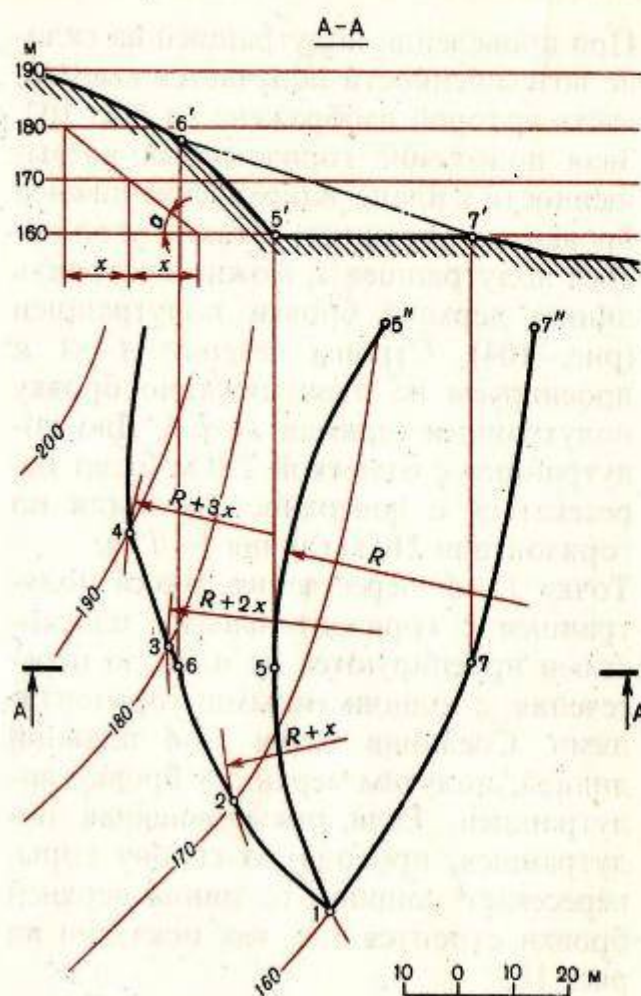


РИС. 106. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОТКРЫТОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ, РАСПОЛОЖЕННОЙ НА СКЛОНЕ ГОРЫ

са и откос земной поверхности пересекаются в точке  $k_0$ . Опустив из точки  $k_0$  перпендикуляр на линию  $СМ$ , 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  $\alpha$ , 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  $\alpha$  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

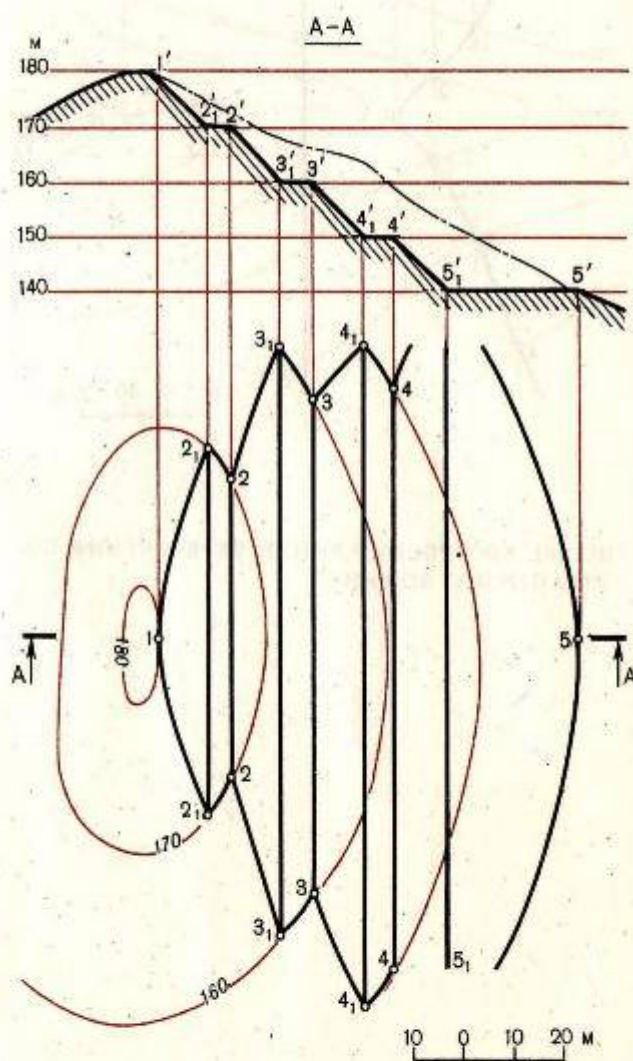


РИС. 108. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРА БОРТА КАРЬЕРА, РАСПОЛОЖЕННОГО НА СКЛОНЕ ГОРЫ



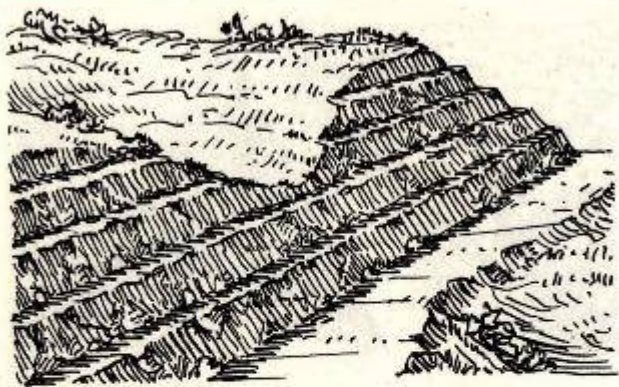


РИС. 109. БОРТ КАРЬЕРА НА СКЛОНЕ ГОРЫ, ПЕРЕСЕЧЕННОЙ ОВРАГАМИ

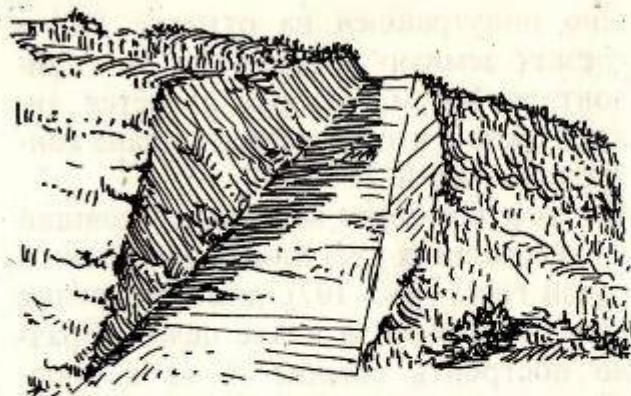


РИС. 111. ТРАНШЕЯ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ

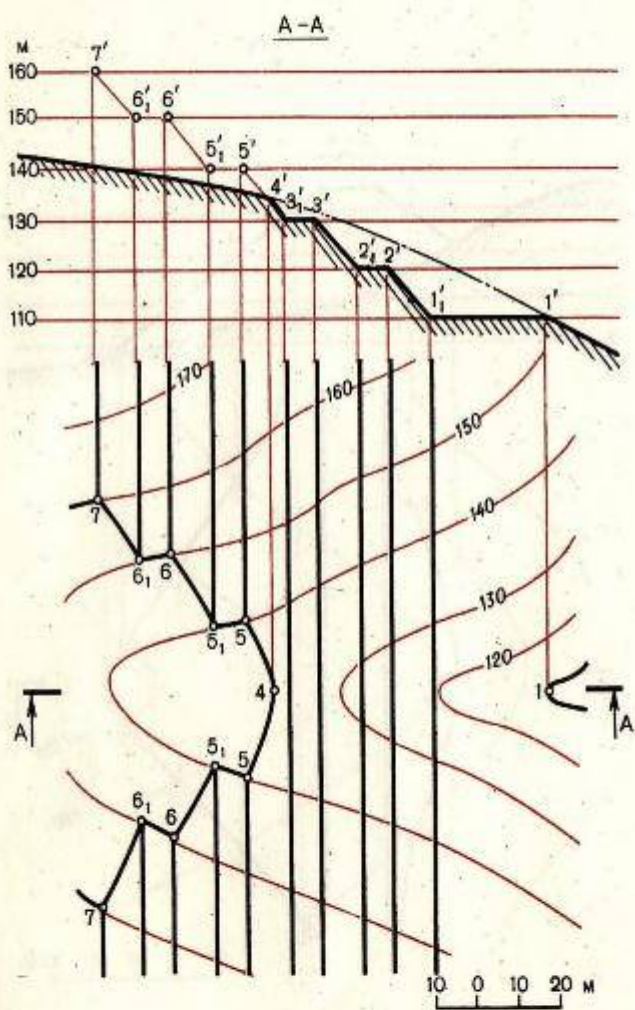


РИС. 110. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ БОРТА КАРЬЕРА: РАСПОЛОЖЕННОГО НА СКЛОНЕ ГОРЫ С ОВРАГАМИ

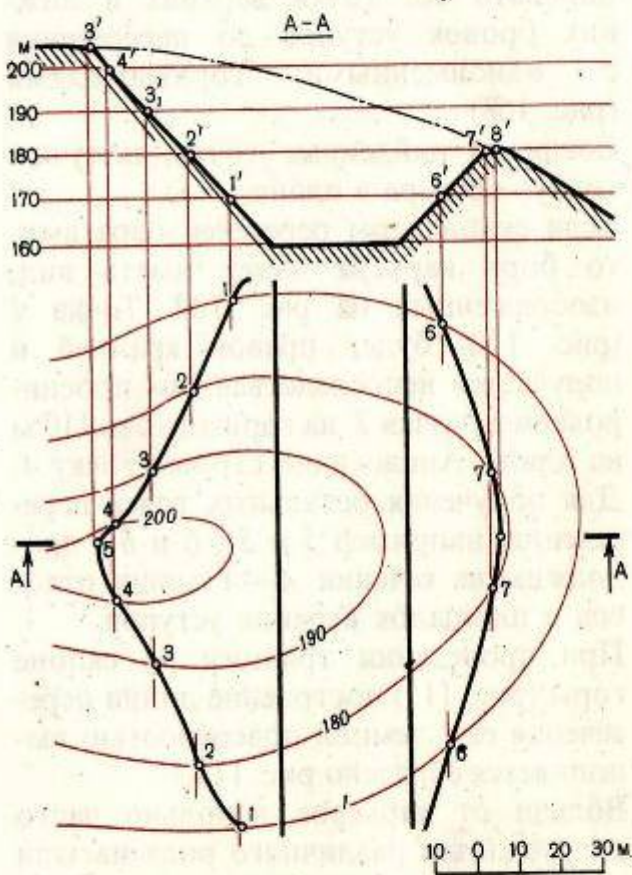


РИС. 112. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ТРАНШЕИ НА СКЛОНЕ ВОЗВЫШЕННОСТИ

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

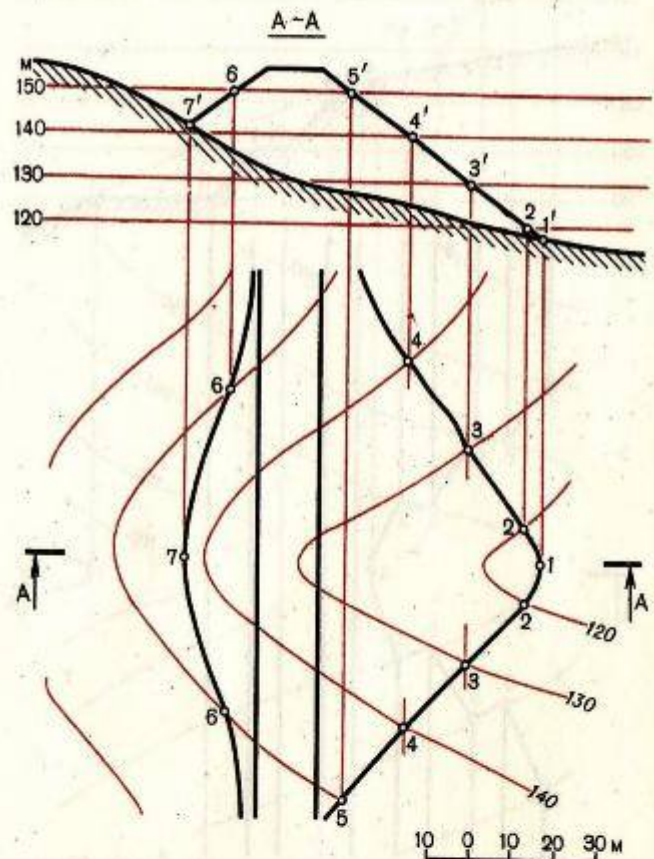


РИС. 114. ПОСТРОЕНИЕ КОНТУРОВ ДАМБЫ



## 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

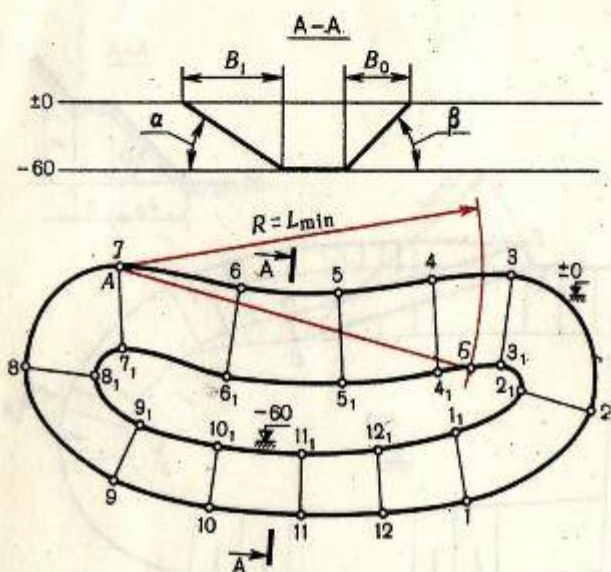


РИС. 116. КОНТУРЫ КАРЬЕРА

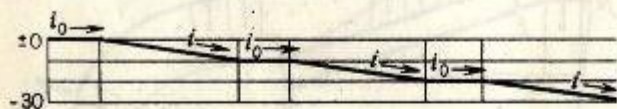


РИС. 117. ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ТРАССЫ

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  $\alpha$  и  $\beta$  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  $B$ ;
- $\varphi_{\text{ср}}$ ,  $\varphi_p$  и  $\varphi_2$  — углы наклона площадок трасс, градус;
- $\varphi_1$  — 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:

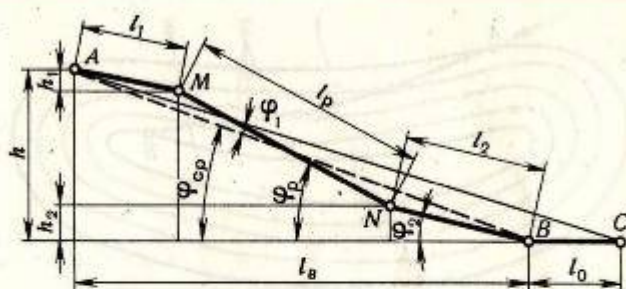


РИС. 118. СОСТАВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТРАССЫ НА УСТУПЕ

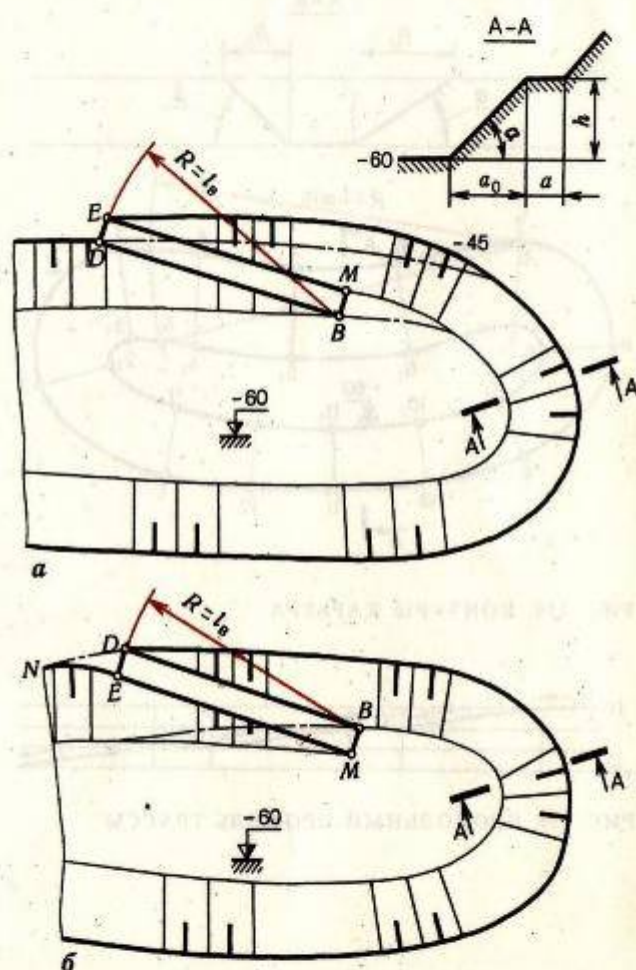


РИС. 119. ПОСТРОЕНИЕ ПЛАНА ВНУТРЕННЕЙ НАКЛОННОЙ ТРАНСШЕЙ



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

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

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, *a*) 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, *a*), 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



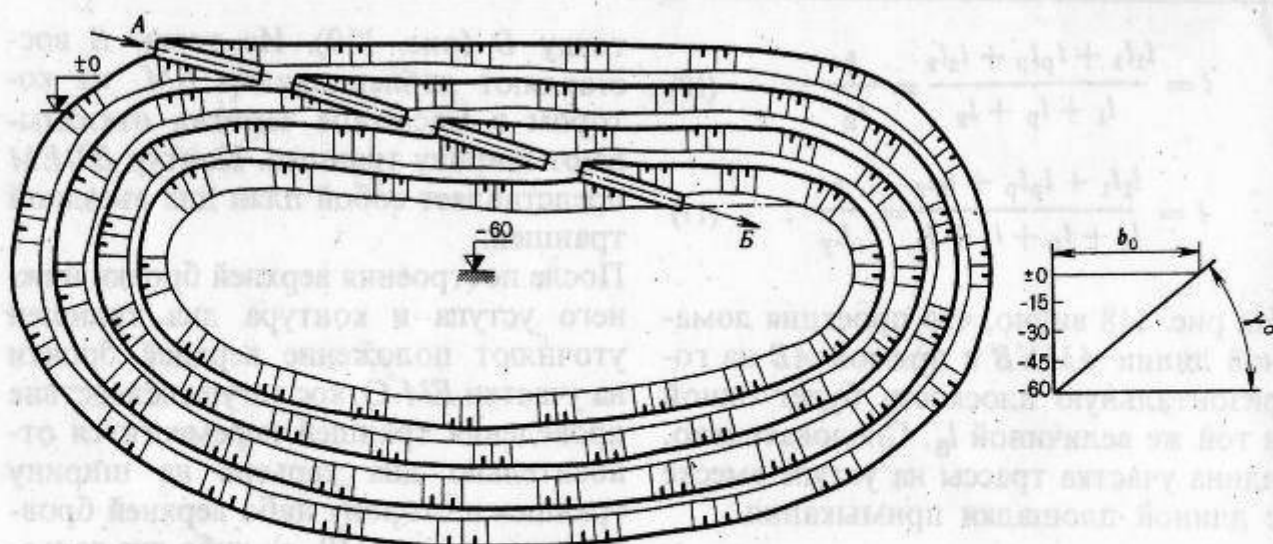


РИС. 120. ПОСТРОЕНИЕ ТРАССЫ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ СИСТЕМОЙ НАКЛОННЫХ ВНУТРЕННИХ ТРАНШЕЙ НА БОРТУ КАРЬЕРА

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



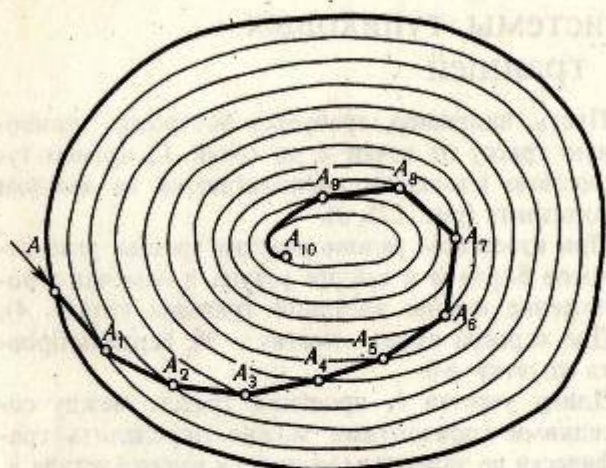


РИС. 122. ПОСТРОЕНИЕ СПИРАЛЬНОЙ ТРАССЫ ВНУТРЕННИХ ТРАНШЕЙ

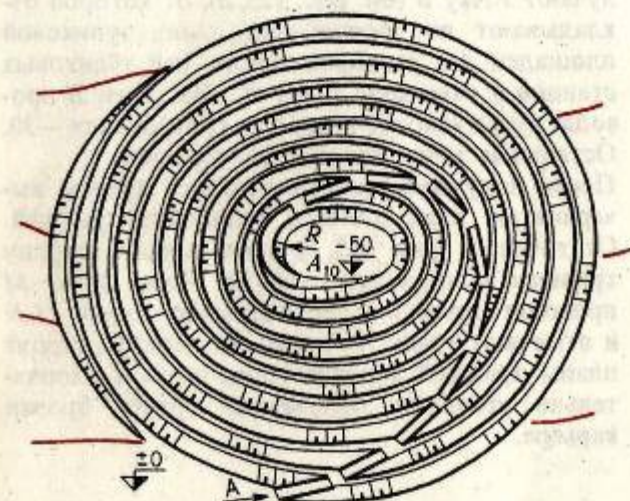


РИС. 123. ПЛАН КАРЬЕРА СО СПИРАЛЬНОЙ ТРАССОЙ ТРАНШЕЙ

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  $\varphi$  и высоте уступа  $h$  намечают положение начала въездной траншеи (точка  $A$ ). Дно карьера имеет отметку  $-90$ , верхняя бровка отметку  $\pm 0$ .

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



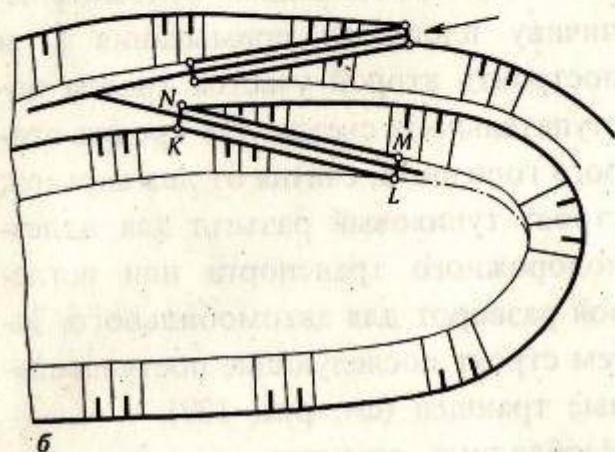
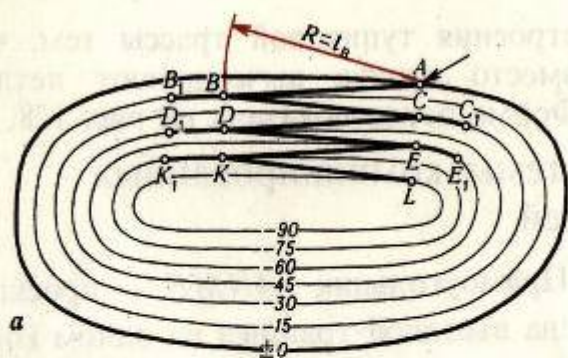


РИС. 125. ПОСТРОЕНИЕ ТРАССЫ ПРИ ВСКРЫТИИ КАРЬЕРА СИСТЕМОЙ ТУПИКОВЫХ ВНУТРЕННИХ ТРАНШЕЙ

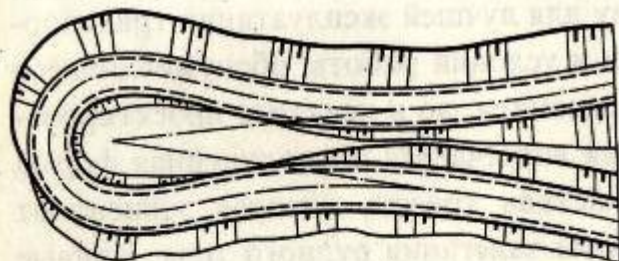


РИС. 126. ПЕТЛЕВОЙ ЗАЕЗД

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  $\alpha$ . Исходными данными для расчета и разбивки серпантины служат:

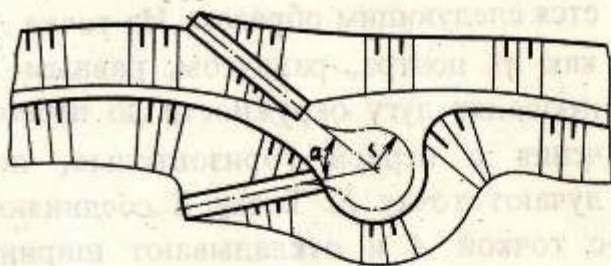


РИС. 128. ФОРМА ПЕТЛИ ТРАССЫ ТРАНШЕЙ

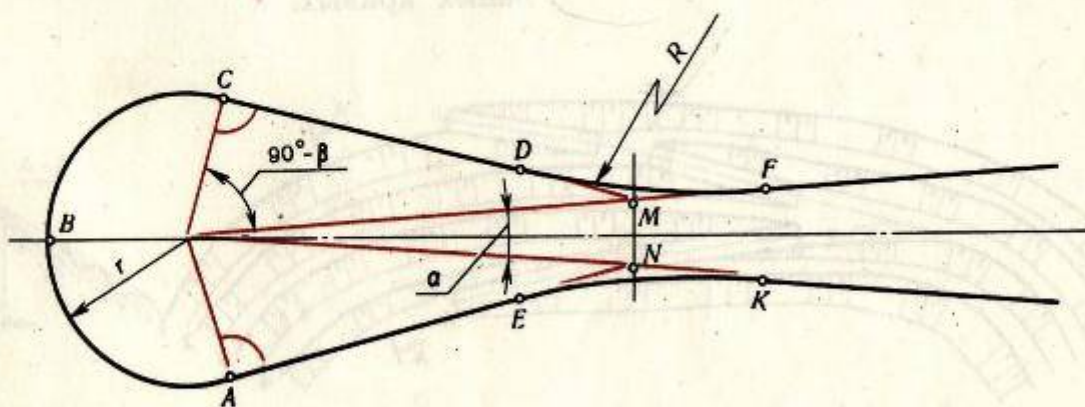


РИС. 127. ПОСТРОЕНИЕ ПЕТЛИ ТРАССЫ ТРАНШЕЙ (СЕРПАНТИНЫ)



угол  $\alpha$ , 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.

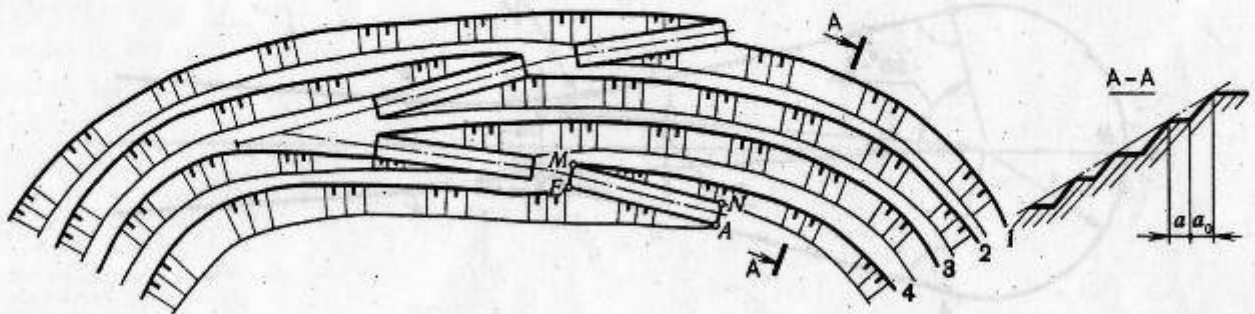


РИС. 129. КОМБИНИРОВАННАЯ ТУПИКОВО-ПОСТУПАТЕЛЬНАЯ ТРАССА ВСКРЫВАЮЩИХ ТРАНШЕЙ



## 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-



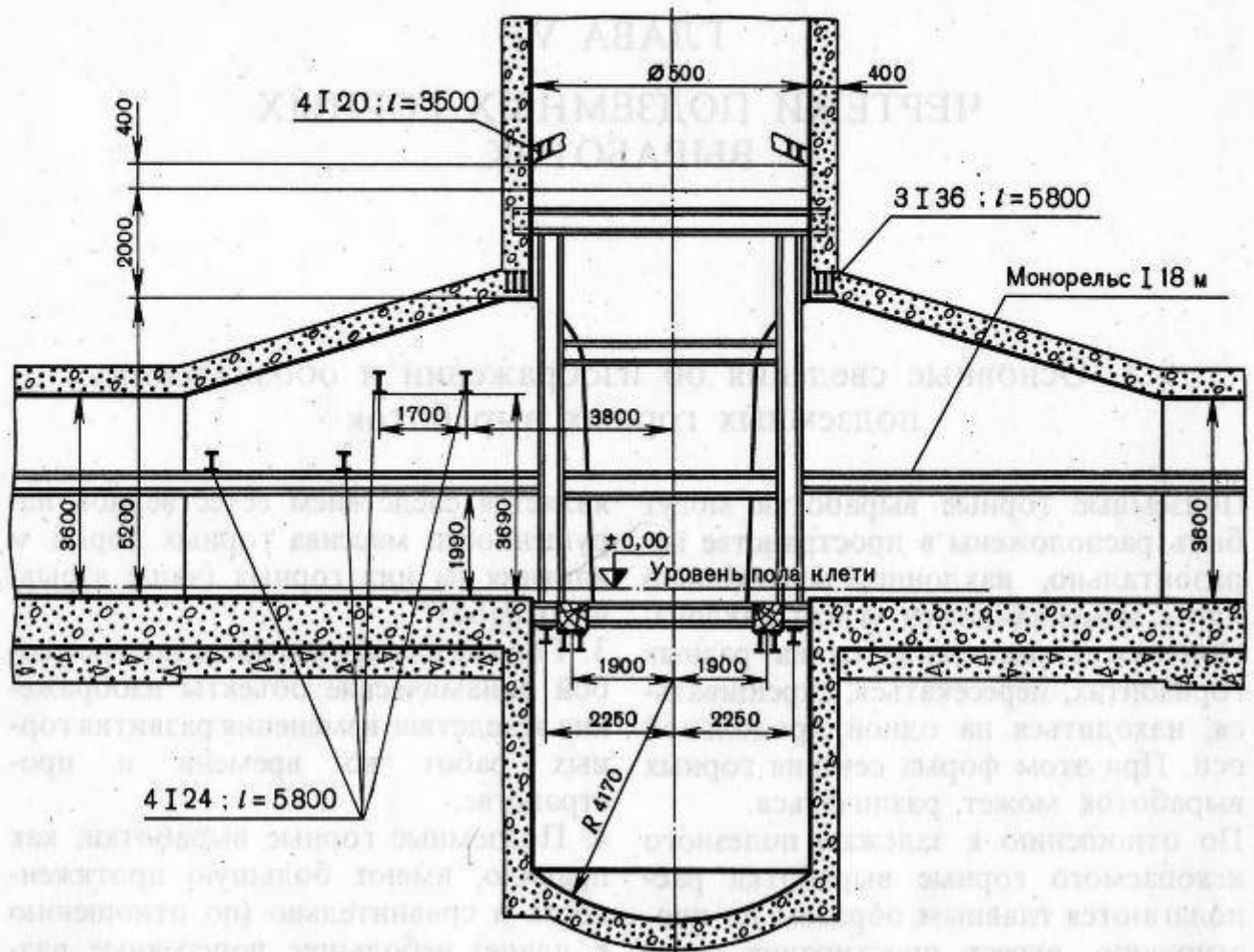


РИС. 130. ВЕРТИКАЛЬНОЕ СЕЧЕНИЕ КАПИТАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

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:



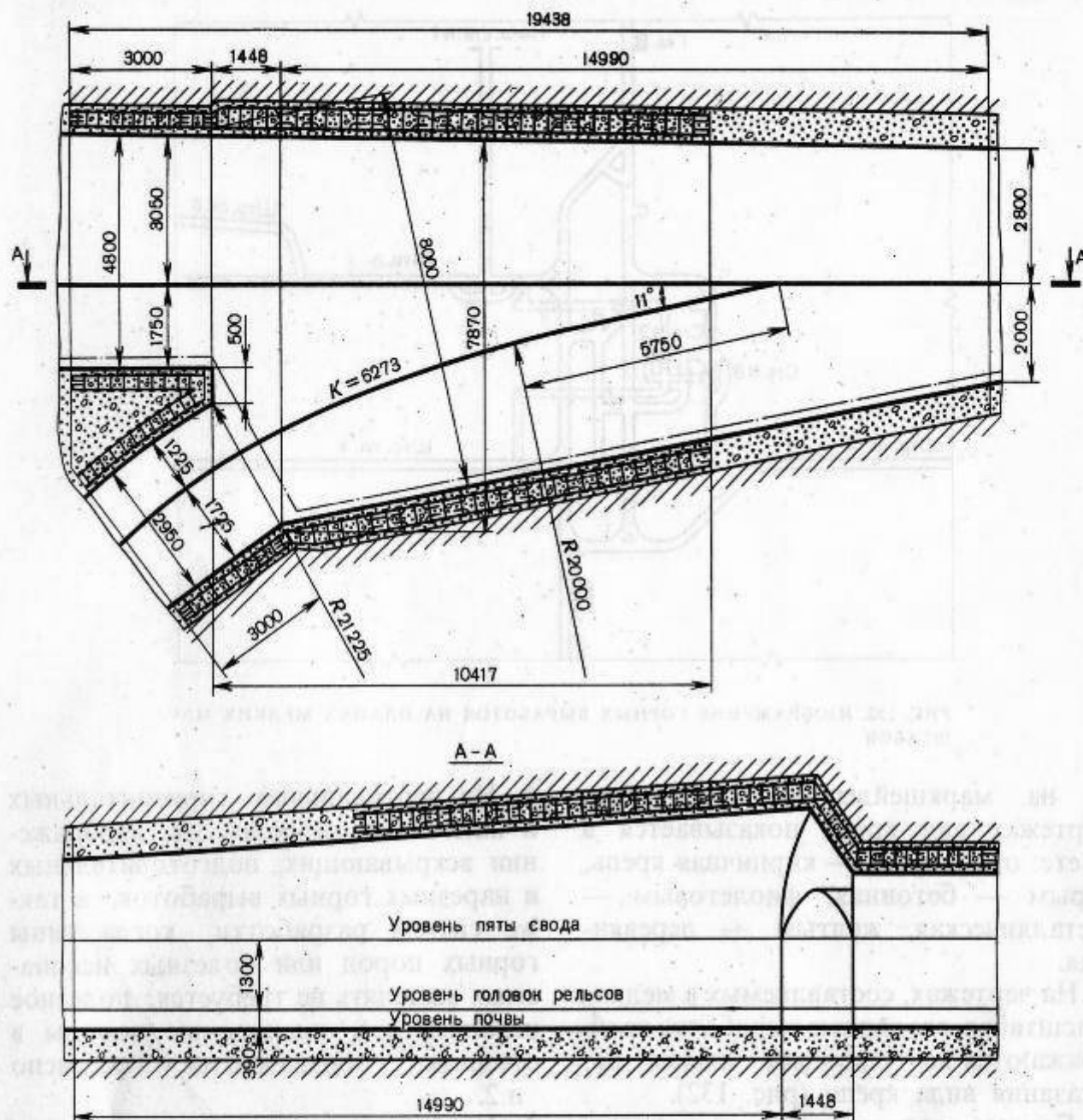


РИС. 131. КАПИТАЛЬНАЯ ГОРНАЯ ВЫРАБОТКА, ЗАКРЕПЛЕННАЯ СБОРНЫМ ЖЕЛЕЗОБЕТОНОМ

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);

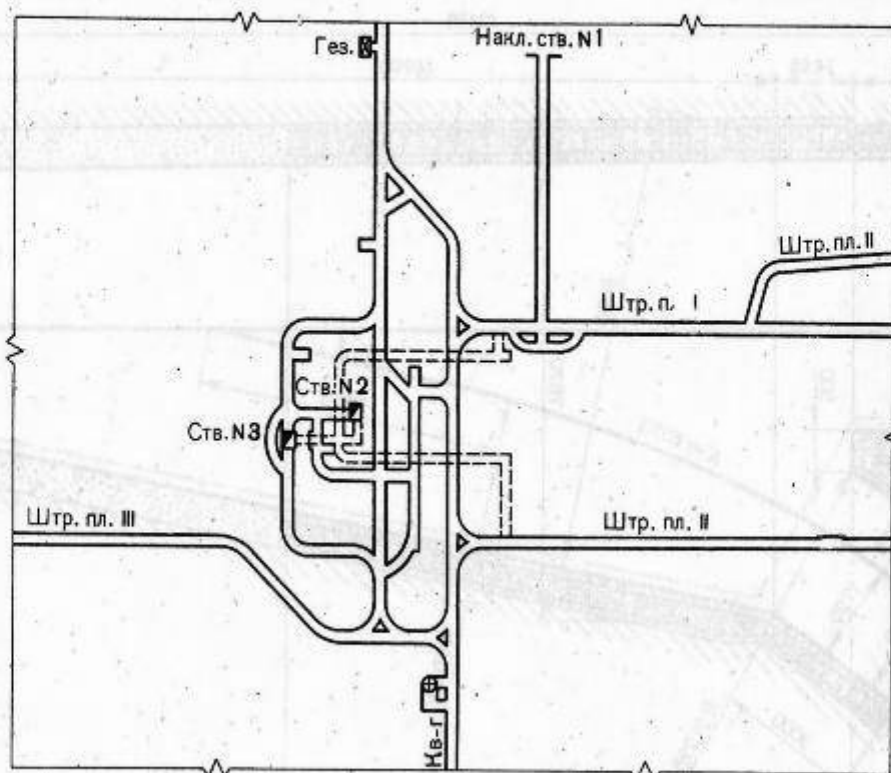


РИС. 132. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ПЛАНАХ МЕЛКИХ МАСШТАБОВ

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



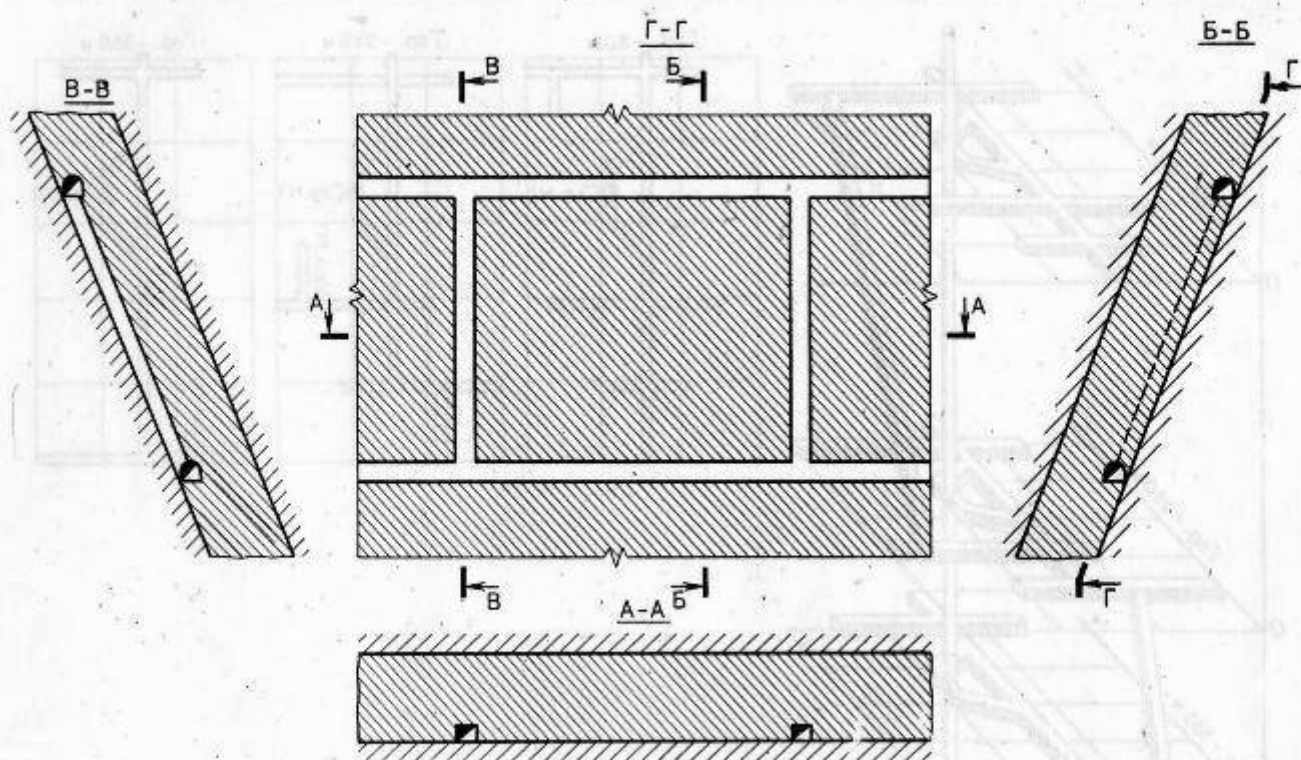


РИС. 133. ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ И ВМЕЩАЮЩИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

(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



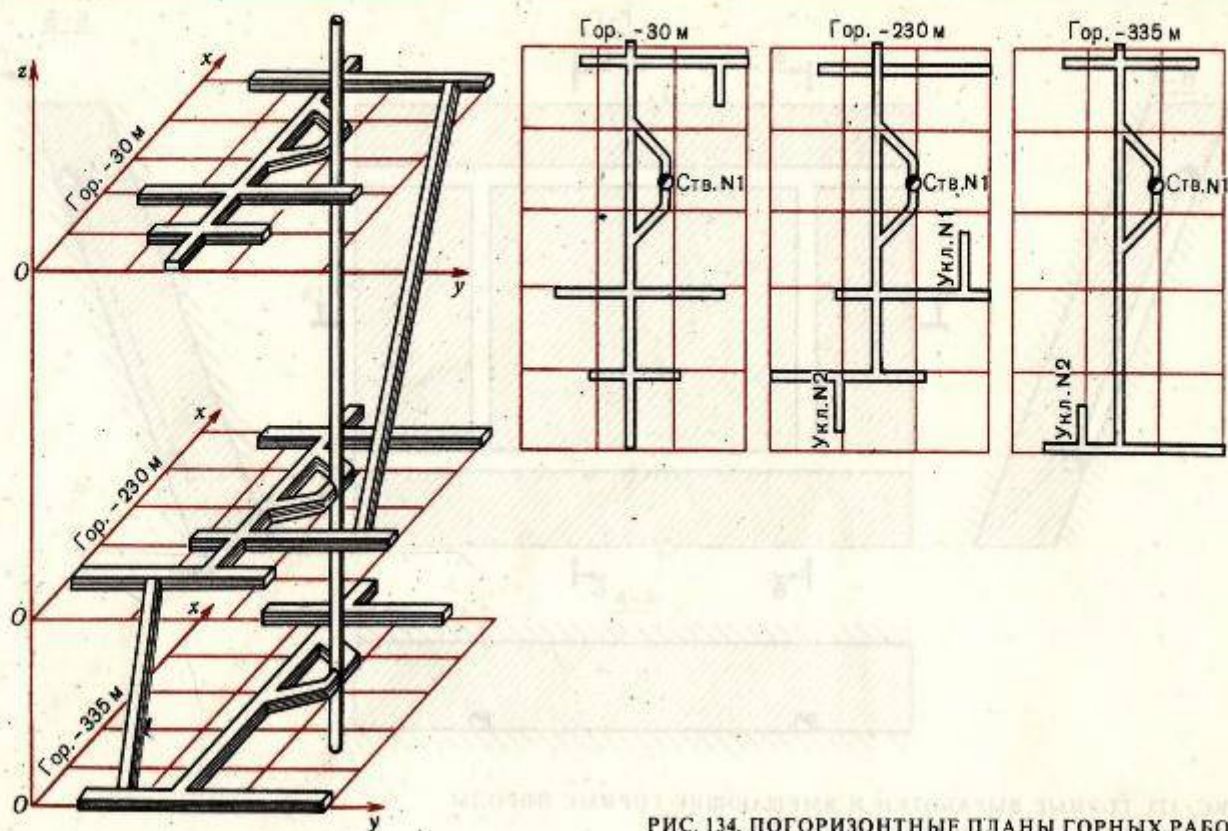


РИС. 134. ПОГОРИЗОНТНЫЕ ПЛАНЫ ГОРНЫХ РАБОТ

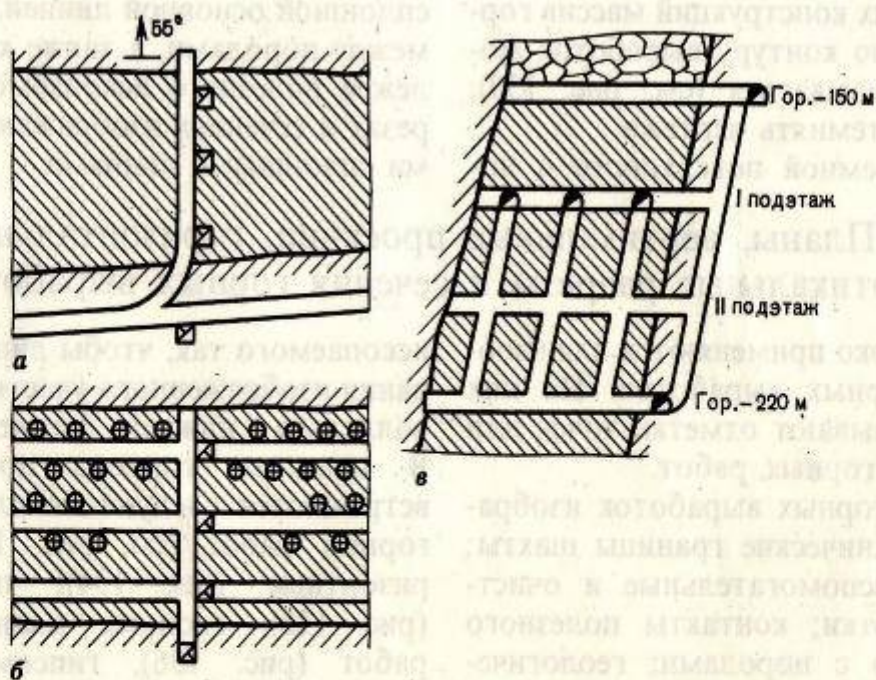


РИС. 135. СИСТЕМА ПОДЭТАЖНОГО ОБРУШЕНИЯ:

а — план основного горизонта;

б — план I подэтажа;

в — разрез вкрест простираения



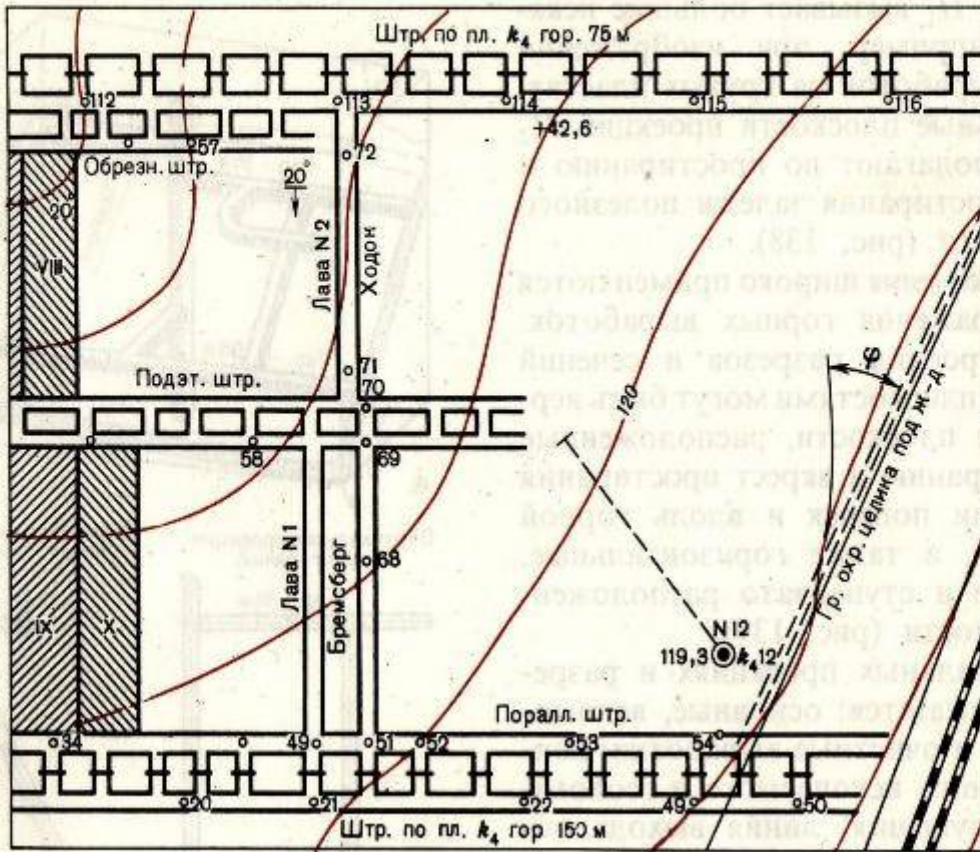


РИС. 136. СВОДНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ

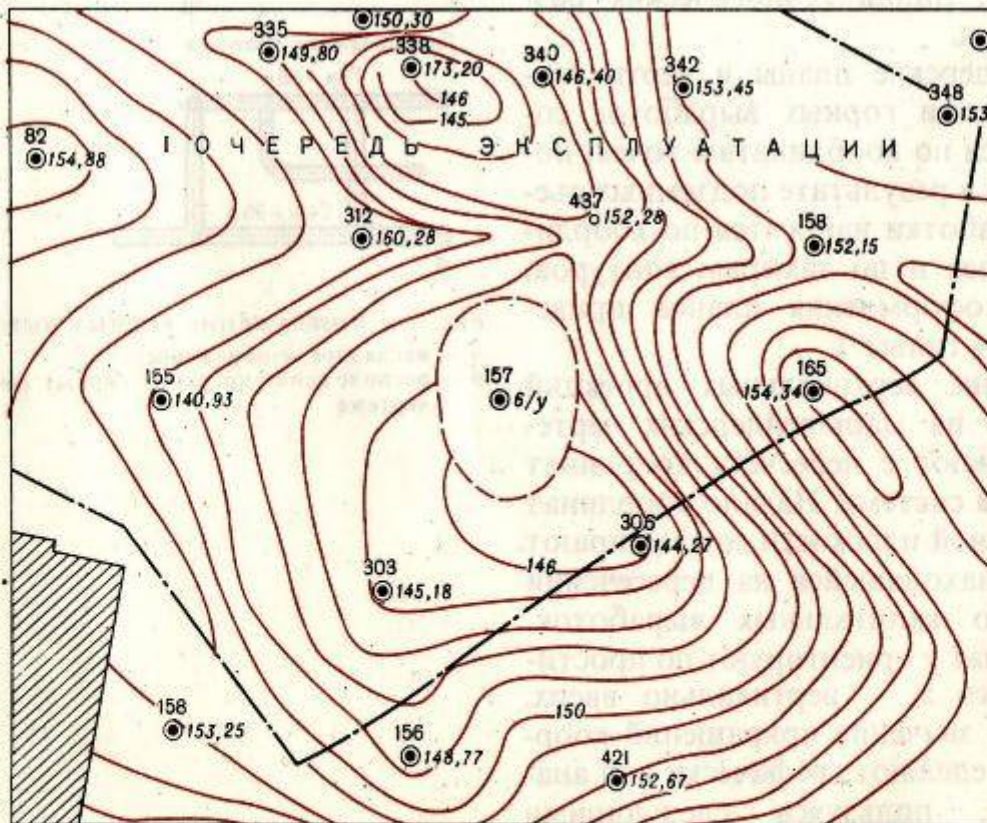


РИС. 137. ГИПСОМЕТРИЧЕСКИЙ ПЛАН



плоскость  $\Pi_1$  вызывает большие искажения, например, при изображении горных выработок на крутых пластах. Вертикальные плоскости проекций  $\Pi_2$  и  $\Pi_3$  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  $y$  ориентируют по простиранию, ось  $z$  — вертикально вверх. Числовые значения приращений координат определяют графически или аналитически, пользуясь следующими формулами:

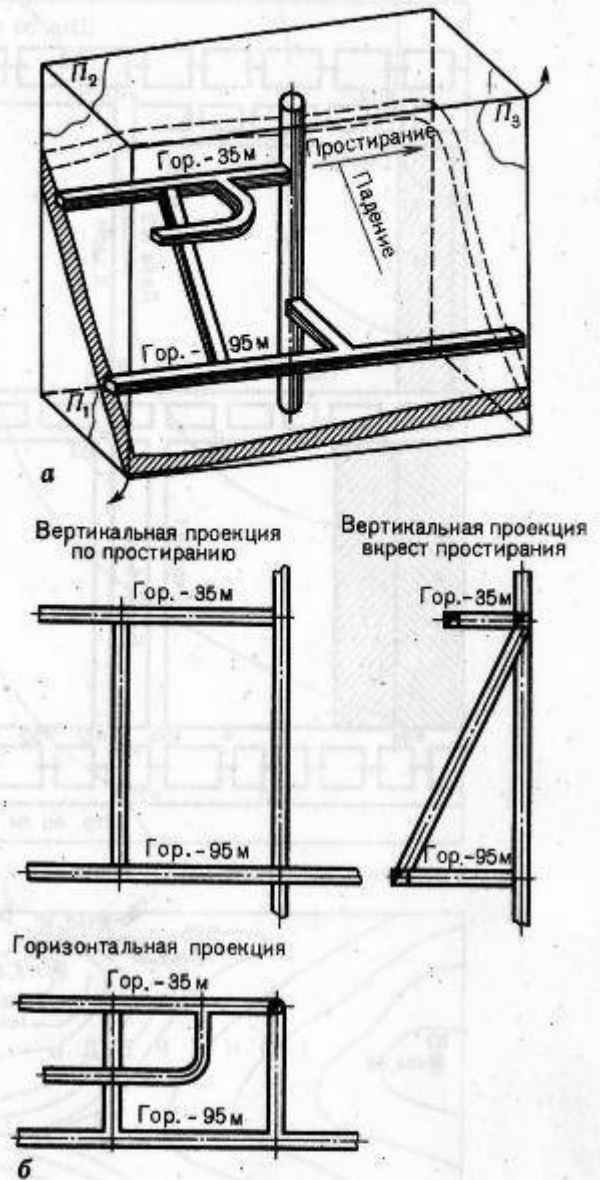


РИС. 138. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК:  
 а — наглядное изображение;  
 б — расположение проекций горных выработок на чертеже



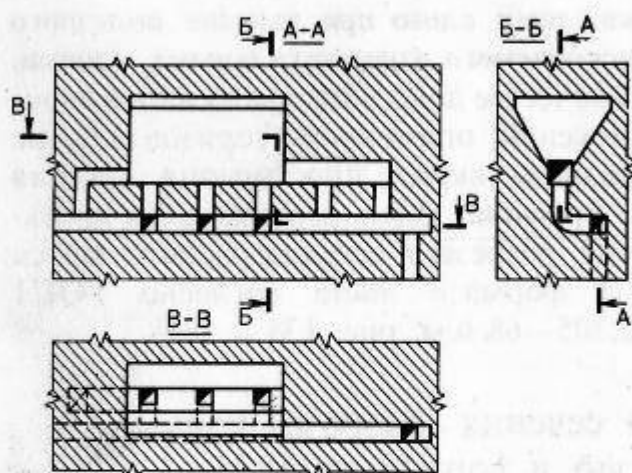


РИС. 139. ПРИМЕР СЛОЖНОГО СТУПЕНЧАТОГО РАЗРЕЗА

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

где  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  — приращения координат в старой системе;  $\Delta x'$ ,  $\Delta y'$ ,  $\Delta z'$  — приращения координат в условной системе;  $\alpha$  — 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.

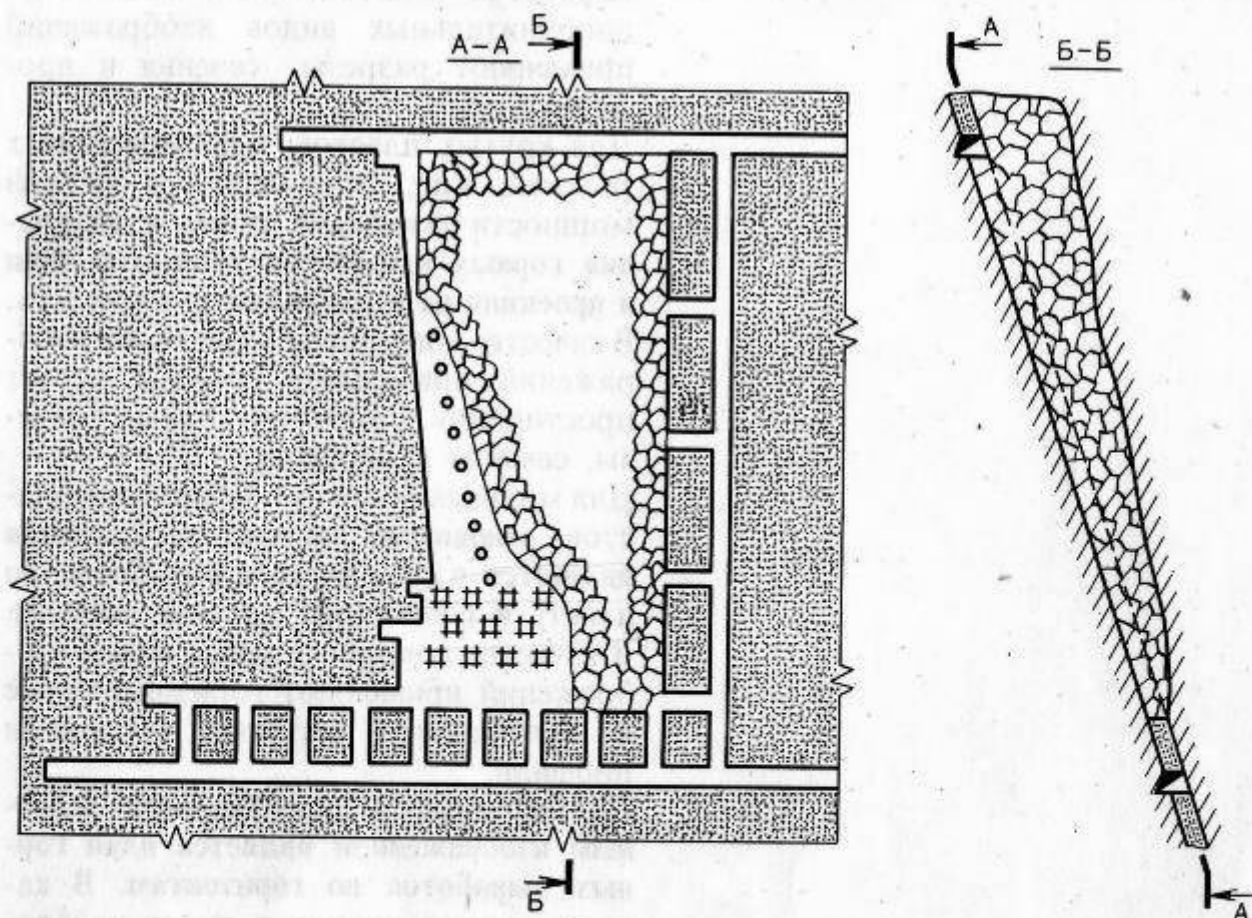


РИС. 140. ИЗОБРАЖЕНИЕ НАКЛОННОГО СЕЧЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ВЕРТИКАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ



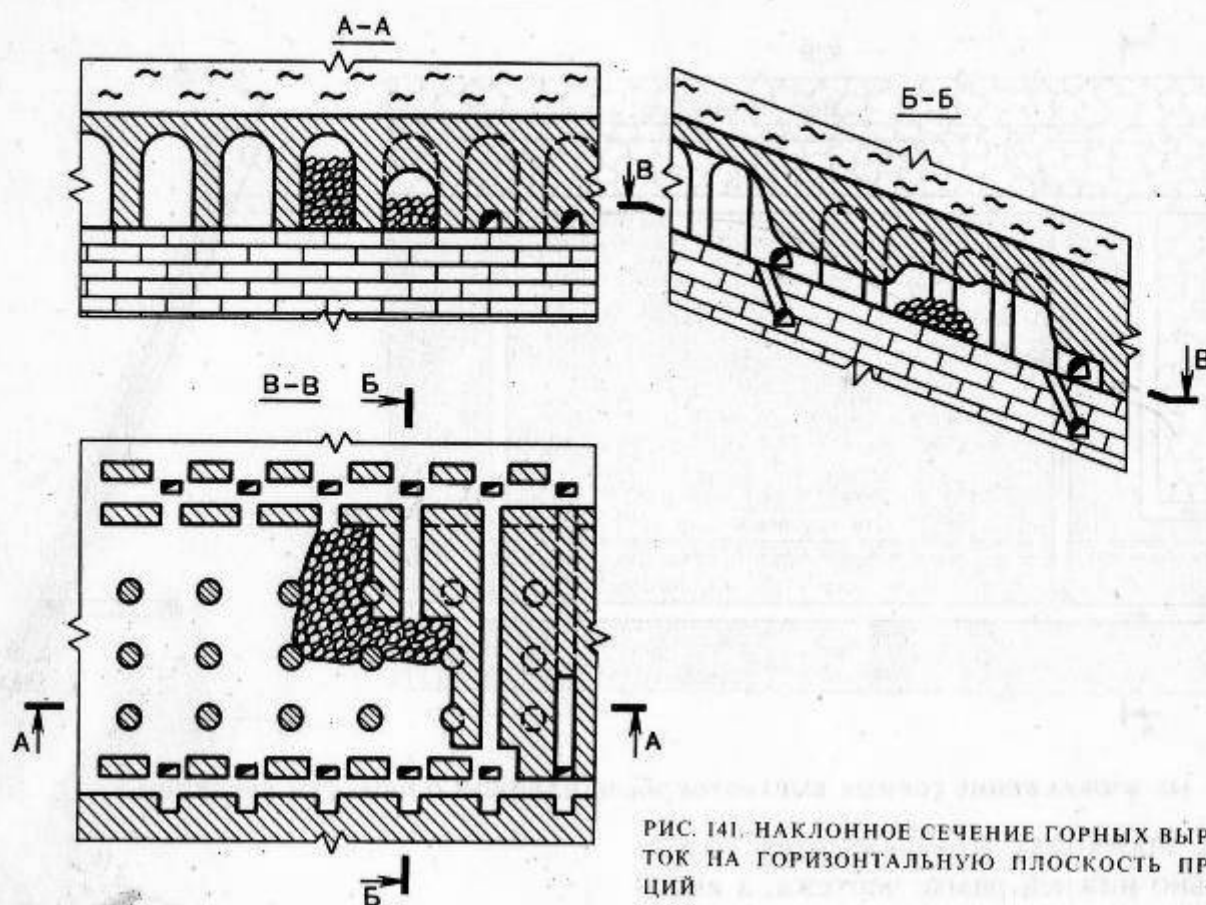


РИС. 141. НАКЛОННОЕ СЕЧЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ ПЛОСКОСТЬ ПРОЕКЦИЙ

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-

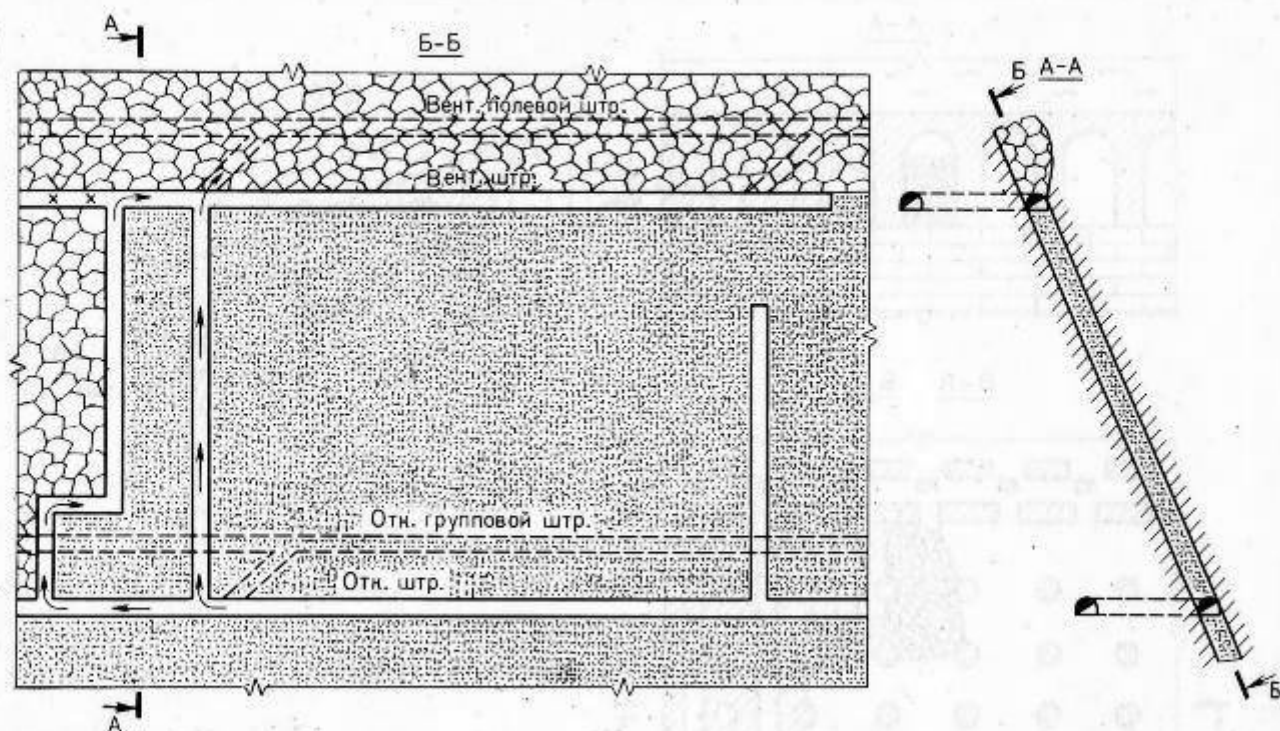


РИС. 142. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ ПРОЕКЦИЙ

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-

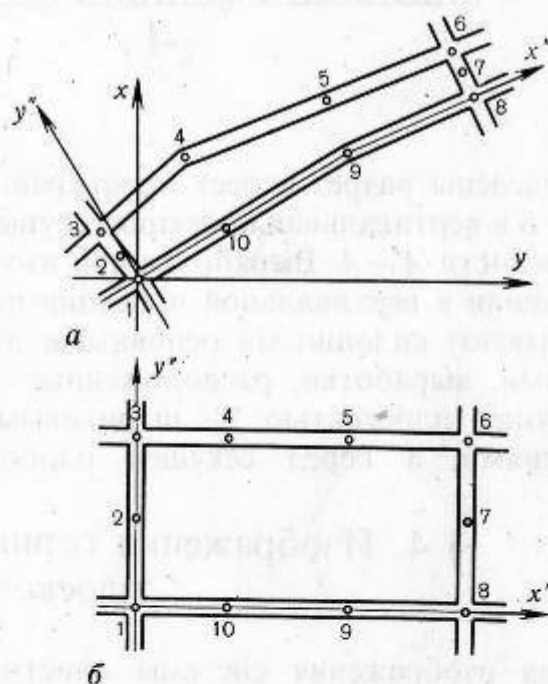


РИС. 143. ИЗОБРАЖЕНИЕ УЧАСТКА ГОРНЫХ РАБОТ В ПРОЕКЦИЯХ:

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  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta z$  — приращения координат в старой системе;  $\Delta x'$ ,  $\Delta y'$ ,  $\Delta z'$  — приращения координат в новой системе;  $\alpha$  — угол простирания наклонной плоскости проекций в старой системе;  $\delta$  — 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  $\Delta h$  — разность отметок устья и забоя горной выработки;  $d$  — горизонтальная проекция выработки;  $M$  — основание численного масштаба плана.





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-

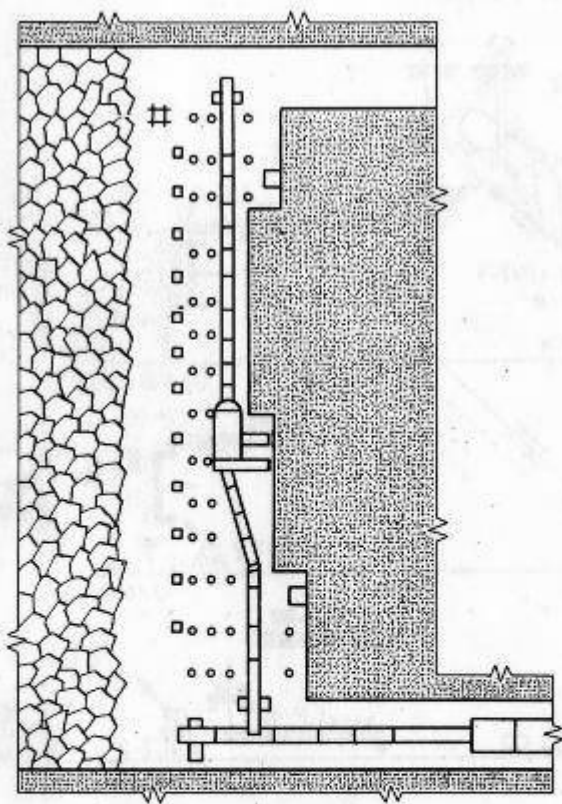


РИС. 146. РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ В ЛАВЕ ПРИ КОНВЕЙЕРНОМ ТРАНСПОРТЕ

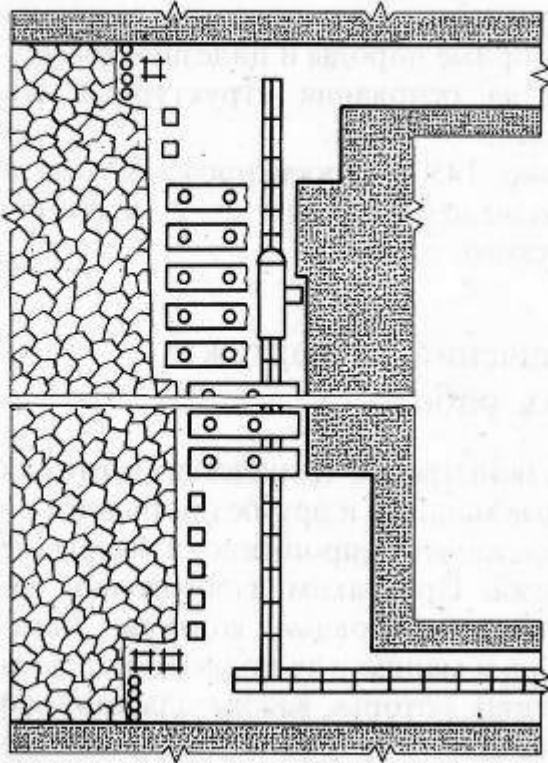


РИС. 147. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОЧИСТНОГО КОМПЛЕКСА В ЛАВЕ

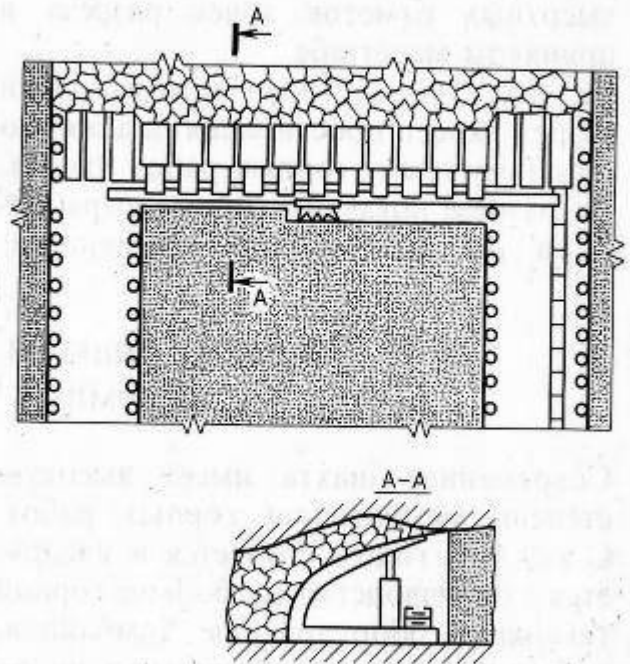


РИС. 148. РАСПОЛОЖЕНИЕ СТРУГОВОЙ УСТАНОВКИ В ЛАВЕ

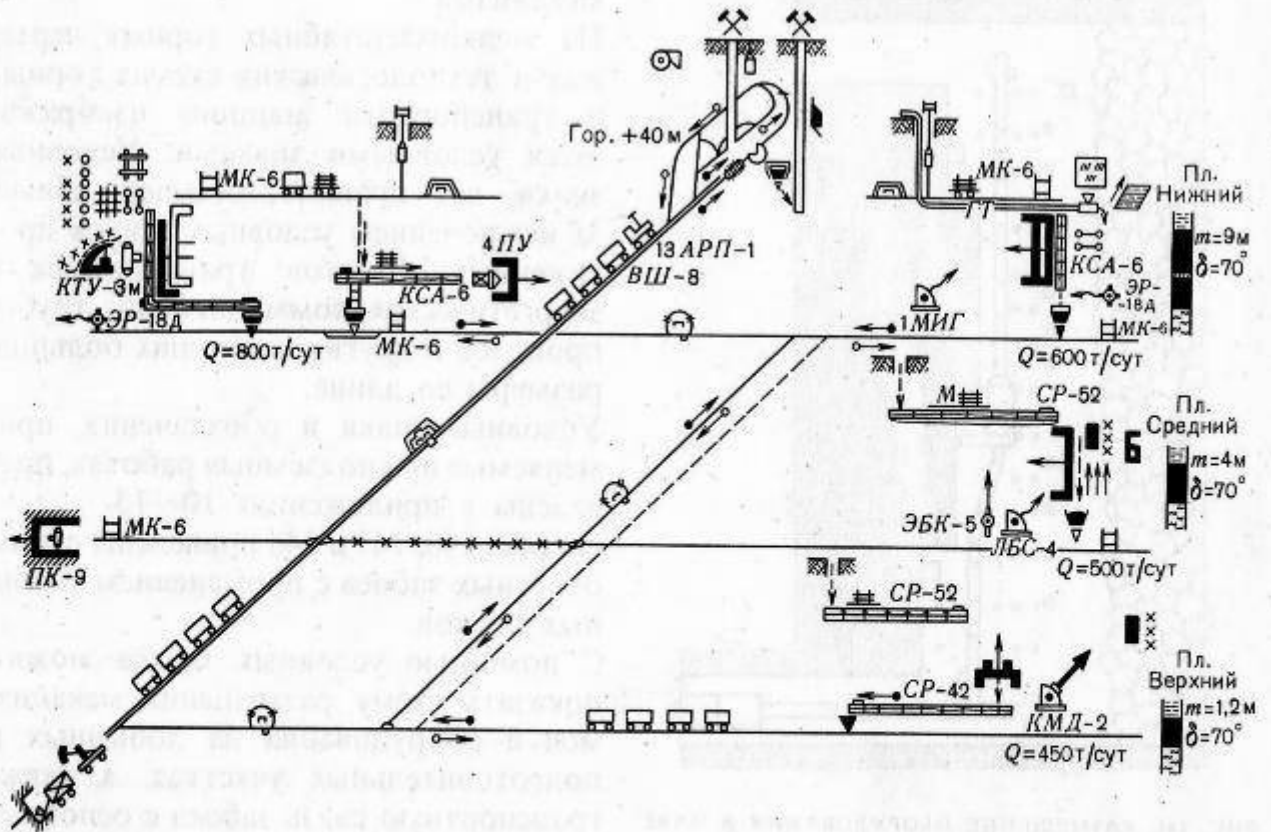


РИС. 149. ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ



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, регламентируе-

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

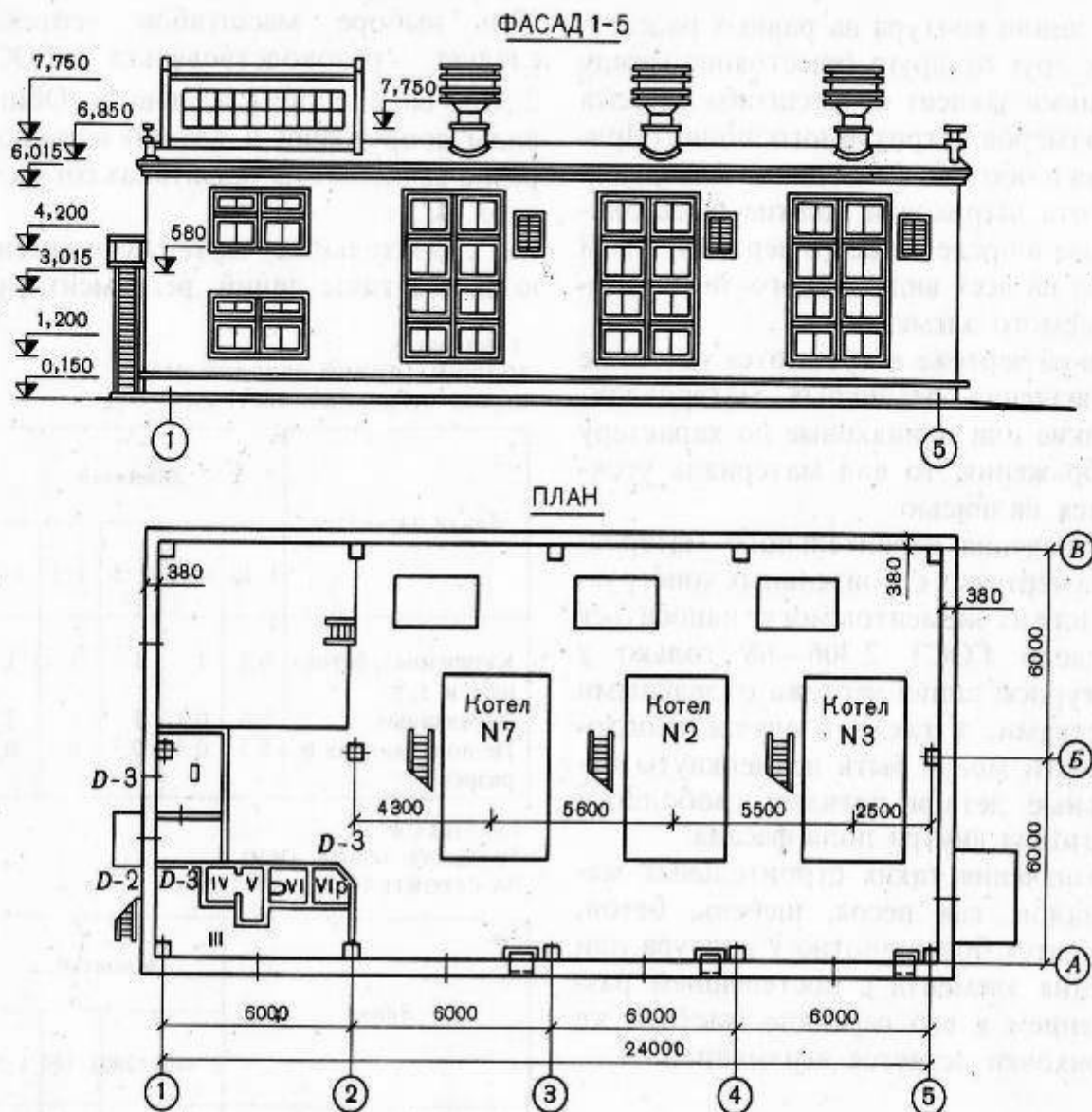


РИС. 150. ПРОСТАНОВКА РАЗМЕРОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

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.



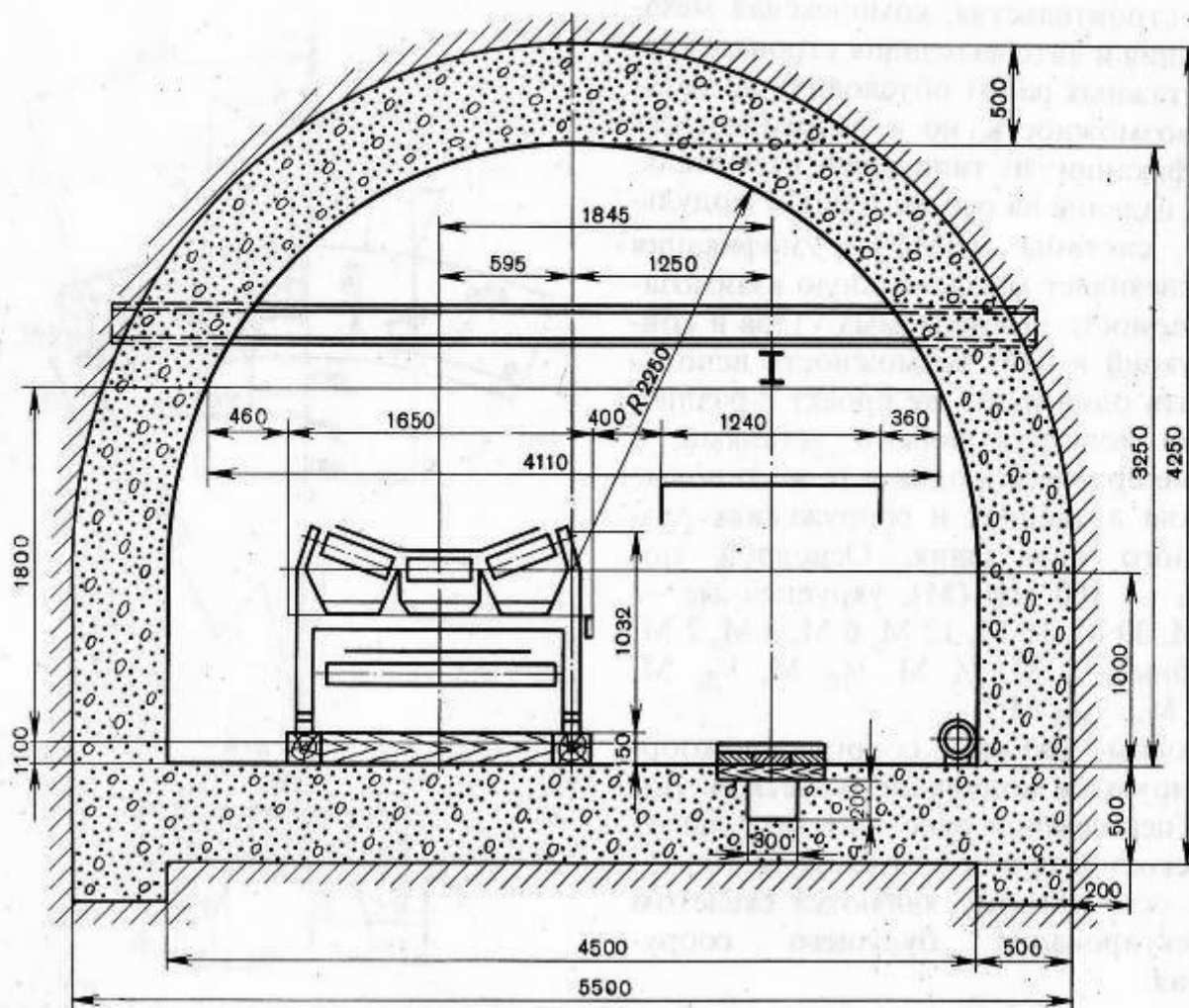


РИС. 151. ИЗОБРАЖЕНИЕ БЕТОННОЙ КРЕПИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

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-

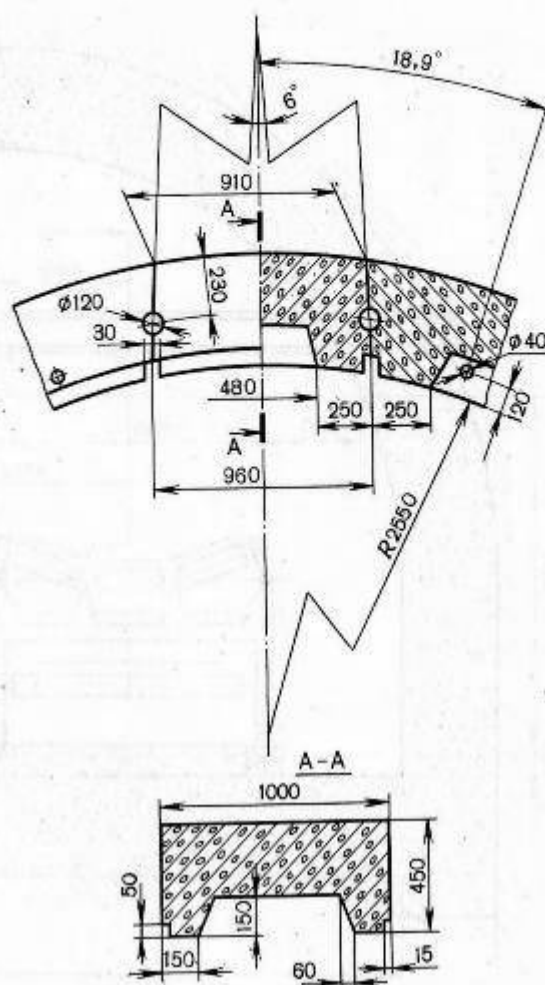


РИС. 152. ИЗОБРАЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА КРЕПИ ТОННЕЛЯ МЕТРОПОЛИТЕНА



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.

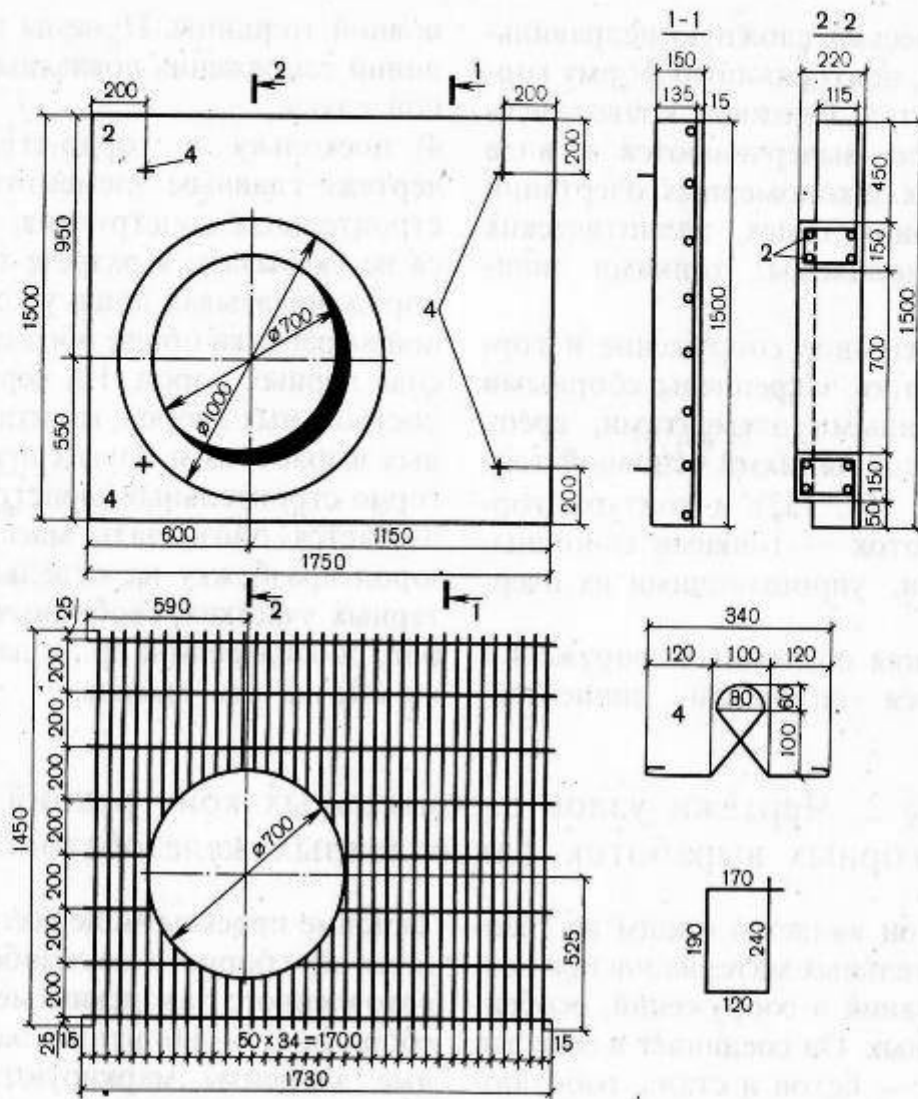


РИС. 153 АРМАТУРНЫЙ ЧЕРТЕЖ ПЛИТЫ

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.

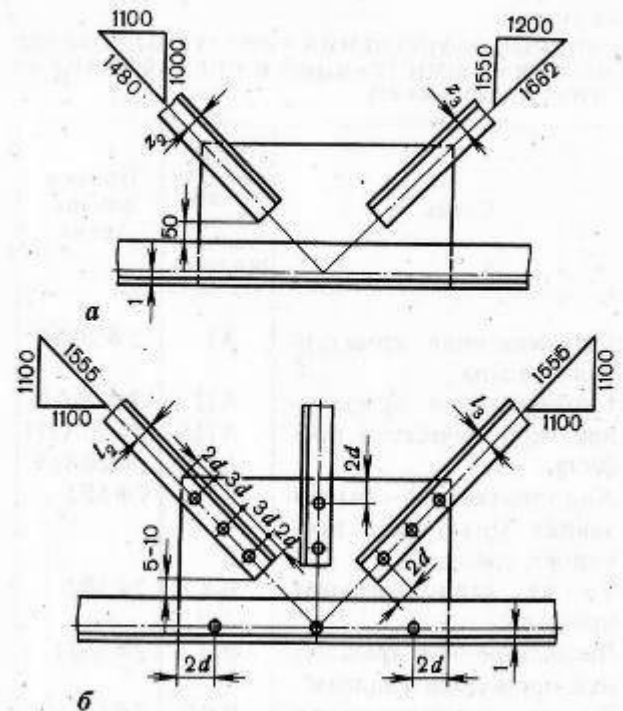


РИС. 154. ЦЕНТРИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ:

*a* — сварное соединение;  
*б* — соединение на заклепках

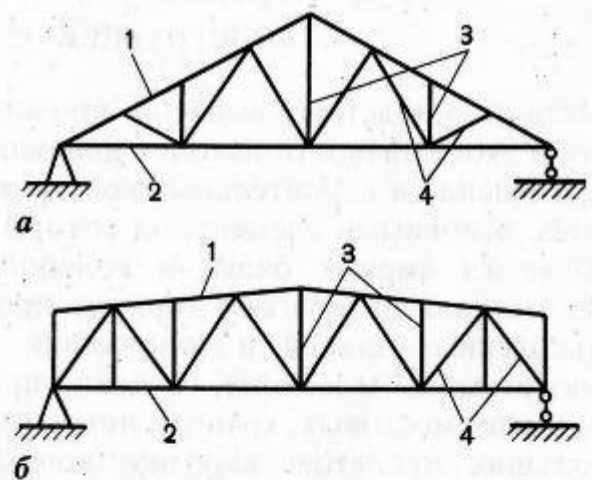
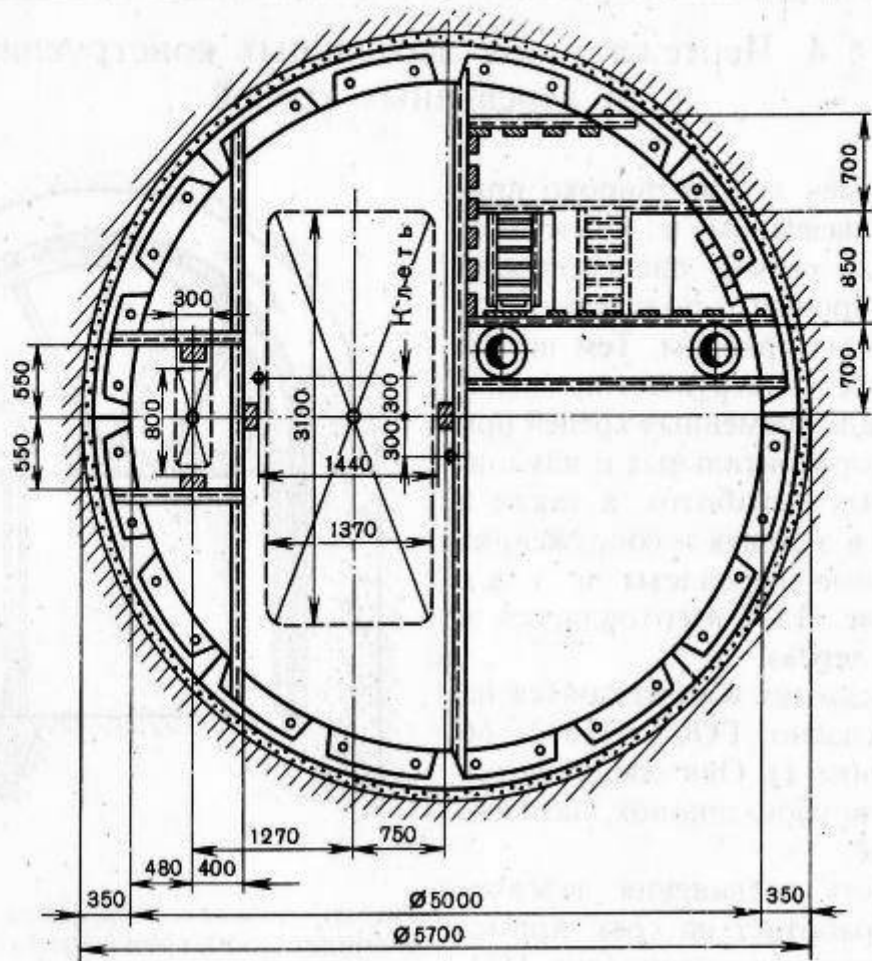


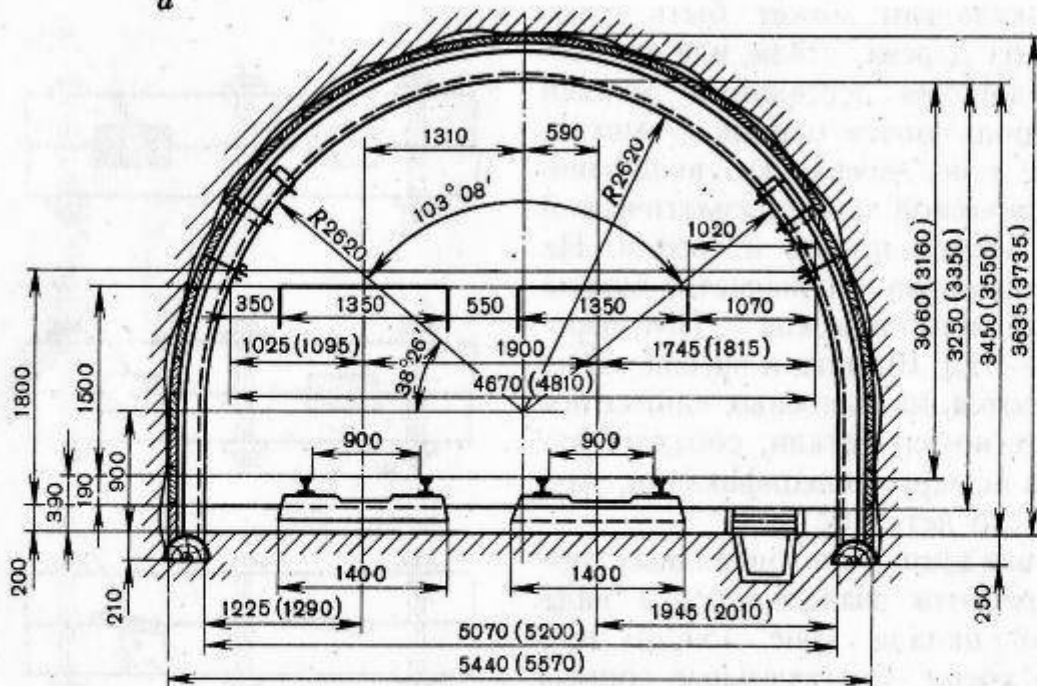
РИС. 155. СХЕМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФЕРМ:

*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).

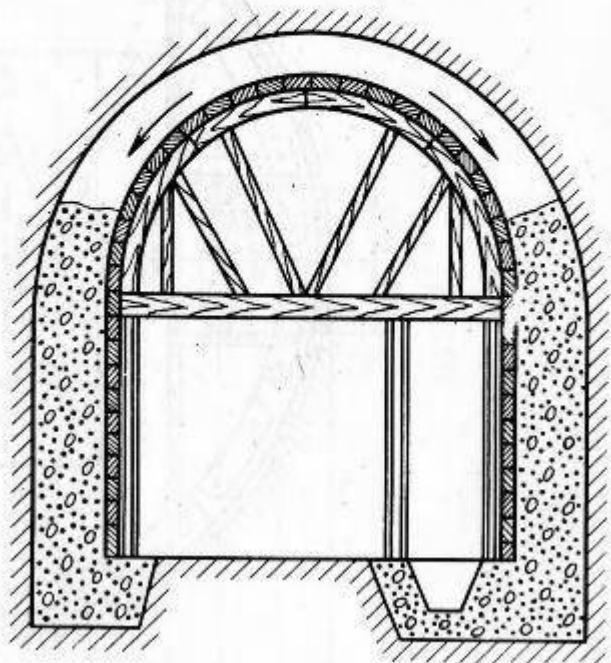


РИС. 157. СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПАЛУБКИ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

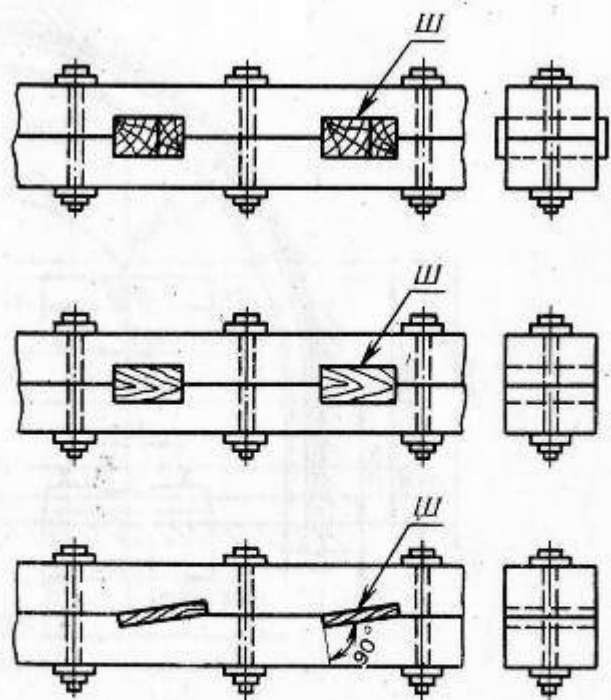


РИС. 158. ВИДЫ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ



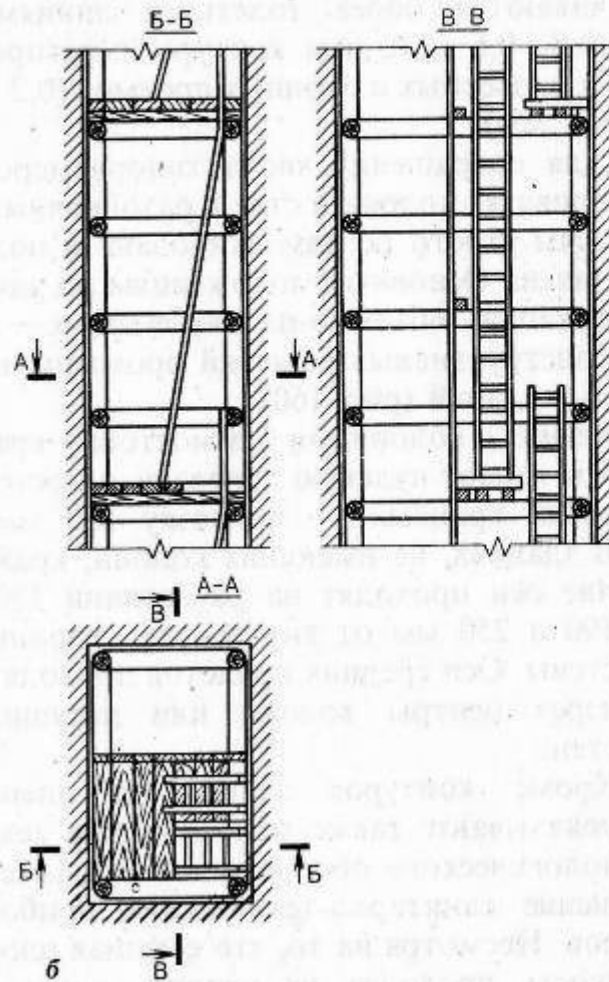
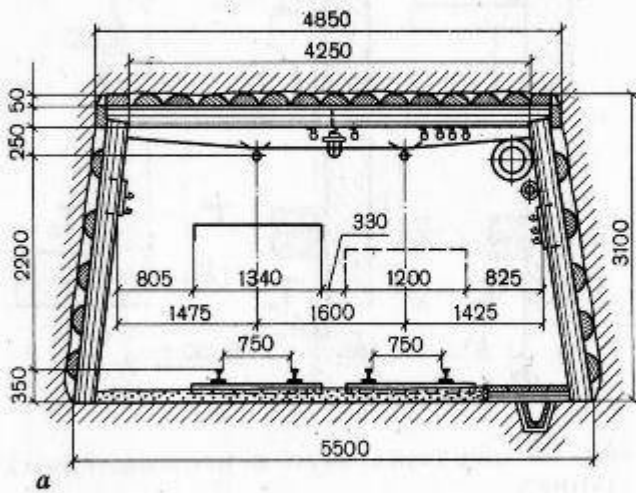


РИС. 159. ВИДЫ ДЕРЕВЯННОЙ КРЕПИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ

## § 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.

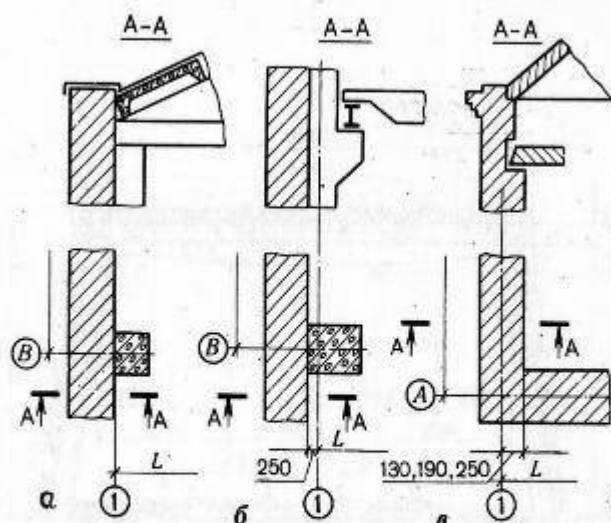
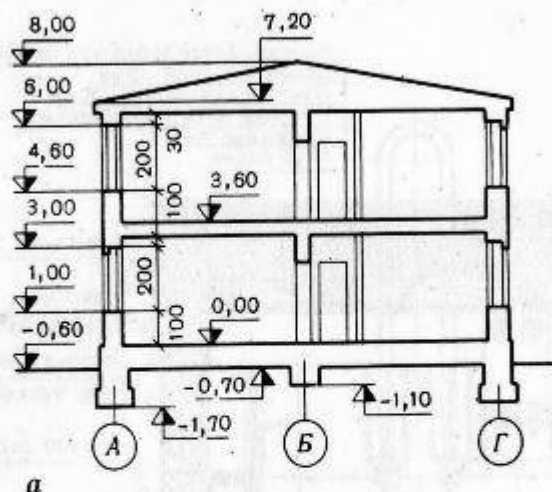


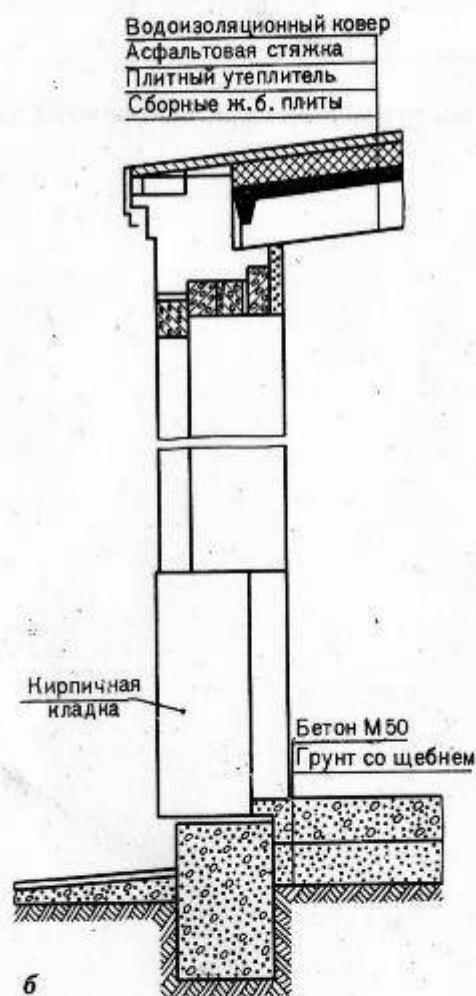
РИС. 160. ПРИВЯЗКА ОСЕЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЯХ:

- a* — 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 получают 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.

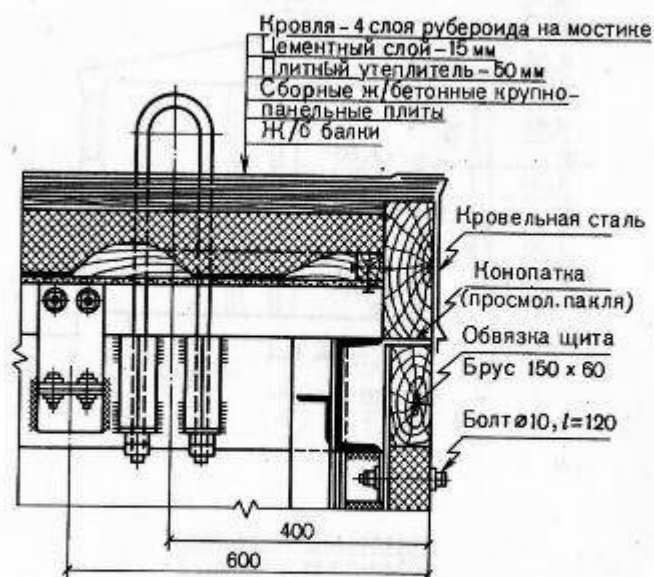


РИС. 162. ПРИМЕР ФЛАЖКА ПЕРЕКРЫТИЯ ЗДАНИЯ



## § 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-

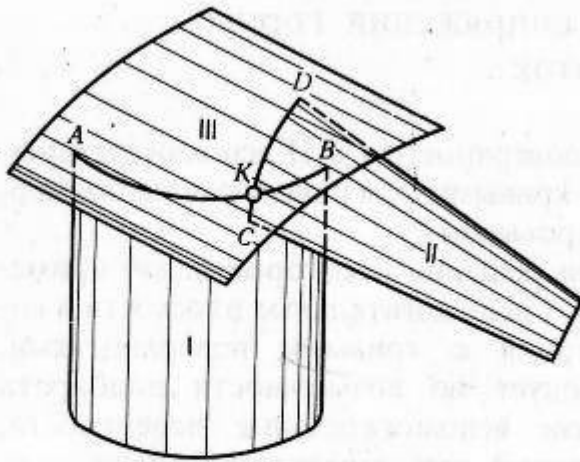


РИС. 163. СХЕМА К МЕТОДУ ПОСТРОЕНИЯ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

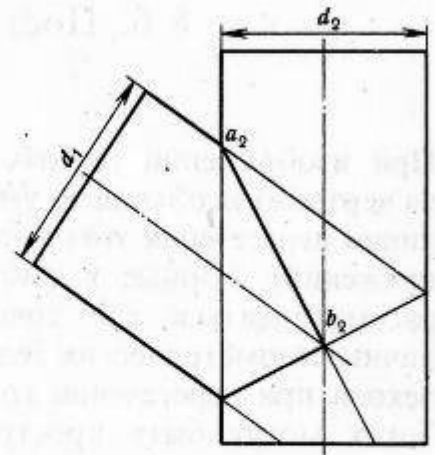


РИС. 165. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ЦИЛИНДРОВ РАВНОГО ДИАМЕТРА, ОСИ КОТОРЫХ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ ПОД ПРОИЗВОЛЬНЫМ УГЛОМ

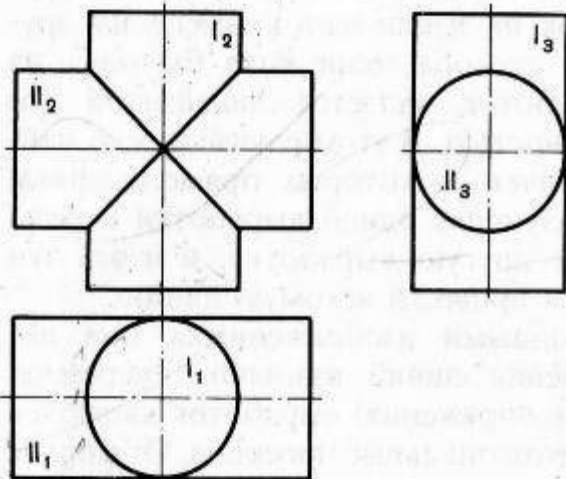


РИС. 164. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ ЦИЛИНДРОВ РАВНОГО ДИАМЕТРА, ОСИ КОТОРЫХ ПЕРЕСЕКАЮТСЯ ПОД ПРЯМЫМ УГЛОМ

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

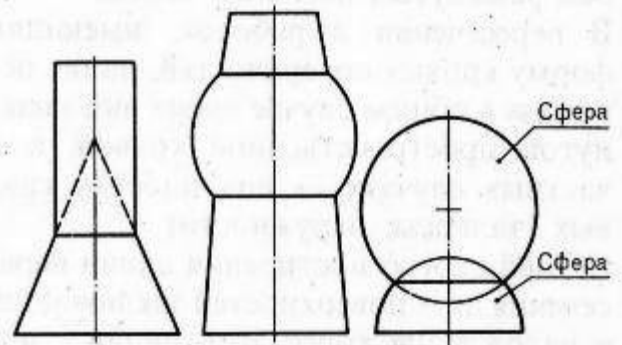


РИС. 166. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СООСНЫХ ФИГУР ВРАЩЕНИЯ



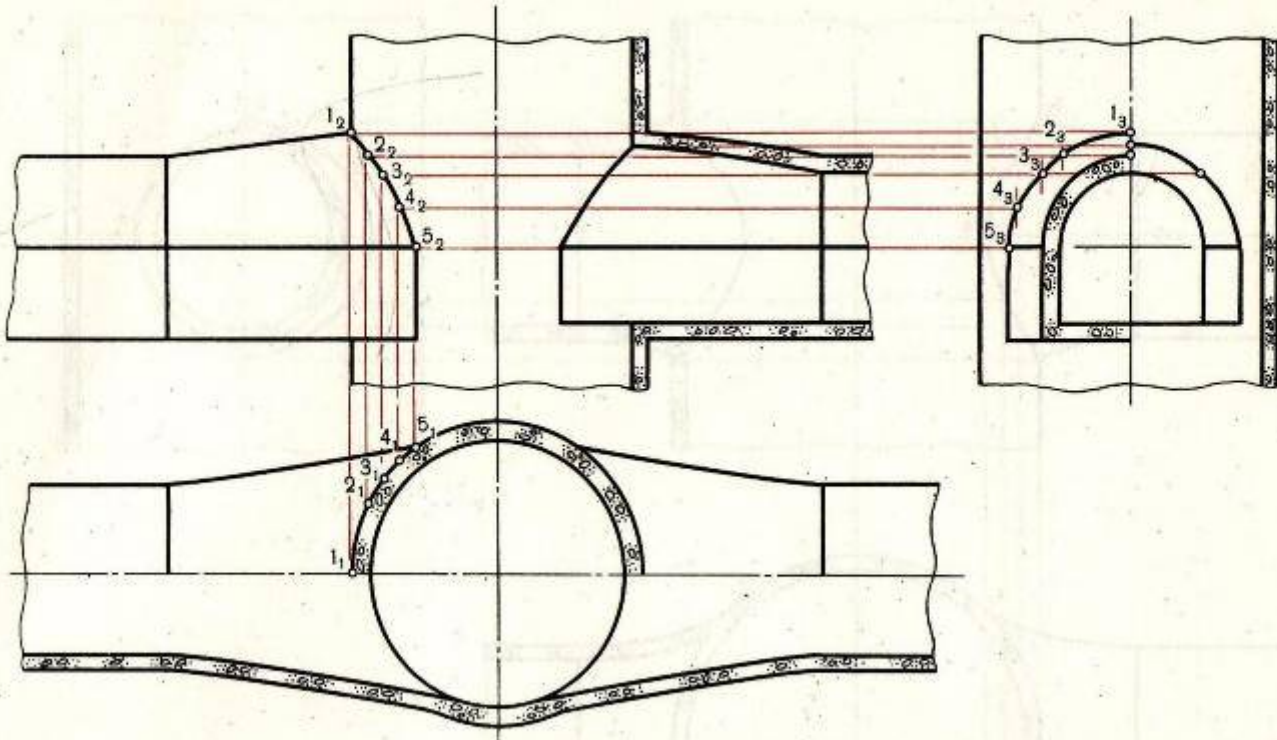


РИС. 167. ПЕРВЫЙ ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

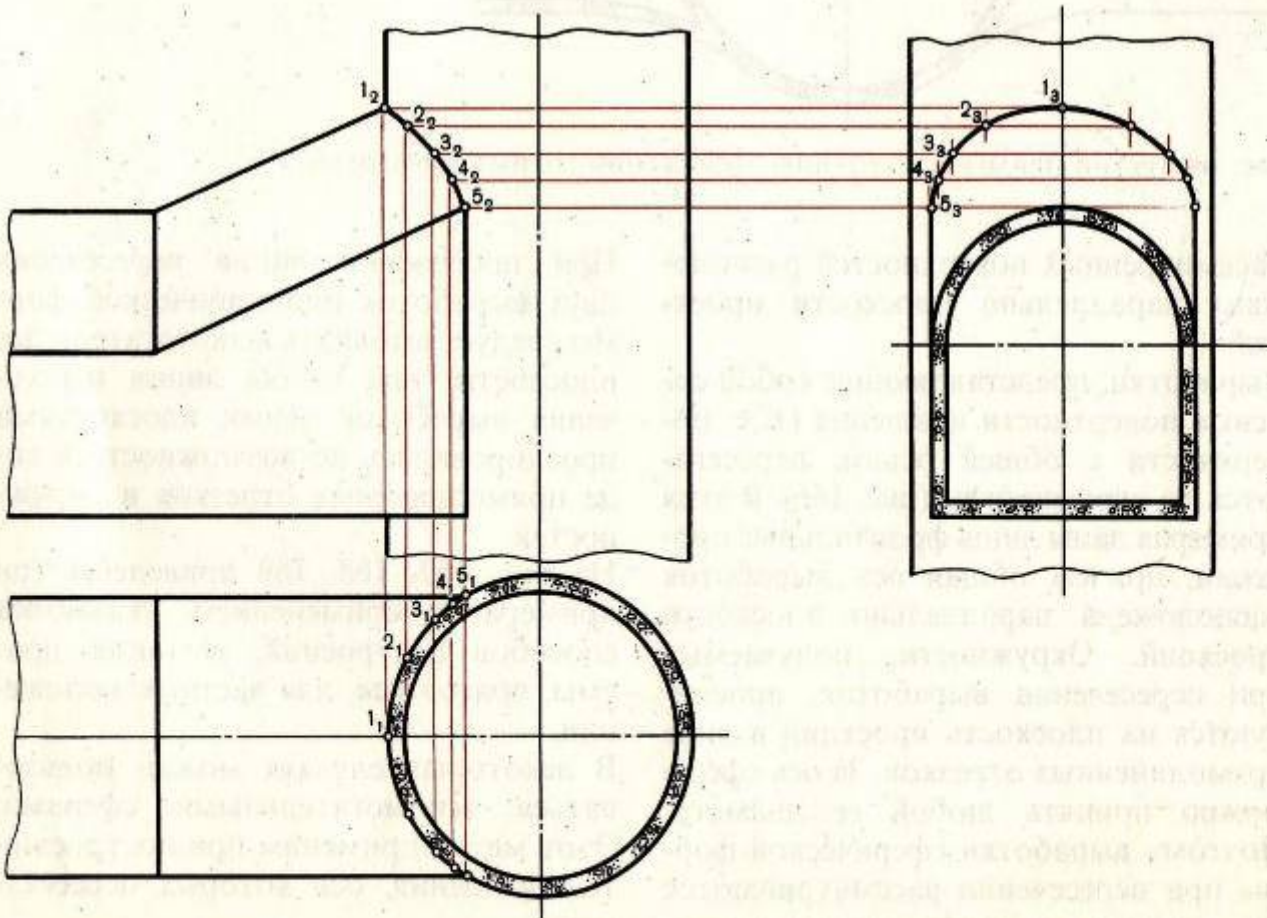


РИС. 168. ВТОРОЙ ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК



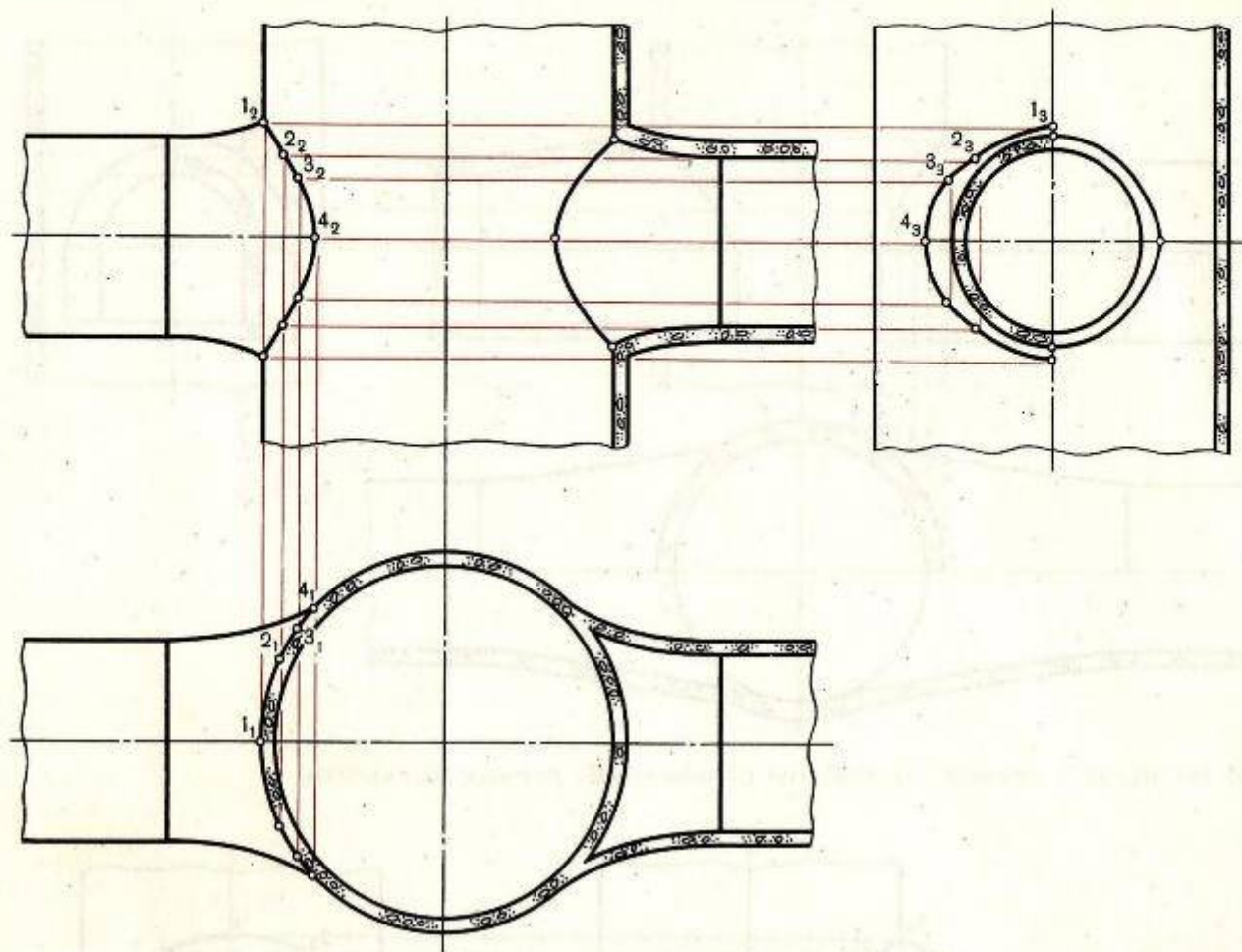


РИС. 169. ТРЕТИЙ ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ СОПРЯЖЕНИЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

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  $\Pi$  проецируются параллельно по заданному направлению на плоскость  $\Omega$  (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  $\Pi$  найдется ее проекция на плоскости  $\Omega$ , и наоборот.

Прямая  $AB$  плоскости  $\Pi$  и ее проекция  $A_1B_1$  на плоскости  $\Omega$  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  $\Pi$  и  $\Omega$ , называемое аффинным, или родственным.

В дальнейшем будем называть плоскость  $\Pi$  — предметной,  $\Omega$  — 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-

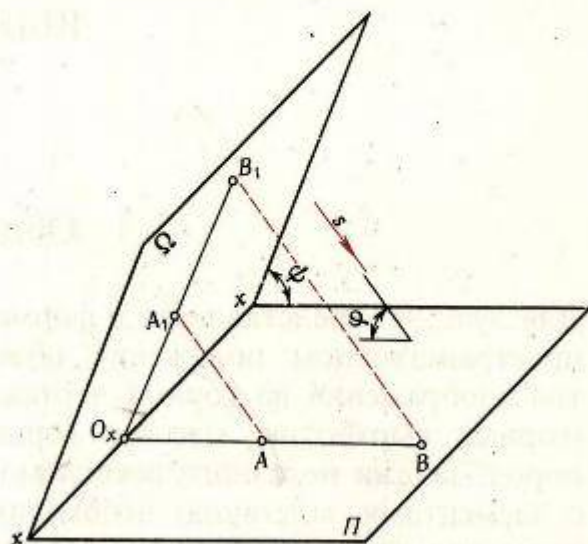


РИС. 170. ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ ТОЧЕК ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ НА КАРТИННУЮ ПЛОСКОСТЬ

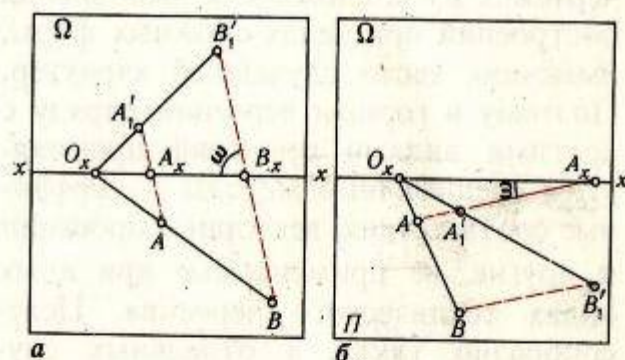


РИС. 171. СОВМЕЩЕНИЕ КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ С ПРЕДМЕТНОЙ



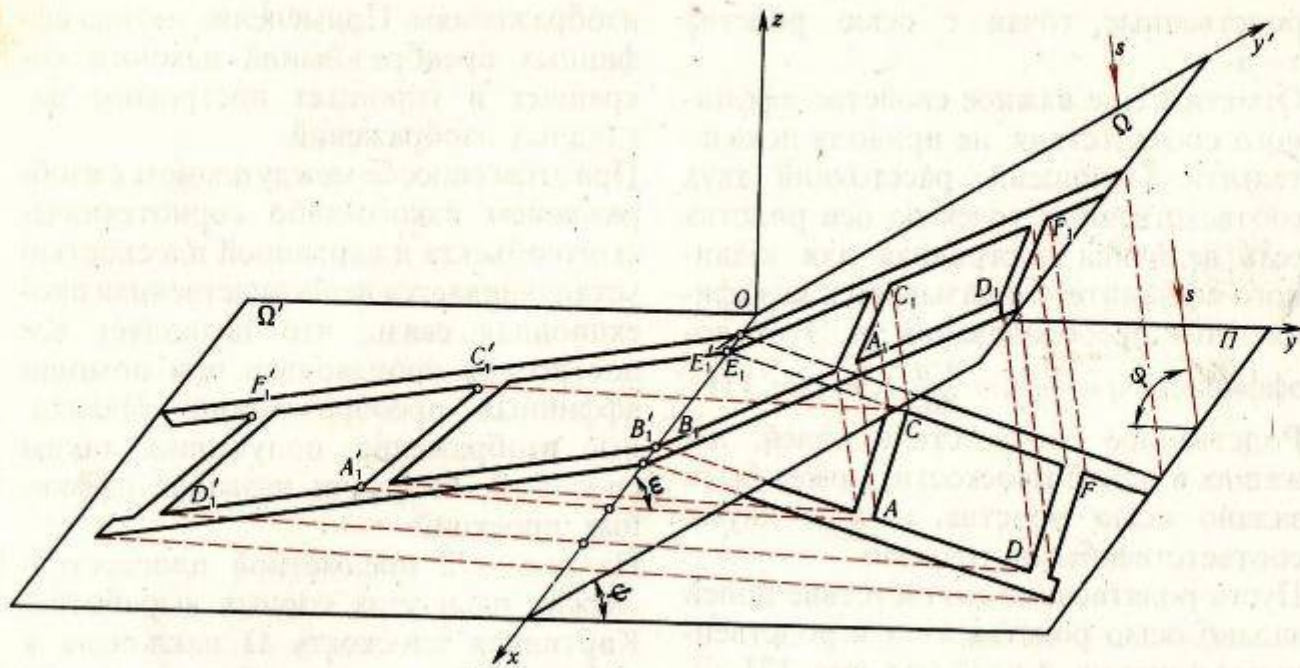


РИС. 172. АФФИННАЯ ПРОЕКЦИЯ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

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  $\psi$  или  $(180^\circ - \psi)$ .

На рис. 171, а и б выполнен такой поворот плоскости  $\Omega$  вокруг оси  $x-x$  до совмещения с плоскостью  $\Pi$ . 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  $\Omega$  повернута на угол  $\psi$ . Все соответственные элементы расположены по одну сторону от оси проекций.

Так как поля плоскостей  $\Omega$  и  $\Pi$  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  $\Pi$  и  $\Omega$ .

Действительно, рассматривая угол  $B_1O_xB$  на рис. 170, заметим, что параллельные проецирующие  $A_1A$  и  $B_1B$  отсекают на его сторонах пропорциональные отрезки  $\frac{O_xA_1}{A_1B_1} = \frac{O_xA}{AB}$ , следовательно, и после совмещения прямые  $A_1A$  и  $B_1B$  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  $\omega$  (см. рис. 171), образованным 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  $q = \frac{A_1 A_x}{AA_x} = \frac{B_1 B_x}{BB_x}$  (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  $\Omega$  наклонена к предметной плоскости  $\Pi$  под углом  $\psi$  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  $\Pi$  равен  $\varphi$ . Совместим плоскость  $\Omega$  с плоскостью  $\Pi$ , поворачивая плоскость вокруг оси  $Ox$  на угол  $(180^\circ - \psi)$ . Направление аффинитета составит с осью  $Ox$  угол  $\omega$ .

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

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

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



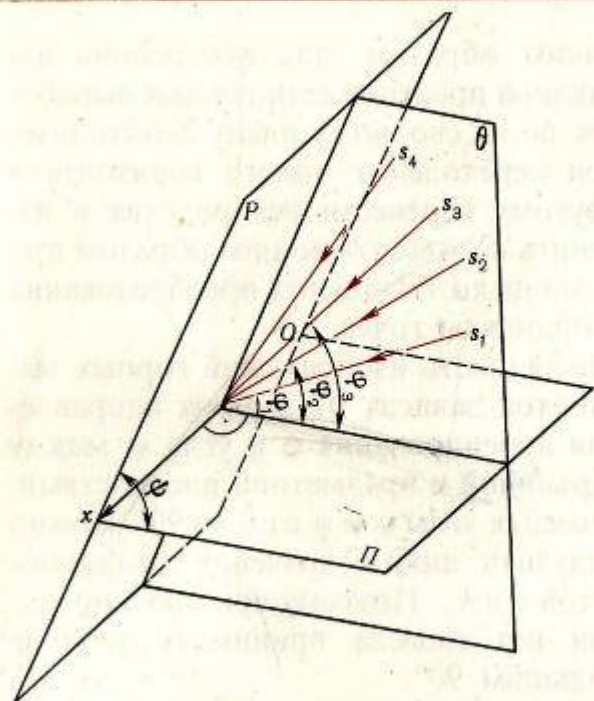


РИС. 173. АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРИ РАСПОЛОЖЕНИИ ПРОЕЦИРУЮЩИХ ЛУЧЕЙ В ПЛОСКОСТИ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОЙ ОСИ РОДСТВА

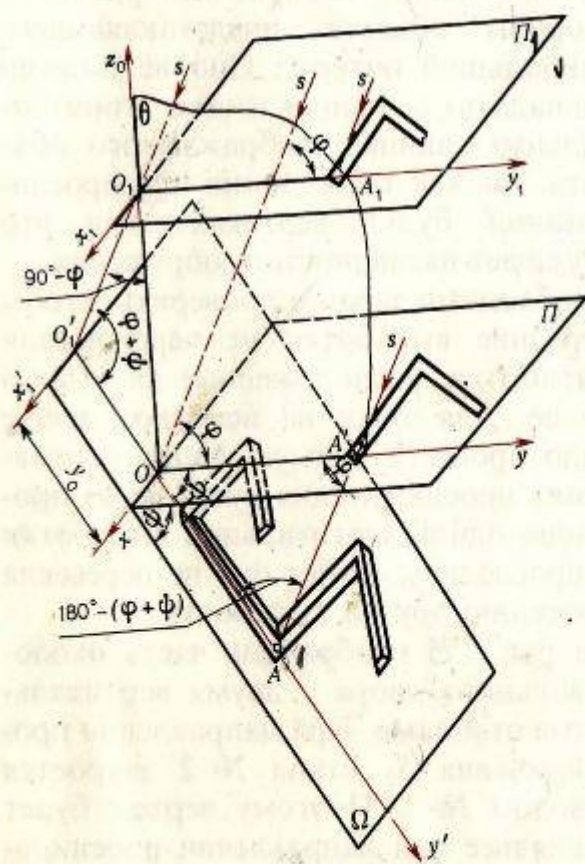


РИС. 174. СХЕМА АФФИННОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ ЧАСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК С ДВУХ ГОРИЗОНТОВ

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  $\varphi$  и  $\psi$  к горизонтальной плоскости  $\Pi$ . 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  $\Pi$  и  $\Pi_1$  на картинную плоскость  $\Omega$ . Проецирующие лучи лежат в плоскостях, перпендикулярных оси родства  $Ox$  и составляют с горизонтальными плоскостями  $\Pi$  и  $\Pi_1$  угол  $\varphi$ . Угол между плоскостями  $\Pi_1$ ,  $\Pi$  и  $\Omega$  равен  $\psi$ .

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  $\Omega$  и  $\Pi$  плоскостью  $\theta$  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  $\Pi$  соответствует точка  $O_1$  начала координат для плоскости  $\Pi_1$ . 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  $\Pi_1$ . 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  $\Pi$  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  $\varphi$  и угла  $\psi$  между картинной и предметной плоскостями. Изменяя углы  $\varphi$  и  $\psi$  от  $0$  до  $90^\circ$ , можно получить любые значения коэффициентов  $q$  и  $k_z$ . Поэтому при проецировании нет смысла принимать угол  $\psi$  большим  $90^\circ$ .

**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



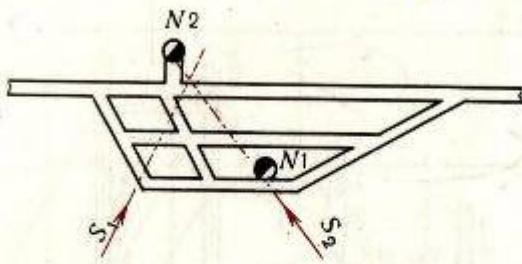
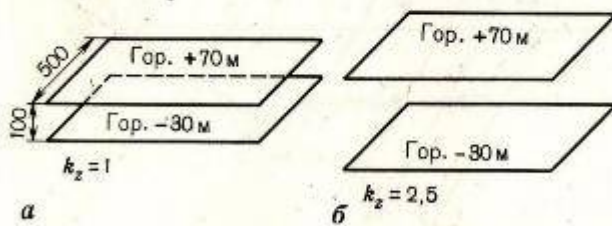


РИС. 175. СХЕМА К ВЫБОРУ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

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  $\varphi$ . Данная задача сводится к выбору коэффициентов  $q$  и  $k_z$ .

Установим зависимость между углом  $\varphi$  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  $\varphi$  будет иметь определенное значение. При меньших углах  $\varphi$  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  $\varphi$  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,

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

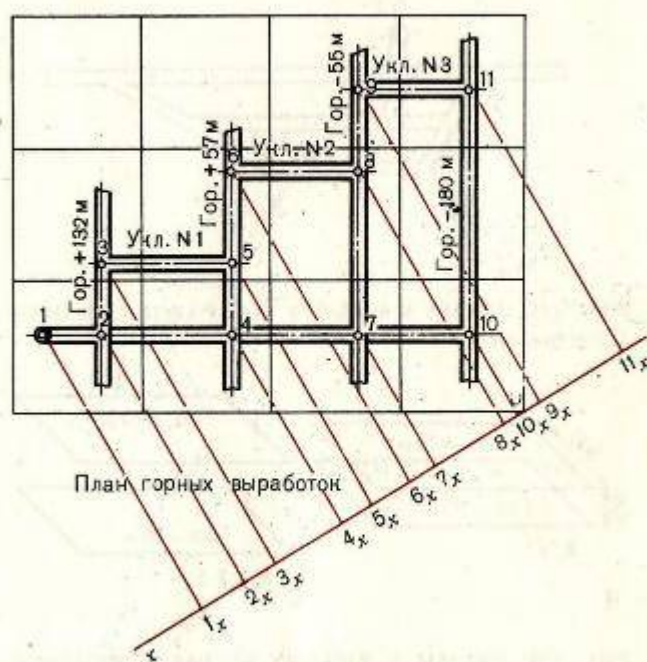


РИС. 177. СХЕМА К ПОСТРОЕНИЮ НАГЛЯДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ



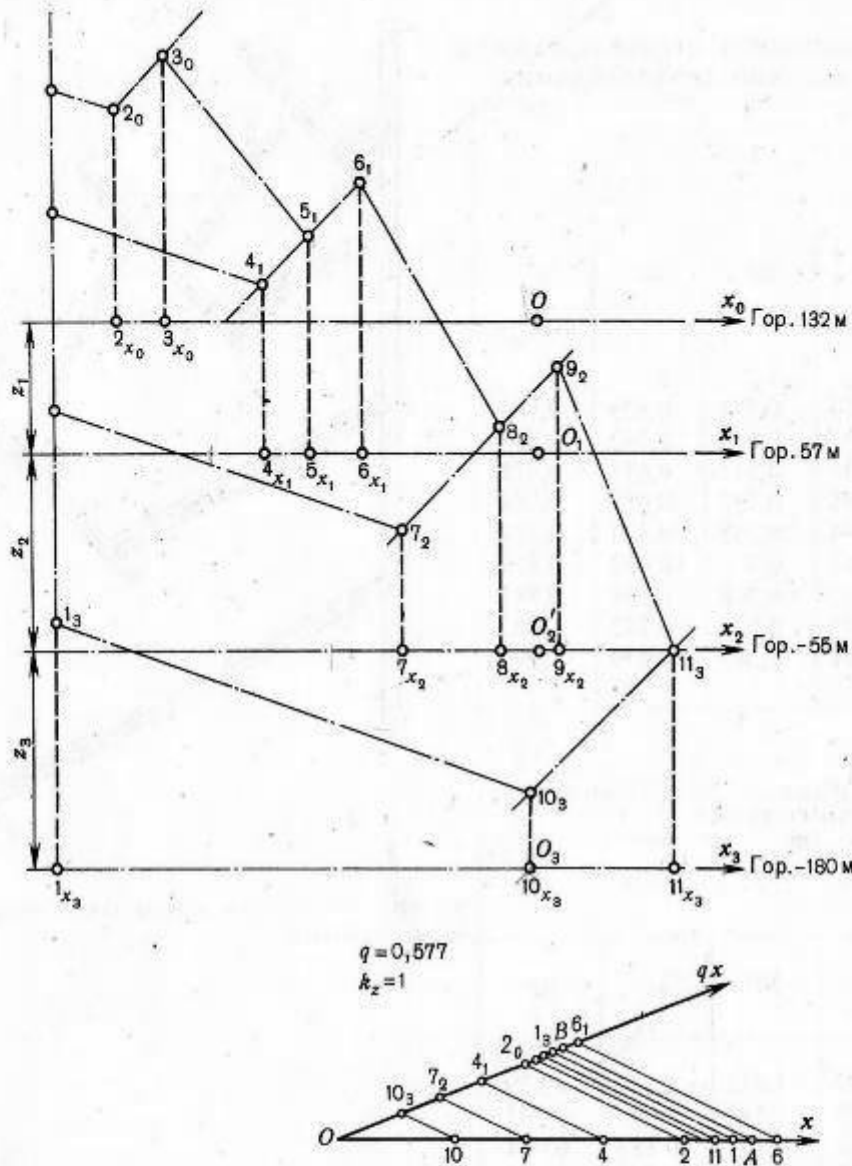


РИС. 178. СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ АФФИННОЙ ПРОЕКЦИИ ВЫРАБОТОК ПО ДАННОМУ ПЛАНУ

Из рис. 176 видно, что, приняв  $k_z = 2,5$ , мы действительно избежим перекрытия пластов.

В табл. 8 и 9 приведены значения  $q$  и  $k_z$  в зависимости от углов  $\varphi$  и  $\psi_z$ , вычисленные по формулам:

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

и

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

**Пример 1.** По плану горных выработок, составленному в проекциях с числовыми отметками (рис. 177), построить наглядное изображение. Построение выполняем в следующей последовательности.

1. На плане горных выработок выбираем направление оси родства  $Ox$ .
2. Выбираем направление проецирующих лучей — углы  $\omega$  и  $\varphi$  и угол между предметной и картинной плоскостями  $\psi$ . Для данного примера  $\omega = 90^\circ$ ,  $\psi = 30^\circ$  и  $\varphi = 30^\circ$ .
3. Находим значения коэффициентов  $q$  и  $k_z$  по табл. 8 и 9 или по вышеприведенным формулам:

$$q = 0,577; k_z = 1.$$

ТАБЛИЦА 8  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ  $q$   
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

$\psi$	$\varphi$				
	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$
$0^\circ$	1	1	1	1	1
10	0,507	0,684	0,778	0,839	0,885
20	0,347	0,532	0,653	0,742	0,815
30	0,270	0,446	0,577	0,684	0,778
40	0,227	0,395	0,532	0,653	0,766
50	0,2	0,364	0,508	0,643	0,778
60	0,185	0,347	0,5	0,653	0,815
70	0,176	0,342	0,508	0,684	0,885
80	0,174	0,347	0,532	0,742	1,00
90	0,176	0,364	0,577	0,839	1,192

ТАБЛИЦА 9  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $k_z$  В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ УСЛОВИЙ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

$\psi$	$\varphi$				
	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$
$0^\circ$	5,675	2,247	1,732	1,192	0,839
10	2,879	1,879	1,347	1,00	0,742
20	1,970	1,462	1,131	0,885	0,684
30	1,532	1,227	1,00	0,815	0,653
40	1,286	1,085	0,922	0,778	0,643
50	1,137	1,00	0,879	0,766	0,653
60	1,048	0,954	0,866	0,778	0,684
70	1,00	0,940	0,879	0,815	0,742
80	0,985	0,954	0,922	0,885	0,839
90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

4. По отметкам горизонтов и коэффициенту  $k_z$  определяем расстояние между осями родства: для горизонта 57 м

$$z_1 = 132 - 57 = 75 \text{ м};$$

для горизонта — 55 м

$$z_2 = 57 - (-55) = 112 \text{ м};$$

для горизонта — 180 м

$$z_3 = -55 - (-180) = 125 \text{ м}.$$

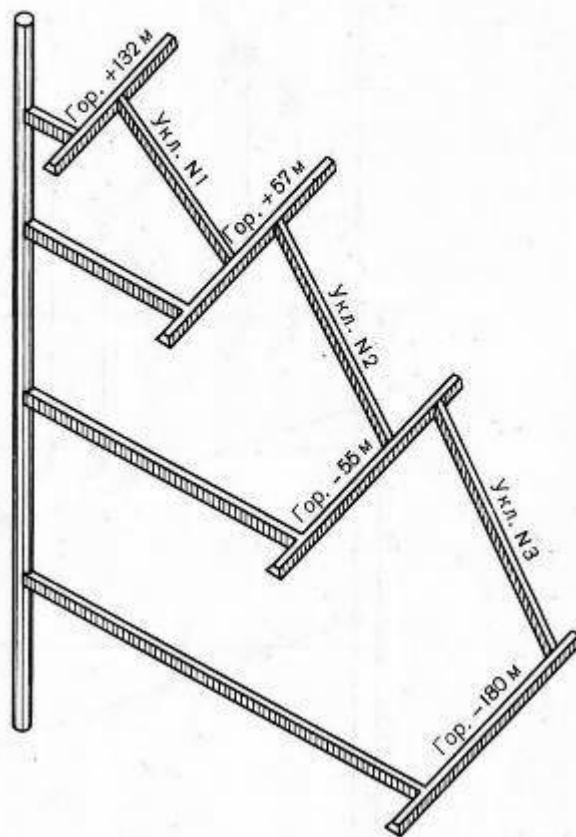


РИС. 179. ОФОРМЛЕНИЕ НАГЛЯДНОЙ АФФИННОЙ ПРОЕКЦИИ



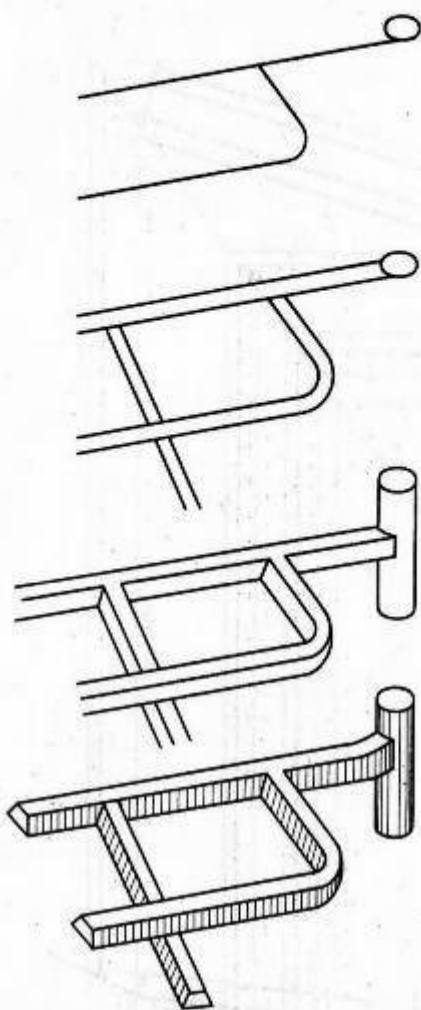


РИС. 180. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДОРИСОВКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

5. На листе бумаги (рис. 178) наносим координатные оси всех горизонтов на расстояниях  $z_1, z_2, z_3$  и выбираем положение начала координат — точки  $O$ .

6. Из характерных точек плана  $1, 2, \dots, 11$  (см. рис. 177) опускаем перпендикуляры на ось родства  $Ox$  и получаем точки  $1_x, 2_x, \dots, 11_x$ . Расстояния этих точек от начала координат  $O-1_x; O-2_x$  и т. д. будут их абсциссами.

7. Перенесим абсциссы точек без изменения с оси родства на плане (см. рис. 177) на оси соответствующих горизонтов (см. рис. 178)  $O-1_x = O_3-1_{x_3}$  и т. д.

8. Для получения ординат точек берем с плана расстояния их от оси родства  $1-1_x; 2-2_x$  и т. д. (см. рис. 177), умножаем на коэффициент  $q=0,577$  и переносим на наглядный чертеж (см. рис. 178), откладывая от оси родства того горизонта, в котором находится точка, отрезки  $1_3-1_{x_3} = q(1-1_x); 2_0-2_{x_0} = q(2-2_x)$  и т. д.

Умножение значений ординат точек на коэффициент  $q$  удобно производить графически. Для этого на свободном поле чертежа (см. рис. 178) проводим два луча  $OA$  и  $OB$  под произвольным углом. На луче  $OA$  откладываем произвольную величину, например 100 мм, на луче  $OB$  — величину  $100q=0,577 \cdot 100=57,7$  мм. Затем взятые с плана ординаты точек  $1-1_x, 2-2_x, \dots, 11-11_x$  (см. рис. 177) откладываем на луче  $OA$ :  $O-1 = 1-1_x, O-2 = 2-2_x, \dots, O-11 = 11-11_x$  (рис. 178) и, проведя через точки  $1, 2, \dots, 11$  линии, параллельные  $AB$ , получим на луче  $OB$  отрезки  $O-1_3 = q(O-1); O-2_0 = q(O-2)$  и т. д., значения которых равны ординатам соответствующих точек:  $O-1_3 = 1_3-1_{x_3}; O-2_0 = 2_0-2_{x_0}$  и т. д. (см. рис. 178).

9. Соединяя соответствующие точки, например  $1_3-10_3; 10_3-11_3$  и т. д., получим направления осей выработок на наглядном чертеже.

10. Придаем выработкам объемное изображение, дорисовывая их и оттеняя штриховкой (рис. 179).

11. Внизу даем масштаб построения и значения коэффициентов  $q$  и  $k_z$ .

Прежде всего следует правильно вычерчивать узлы сопряжений горных выработок. Неправильно вычерченные сопряжения отдельных узлов снижают пространственное восприятие всего изображения.

Правила дорисовки изображений (рис. 180) заключаются в следующем:

1) поперечные сечения всех горизонтальных и наклонных выработок услов-

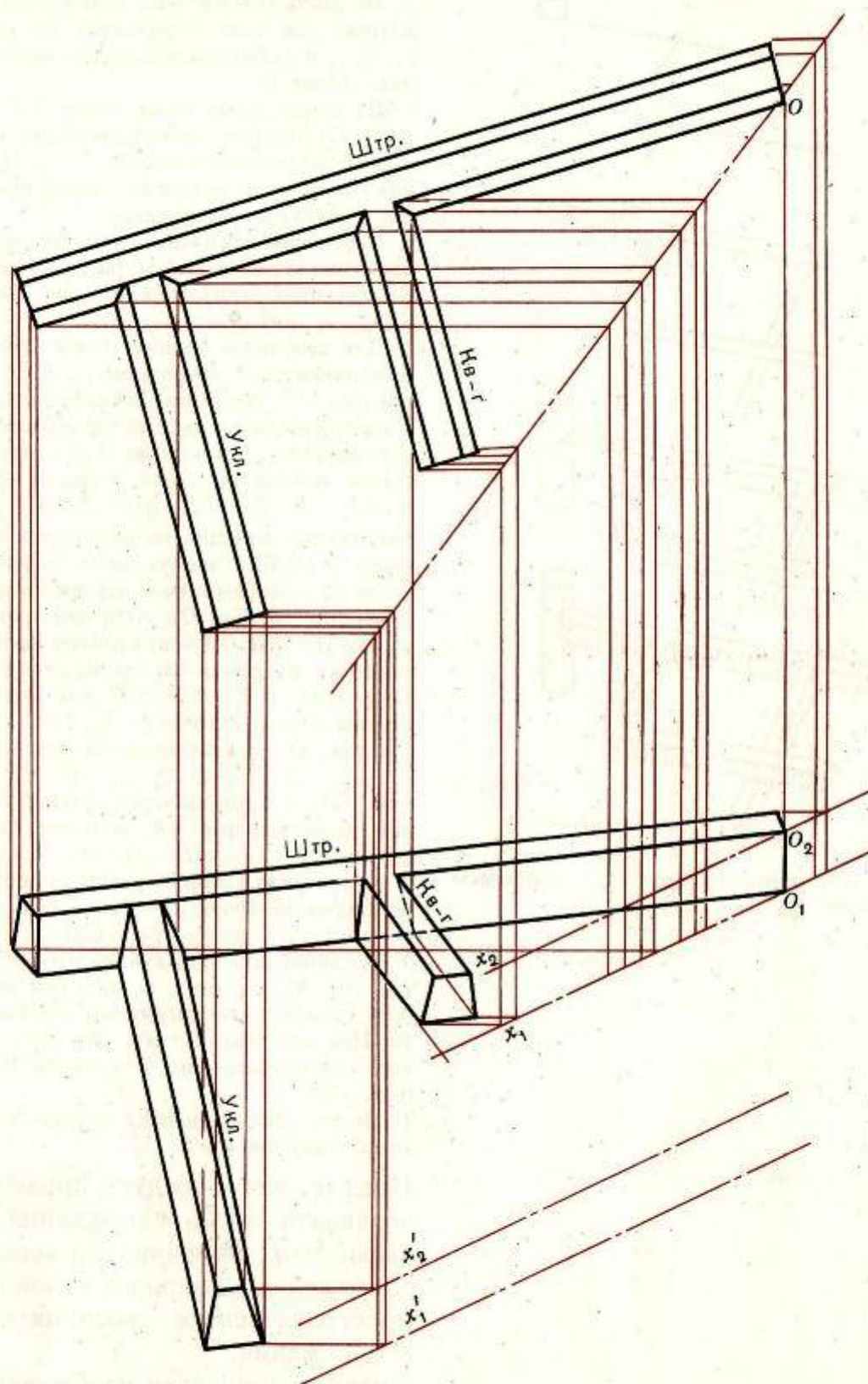


РИС. 181. АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВЫРАБОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА МЕЖДУ НЕЙ И ОСЬЮ РОДСТВА



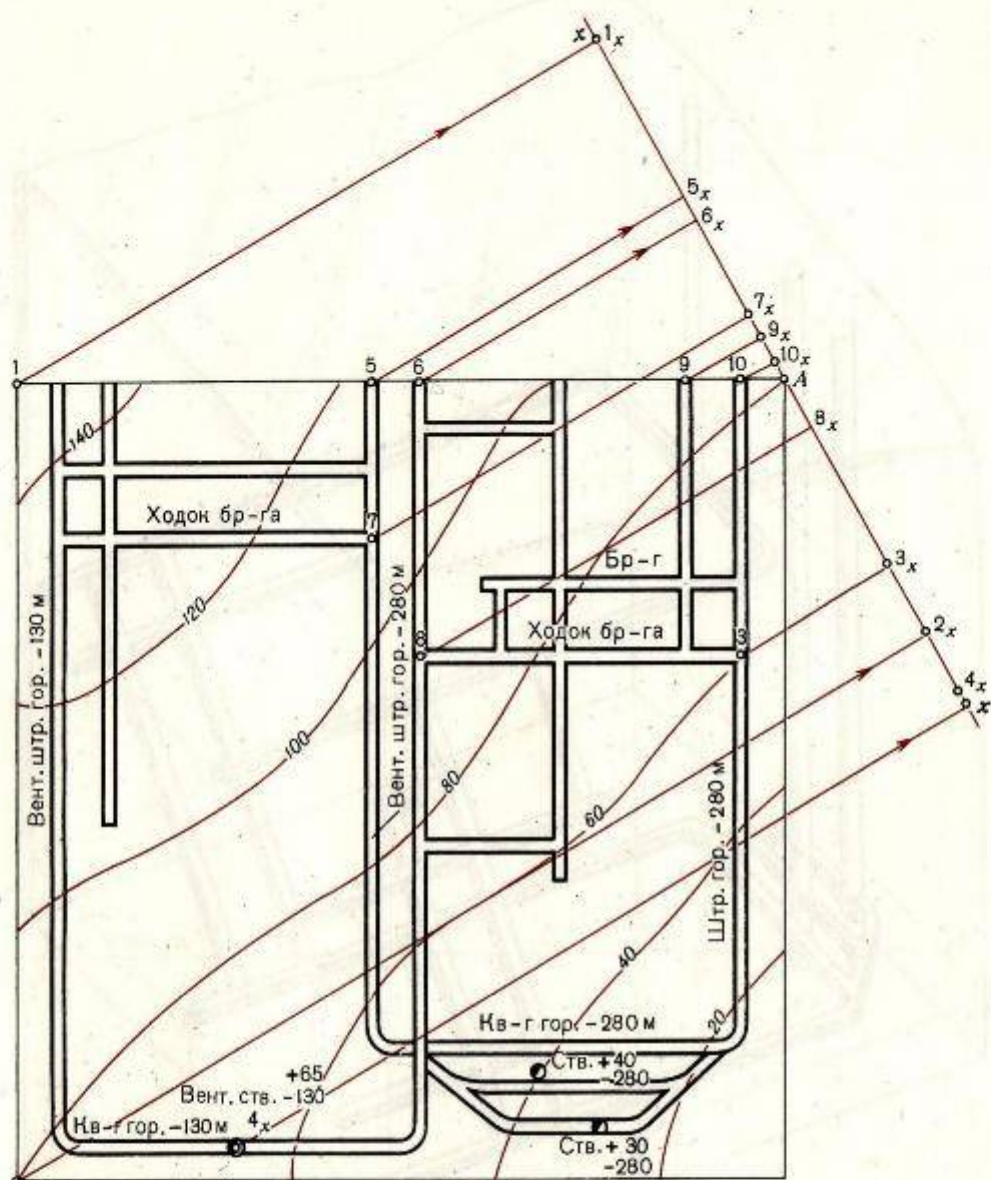


РИС. 182. СВОДНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ

но изображают трапециевидной или прямоугольной формы; сечения шахтных стволов и гезенков — круглой или квадратной формы;

2) ширина верхних и боковых граней горизонтальных выработок на наглядных чертежах зависит от угла, который составляет выработка с осью родства (рис. 181). Чем больше угол между осью родства и выработкой, тем больше ширина ее верхней грани. При расположении оси выработки перпенди-

кулярно оси родства ширина ее верхней грани равна фактическому ее размеру на плане (см. рис. 181).

Высота боковых граней горной выработки тем больше, чем меньше угол между выработкой и осью родства. Если горная выработка параллельна оси родства, высота ее равна фактическому размеру на плане с учетом его масштаба. При  $k_2 > 1$  высота наклонных и горизонтальных выработок условно принимается без увеличения;



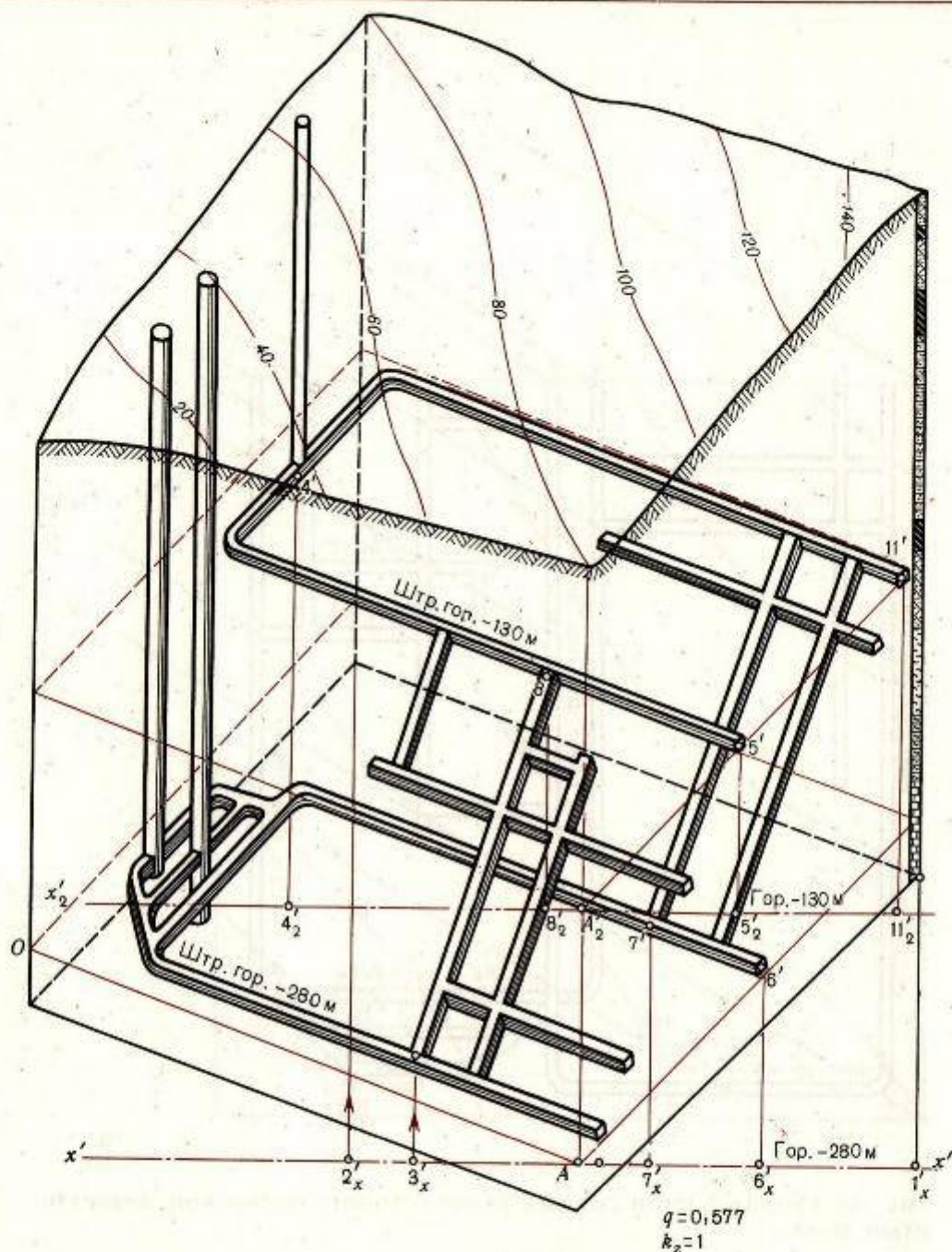


РИС. 183. НАГЛЯДНАЯ ПРОЕКЦИЯ УЧАСТКА ШАХТЫ С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ

3) линию пересечения граней наклонных (вертикальных) выработок с горизонтальными выполняют сплошной;

4) линию пересечения видимых боковых граней горных выработок проводят с наклоном в сторону той выработки, которая составляет с осью родства меньший угол;

5) для большей наглядности боковые грани оттеняют штриховкой.

Аффинная проекция будет значительно полнее и нагляднее, если расположение горных выработок показать вместе с участком земной поверхности в виде блока. Для этого исходный план участка ограничивают в виде прямоугольника (рис. 182).



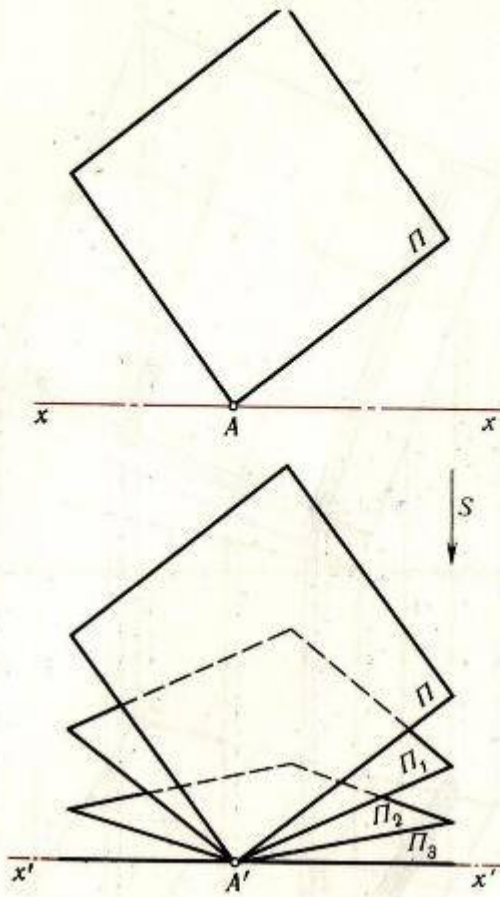


РИС. 184. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЛАНА ОБЪЕКТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТЕПЕНЯХ СЖАТИЯ

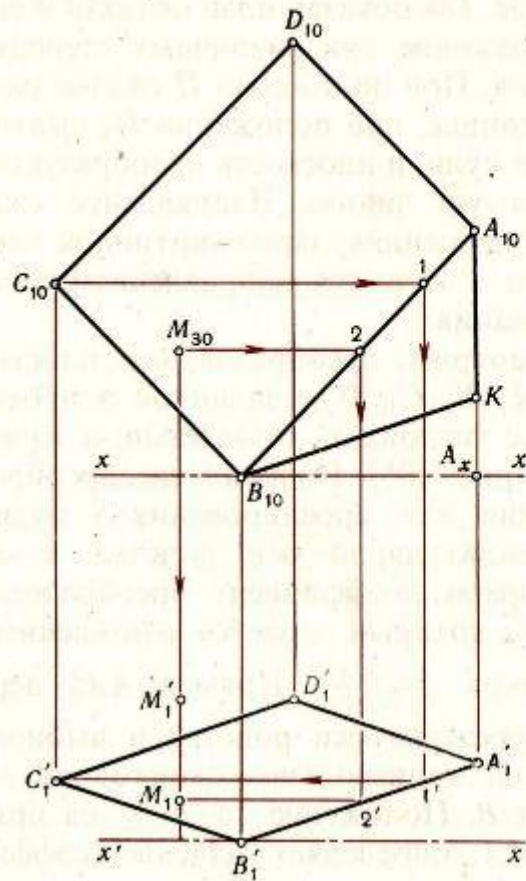


РИС. 185. СХЕМА АФФИННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКОСТИ МЕТОДОМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО КЛЮЧА

Для построения горизонталей необходимо взять несколько точек. Построение выполняется способом, описанным ранее.

**Пример 2.** Дан сводный план горных работ участка шахты с горизонталями земной поверхности (см. рис. 182). Построить наглядную проекцию участка шахты и увязать ее с рельефом земной поверхности. Построение выполнено на рис. 183 описанным выше способом. На видимых гранях блока изображают пласты полезного ископаемого и породы по данным разрезов или наносят структурную колонку.

**Построение аффинной проекции методом пропорционального ключа.** Аффинное преобразование плана объекта при проецировании перпендикулярно картинной плоскости можно условно рассматривать как сжатие, причем изображение объекта меняется в зависимости от степени сжатия.



На рис. 184 показан план объекта и его изображение при различных степенях сжатия. При положении  $II$  сжатие равно единице, при положении  $III$  сжатие равно нулю и плоскость преобразуется в прямую линию. Направление сжатия  $S$  перпендикулярно картинной плоскости и является направлением проецирования.

Рассмотрим преобразование плоскости  $A_{10} B_{10} C_{10} D_{10}$ , заданной в проекциях с числовыми отметками, и точки  $M_{30}$  (рис. 185). Направление преобразования или проецирования  $S$  будет перпендикулярно оси родства  $x-x'$ . Выбираем коэффициент преобразования  $q$ , который задается отношением отрезков  $q = \frac{KA_x}{AA_x}$ . Прямая  $AA_x^*$  перпендикулярна оси родства и выбирается на произвольном расстоянии от точки  $B$ . Положение точки  $K$  на прямой  $AA_x$  определяет значение коэффициента  $q$ .

Преобразование производится с помощью прямых  $BA$  и  $BK$ , которые называются ключом пропорциональности. Чтобы преобразованное изображение не накладывалось на исходный план, его располагают ниже плана. Задаемся осью родства  $x'-x'$  и на ней находим проекцию точки  $B$  — точку  $B'_1$ . Затем проводим прямую  $B'_1 A'_1$  параллельно  $BK$ . Точка  $A'_1$  находится непосредственно на пересечении прямой  $B'_1 A'_1$  с линией связи, проведенной из точки  $A$  перпендикулярно оси родства. Чтобы определить положение точки  $C'_1$ , проводим из точки  $C_1$  прямую параллельно оси  $x-x'$  до пересечения с линией ключа  $AB$  в точке  $l$ . Затем, проведя линию связи  $l-l'$  до линии ключа  $B'_1 A'_1$ , находим точку  $l'$ . Точку  $C'_1$  получим при пересечении

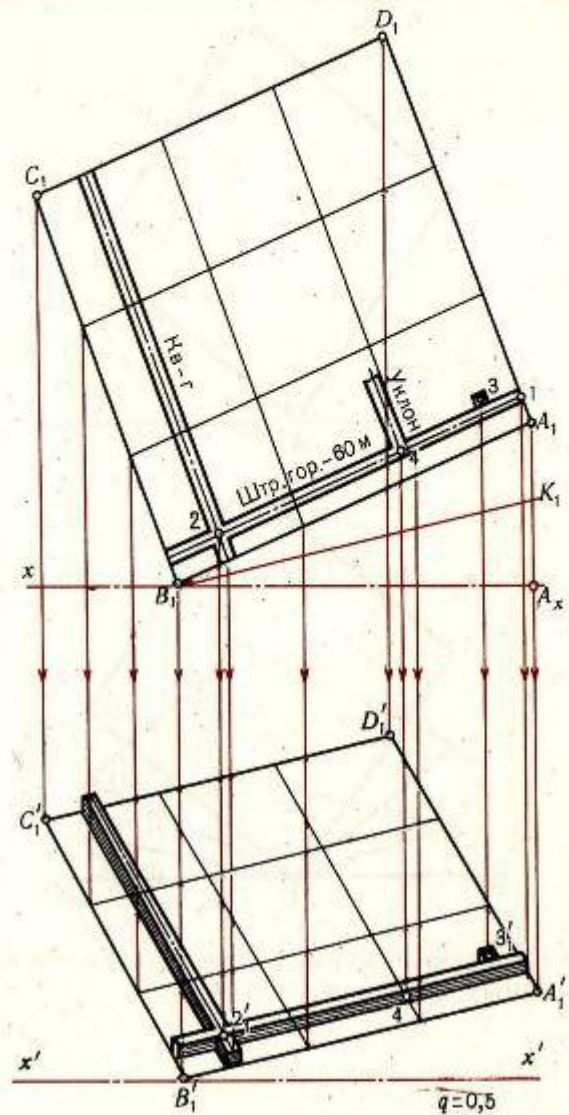


РИС. 186. АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГОРИЗОНТА — 60 м

\* Числовые отметки для упрощения опускаются.



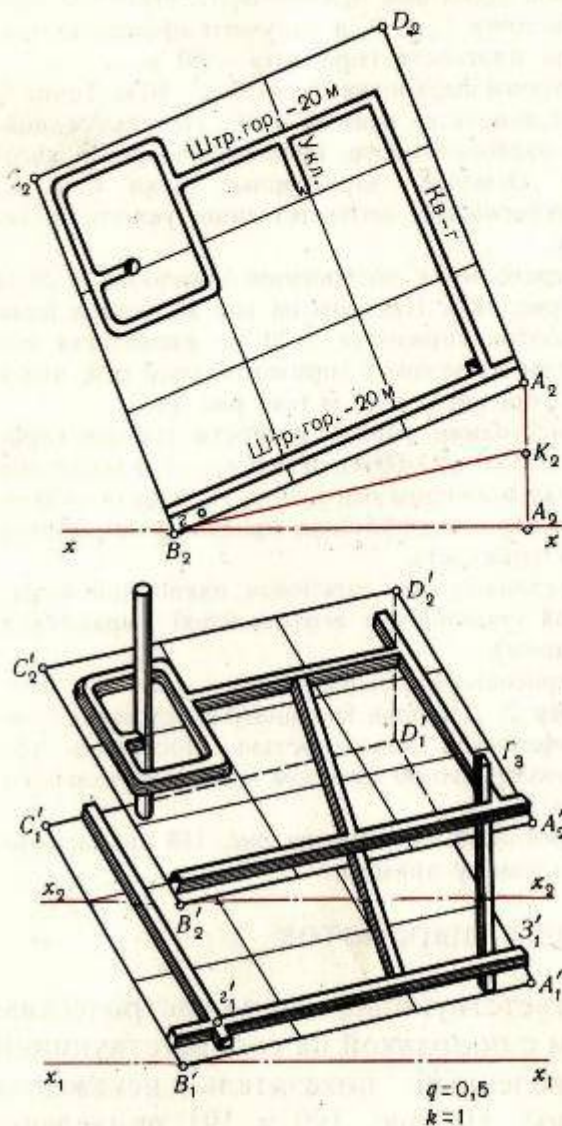


РИС. 187. АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГОРИЗОНТА — 20 м

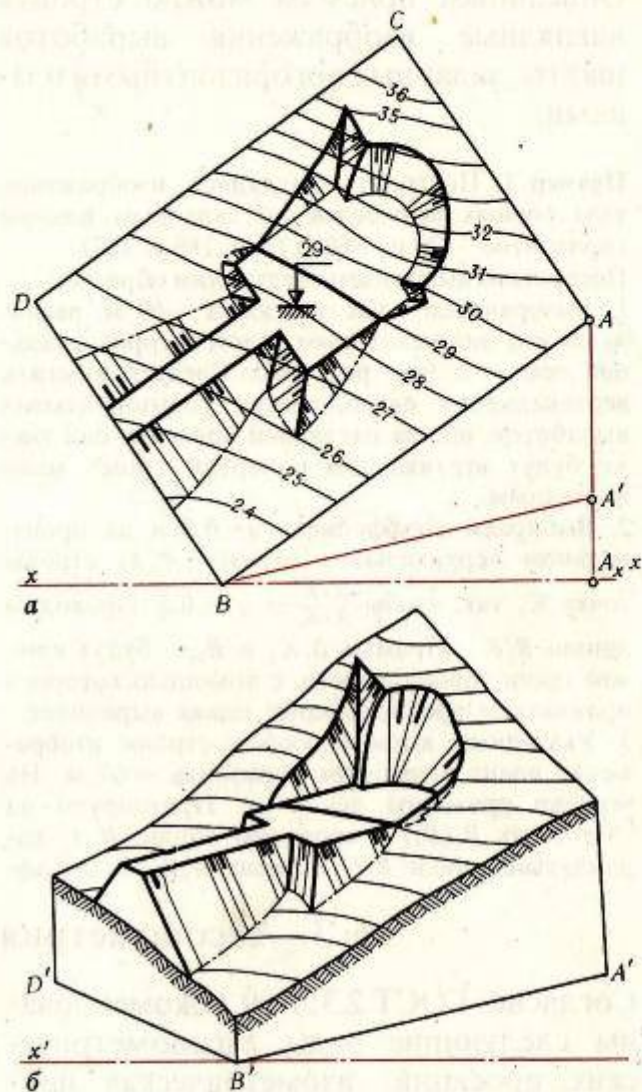


РИС. 188. ПОСТРОЕНИЕ АФФИННОЙ ПРОЕКЦИИ ЗЕМЛЯНОГО СООРУЖЕНИЯ МЕТОДОМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО КЛЮЧА

прямых  $CC_1$  и  $I'C_1$ . Используя свойства параллельности, находим точку  $D_1$ . Плоскость  $A_1B_1C_1D_1$  будет наглядной проекцией плоскости  $ABCD$ . Для того чтобы построить точку  $M_{30}$ , необходимо сначала указанным способом найти ее проекцию на плоскость  $A_1B_1C_1D_1$ , т.е. точку  $M_1$ , а затем, отложив в масштабе чертежа разность отметок точки и плоскости (в данном примере  $30 - 10 = 20$  м), получим ее наглядную проекцию — точку  $M_1$ .



Описанным приемом можно строить наглядные изображения выработок шахты, заданных погоризонтными планами.

**Пример 1.** Построить наглядное изображение узла горных выработок по заданным планам горизонтов —20 и —60 м (рис. 186 и 187).

Построение выполняем следующим образом:

1. Вычерчиваем план горизонта —60 м, располагая его под некоторым углом к горизонтальной оси  $x-x$  (см. рис. 186). Следует избегать вертикального расположения горизонтальных выработок, ибо на наглядной проекции они также будут вертикальны и чертеж станет мало наглядным.

2. Выбираем коэффициент  $q=0,5$  и на произвольном вертикальном отрезке  $A_1A_x$  строим точку  $K_1$  так, чтобы  $\frac{AxK_1}{AxA_1} = q = 0,5$ . Проводим линию  $B_1K_1$ . Прямые  $B_1K_1$  и  $B_1A_1$  будут ключом пропорциональности, с помощью которого производим преобразование плана выработок.

3. Указанным выше способом строим изображение плана выработок горизонта —60 м. На чертеже проводим ось  $x'-x'$ . Проецируем на нее точку  $B_1(B'_1)$  и проводим линию  $B'_1A'_1$  параллельно линии  $B_1K_1$ . Линия  $B'_1A'_1$  будет аф-

финной проекцией прямой  $B_1A_1$ . Находим проекции точек  $C'_1$  и  $D'_1$  и получаем аффинную проекцию плоскости горизонта —60 м.

4. Строим выработки горизонта —60 м. Точка  $I'_1$  будет лежать на прямой  $A'_1D'_1$ . Используя свойства параллельности, проводим штрек и квершлаг. Отмечаем характерные точки  $4'_1$  и  $3'_1$ , принадлежащие соответственно уклону и гезенку.

5. Переходим к построению горизонта —20 м (см. рис. 187). Наносим на тот же чертеж план выработок горизонта —20 м, располагая его под тем же углом к горизонтальной оси, что и план горизонта —60 м (см. рис. 186).

На расстоянии, равном разности отметок горизонтов —20—(—60 м), от оси  $x_1-x_1$  в масштабе чертежа проводим ось  $x_2-x_2$  горизонта —20 м. Затем строим аффинную проекцию выработок этого горизонта.

6. Соединяем оба горизонта наклонной выработкой (уклоном) и вертикальной выработкой (гезенком).

7. Дорисовываем выработки.

**Пример 2.** Дан план земляного сооружения с топографической поверхностью. Построить аффинную проекцию методом пропорционального ключа.

Построение выполнено на рис. 188 аналогично предыдущему примеру.

### § 3. Аксонометрия горных выработок

Согласно ГОСТ 2.317-69 рекомендованы следующие виды аксонометрических проекций: изометрическая прямоугольная; диметрическая прямоугольная; фронтальная изометрическая косоугольная; горизонтальная изометрическая косоугольная; фронтальная диметрическая косоугольная.

Положение осей в этих проекциях дано на рис. 189.

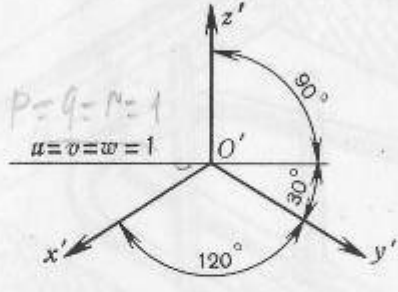
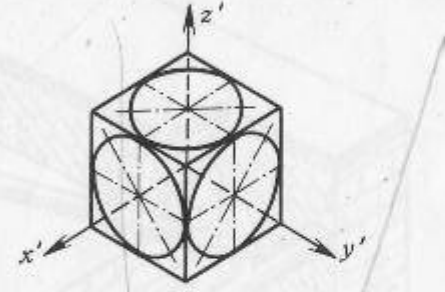
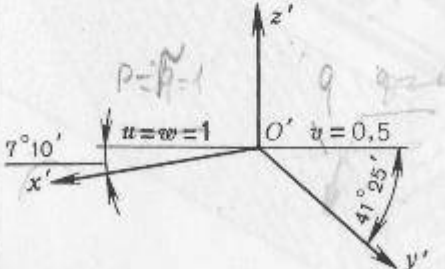
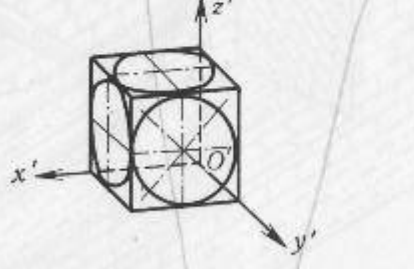
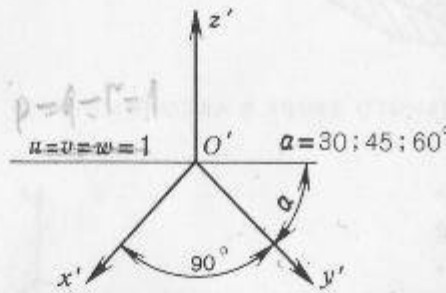
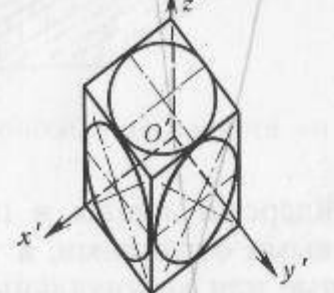
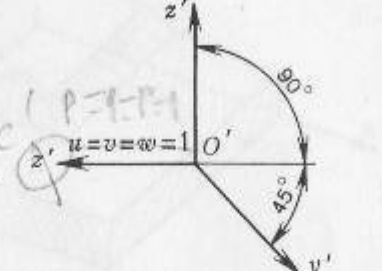
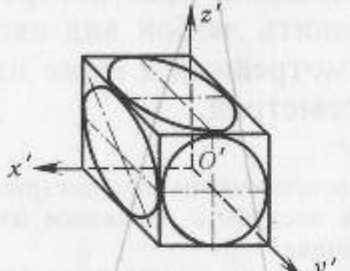
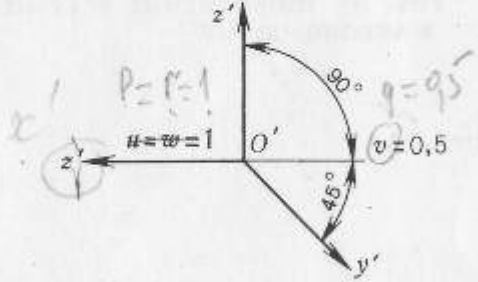
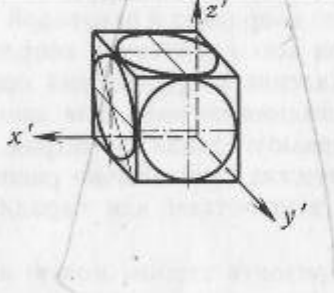
Аксонометрическое построение выполняется на основании ортогональных проекций фигуры. До начала построения необходимо решить вопрос об ориентации тела относительно аксонометрических осей с тем, чтобы изображение было наиболее наглядным и с наименьшими искажениями основных элементов. Аксонометрические координаты откладываются параллельно

соответствующим аксонометрическим осям с поправкой на соответствующий приведенный показатель искажения длины. На рис. 190 и 191 приведены примеры наглядных изображений в аксонометрии.

**Построение аксонометрии по чертежам отдельных горизонтов.** Аксонометрический метод построения наглядных проекций широко применяется в машиностроении, но для изображения сложных по форме объектов горного производства часто не пригоден, так как требует определения координат большого числа точек. Более удобно в горном деле производить построение аксонометрии по изображениям отдельных горизонтов.

Исходным материалом для построения служат погоризонтные или свод-



ПРОЕКЦИЯ	ПОЛОЖЕНИЕ ОСЕЙ	ИЗОБРАЖЕНИЕ КУБА И ОКРУЖНОСТЕЙ
Изометрическая <i>Изометрия</i>	$p=q=r=1$ $u=v=w=1$ 	
Диметрическая <i>Диметрия</i>	$p=r=1$ $u=w=1$ $v=0,5$ $7^{\circ}10'$ $41^{\circ}25'$ 	
Горизонтальная изометрическая <i>Горизонтальная изометрия</i>	$p=q=r=1$ $u=v=w=1$ $\alpha=30:45:60^{\circ}$ 	
Фронтальная изометрическая <i>Фронтальная изометрия</i>	$p=r=1$ $u=v=w=1$ $45^{\circ}$ $90^{\circ}$ 	
Фронтальная диметрическая <i>Фронтальная диметрия</i>	$p=r=1$ $u=w=1$ $v=0,5$ $8^{\circ}$ $q=95^{\circ}$ $45^{\circ}$ 	

*Изометрия*  
*Диметрия*  
*Горизонтальная изометрия*  
*Фронтальная изометрия*  
*Фронтальная диметрия*

Положение осей в аксонометрических проекциях

РИС. 189. ПОЛОЖЕНИЕ ОСЕЙ В АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

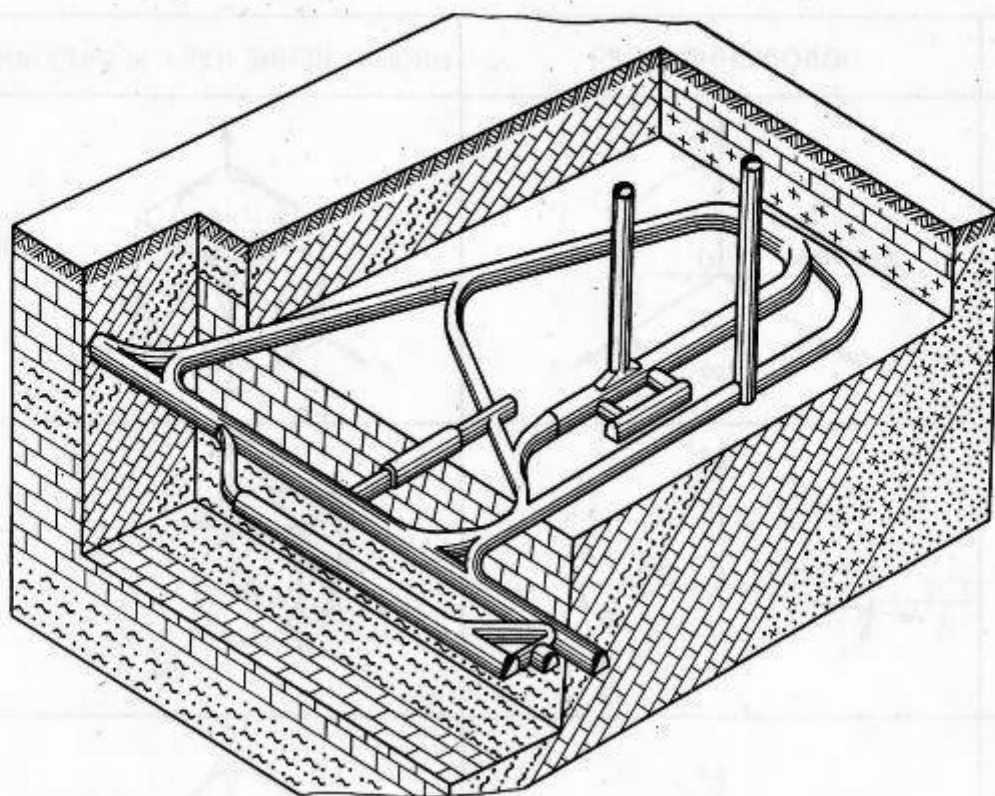


РИС. 190. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОКОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА В АКСОНОМЕТРИИ

ные маркшейдерские планы в проекциях с числовыми отметками, а также горизонтальные или вертикальные параллельные сечения. Для построения можно применить любой вид аксонометрии, рассмотренный в курсе начертательной геометрии.

**Пример 1.** По погоризонтным планам (рис. 192) трех горизонтов построить наглядное изображение части рудника.

Порядок построения следующий (рис. 193):

1. Выбираем начало координат в некоторой точке  $O$  с общими для всех горизонтов координатами  $x$  и  $y$ , направления координатных осей и коэффициенты искажения по ним. Для данного примера принята прямоугольная изометрия. Одну из аксонометрических осей обычно располагают по главным выработкам или параллельно им.

2. Для каждого горизонта строим новую аксонометрическую координатную сетку с учетом принятых направлений аксонометрических осей и коэффициентов искажений по ним. Если обнаружится значительное перекрытие одного горизонта другим, коэффициент искажения по оси  $z$

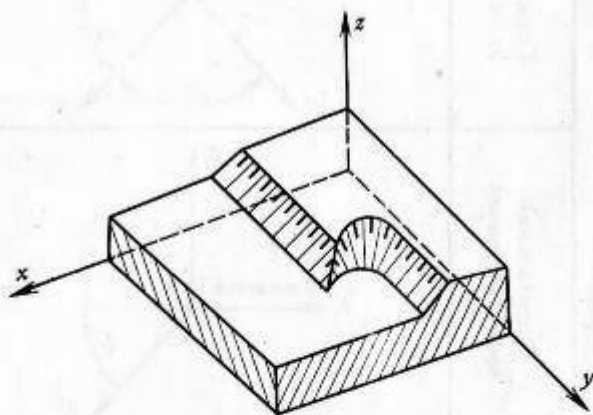


РИС. 191. ИЗОБРАЖЕНИЕ ВСКРЫШНОГО УСТУПА В АКСОНОМЕТРИИ



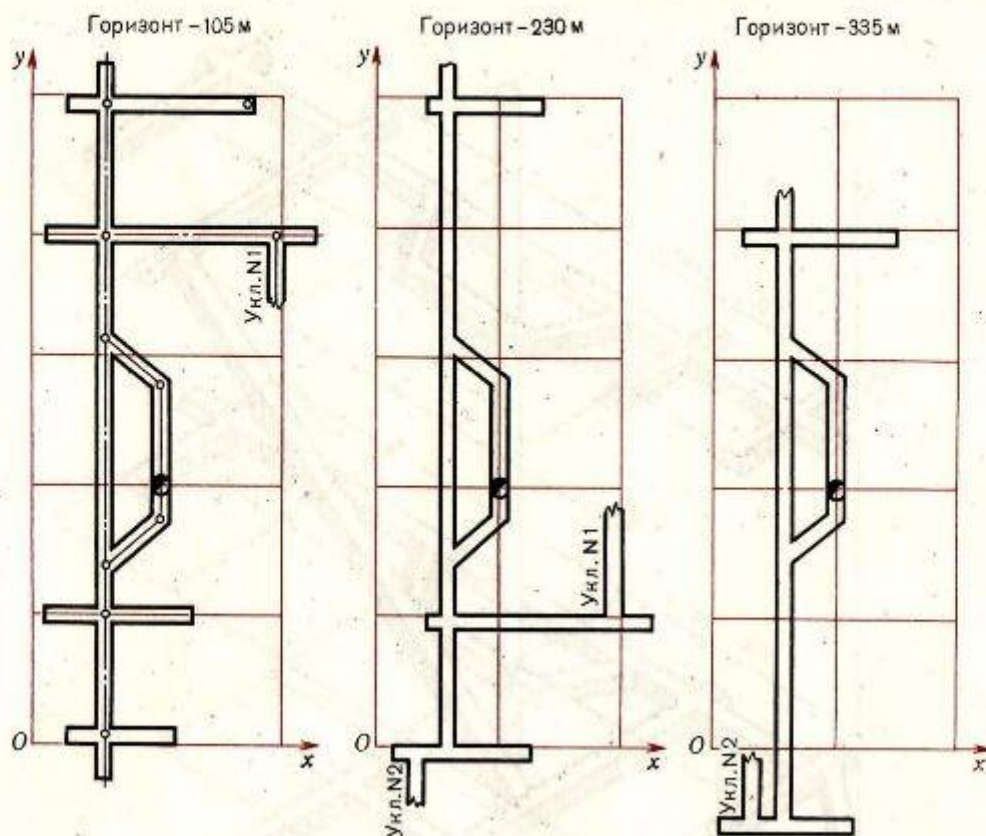


РИС. 192. ПОГОРИЗОНТНЫЕ ПЛАНЫ ТРЕХ ГОРИЗОНТОВ РУДНИКА

можно искусственно увеличить. В данном примере коэффициент  $\omega=2$ .

3. На каждый горизонт наносим контуры горных выработок относительно координатной сетки с учетом коэффициента искажения.

Для умножения размеров на коэффициент искажения удобно пользоваться угловым масштабом, описанным выше.

4. Строим наклонные и вертикальные выработки.

5. Дорисовываем выработки, придавая им объемную форму.

На чертеже обязательно должны быть показаны: расположение аксонометрических осей, начало координат и значение коэффициента искажения.

**Пример 2.** Дан план участка местности в горизонталях (рис. 194, а) и два взаимно перпендикулярных разреза  $A-A$  и  $B-B$ . Построить изометрию участка местности.

Построение выполняется в следующем порядке:

1. Строим вторичную аксонометрическую проекцию координатной сетки и наносим на нее вторичные проекции горизонталей местности, учитывая коэффициенты искажения.

2. Из точки  $O$  проводим вертикальную линию

и на ней вычерчиваем вертикальный масштаб, соответствующий высоте сечения горизонталей 5 м.

3. Вычерчиваем горизонтали. Для этого накладываем кальку на изометрическую проекцию плана, отмечаем точку  $O$  и проводим линии  $O'B'$  и  $O'-S'$ , а через точку  $C$  вертикальную линию.

4. Перемещая кальку по аксонометрическому плану так, чтобы точка  $O$  скользила по вертикальному масштабу, вычерчиваем горизонтали местности. Например, совмещая точку  $O'$  с отметкой на вертикальном масштабе 90, вычерчиваем горизонталь с отметкой 90, затем перемещаем кальку вниз до совмещения точки  $O$  с отметкой 95 и вычерчиваем горизонталь с отметкой 95 и т. д.

Каждую горизонталь вычерчиваем только до рамки плана изображаемого участка. Затем соединяем концы горизонталей плавной кривой. Получаем пространственное изображение боковых граней.

5. На видимых боковых гранях изображенной поверхности наносим породы согласно разрезам  $A-A$  и  $B-B$ .

**Пример 3.** Построить наглядное изображение



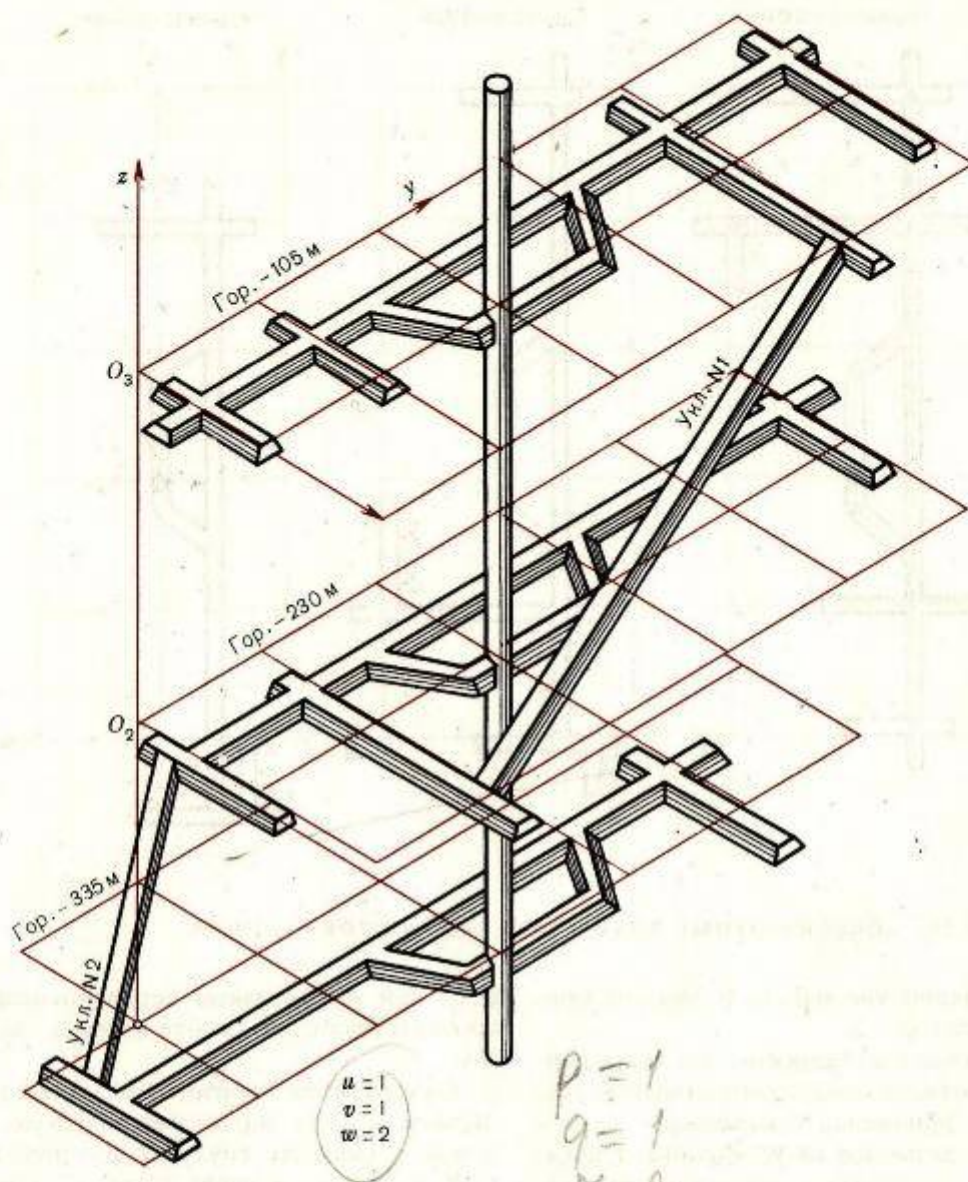


РИС. 193. АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ЧАСТИ РУДНИКА

узла околоствольных выработок трех горизонтов в триметрии. Исходным материалом для построения служит сводный план выработок в проекциях с числовыми отметками и разрез вкрест простирания  $A-A$  (рис. 195).

Построение (рис. 196) производим так же, как и в предыдущем примере.

Расположение подземных выработок увязываем с залеганием пластов угля и рельефом земной поверхности. Для этого мы строим аксонометрию контура плана в виде прямоугольного блока, на боковой грани которого показываем пласты угля и породу. Если изображение пород затемняет изображение выработок, можно показать только структурную колонку залегающих пород.

На наглядных проекциях, в зависимости от их

назначения, можно показать:

- 1) схему вентиляции с расположением всех вентиляционных устройств и вентиляционных сооружений и с указанием основных вентиляционных характеристик шахты (рудника) и горных выработок;
- 2) схему электроснабжения и водоотлива;
- 3) схему рудничного транспорта и расположение механизмов в выработках;
- 4) форму сечения выработок и вид крепи;
- 5) систему разработки и отразить мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к горным чертежам, является требование динамичности, т. е. на чертежах должно быть



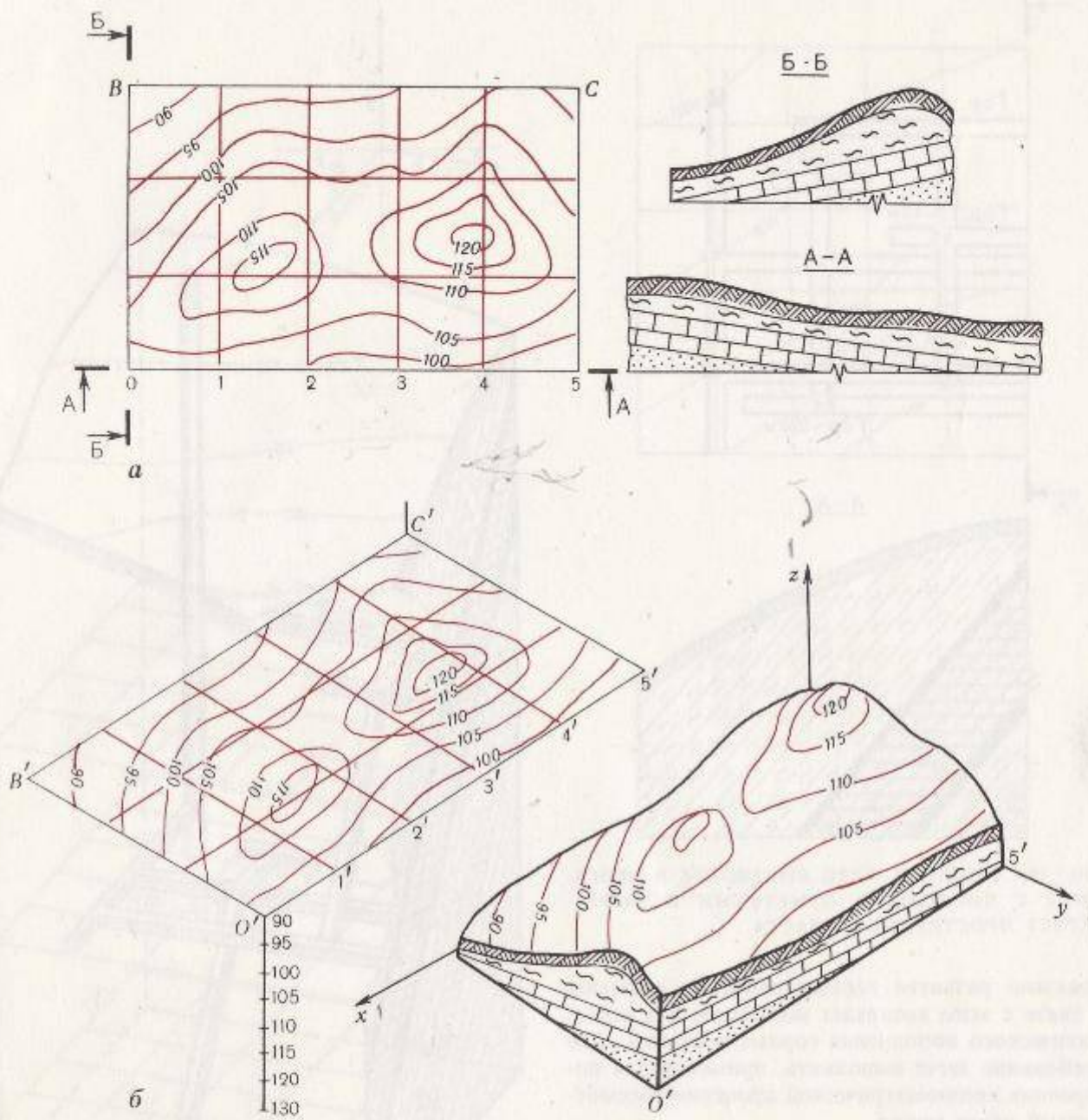


РИС. 194. ИЗОМЕТРИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ:

$a$  — план;  
 $\bar{b}$  — изометрия плана и изометрия топографической поверхности



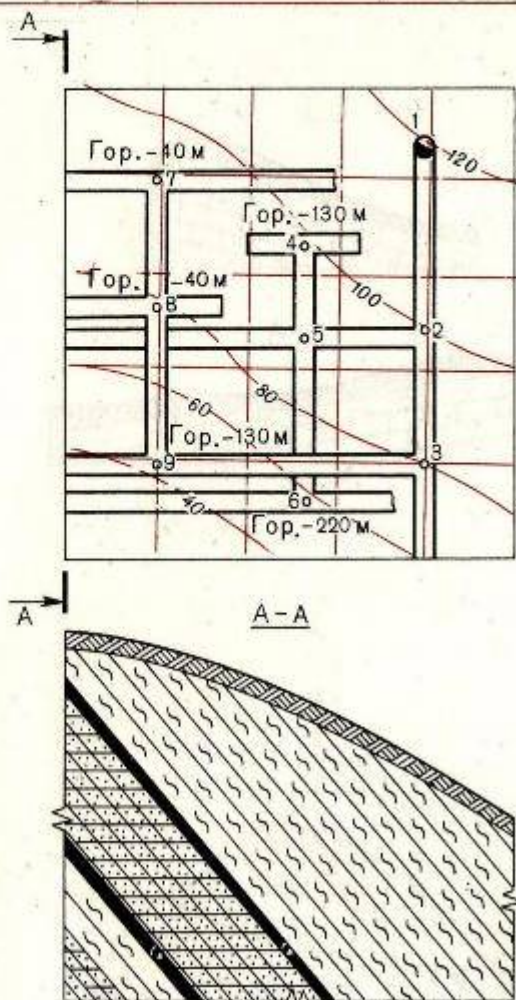


РИС. 195. СВОДНЫЙ ПЛАН ВЫРАБОТОК В ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ И РАЗРЕЗ ВКРЕСТ ПРОСТИРАНИЯ ПЛАСТА

показано развитие горных работ во времени. В связи с этим возникает необходимость систематического пополнения горных чертежей. Это требование легче выполнить, применяя для построения аксонометрической проекции рассмотренный ранее метод.

При решении вопроса о том, какой вид аксонометрической проекции наиболее соответствует требованиям рудничного моделирования, необходимо учитывать следующее.

Нет основания рекомендовать к применению какой-либо один вид аксонометрической проекции, который в одинаковой степени удовлетворял бы требованиям, предъявляемым к объемным изображениям, для весьма разнообразного сочетания условий; морфологии рудных тел, тектоники, системы разработки месторождений и т. п.

Если для одних горно-геологических условий данный вид проекций наиболее целесообразен, то для других условий он может оказаться совершенно неприемлем.

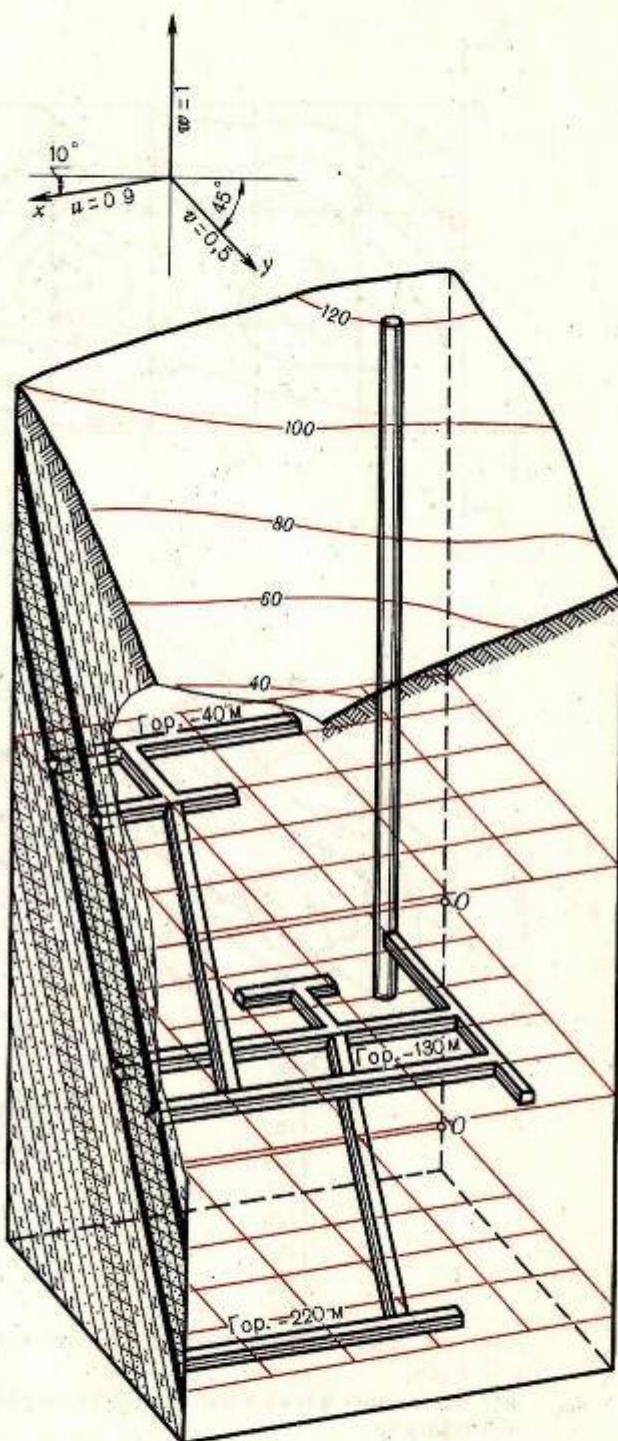


РИС. 196. ТРИМЕТРИЯ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК



### § 4. Построения стандартной аксонометрии методом аффинных преобразований

Исследуем аффинное преобразование при направлении проецирования, перпендикулярном картинной плоскости  $\Omega$ , т. е. когда  $\varphi + \psi = 90^\circ$  (рис. 197).

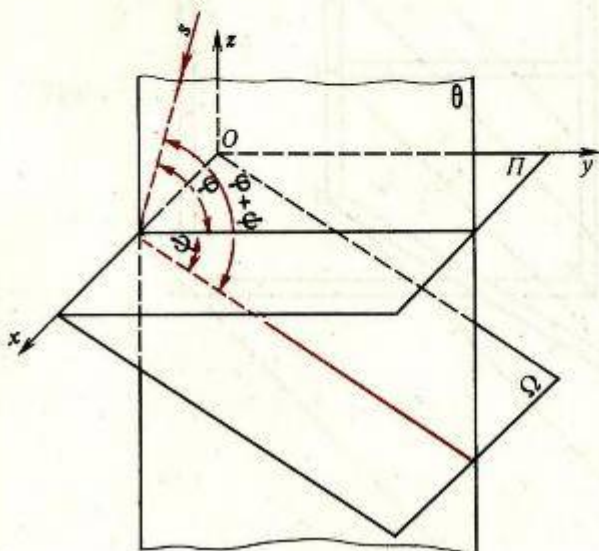


РИС. 197. СХЕМА АФФИННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ НАПРАВЛЕНИИ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ

Коэффициенты  $q$  и  $k_z$  рассчитываем по формулам, приведенным для случая, когда направление проецирования перпендикулярно оси родства.

При  $(\varphi + \psi) = 90^\circ \sin(\varphi + \psi) = 1$ . Тогда:

$$q = \sin \varphi; \quad k_z = \cos \varphi.$$

Аффинные преобразования, при которых направления проецирования перпендикулярны картинной плоскости, соответствуют прямоугольным аксонометрическим проекциям. Действительно, в основе аффинных преобразований и аксонометрических проекций лежит один и тот же метод — метод параллельного проецирования. Различие заключается в том, что при построении используются разные системы координат.

Поэтому известное уравнение, которое связывает коэффициент искажения в ортогональной аксонометрии  $u^2 + v^2 + w^2 = 2$ , справедливо и для этого случая аффинных преобразований:  $k_1^2 + k_2^2 + k_z^2 = 2$ .

Возьмем прямоугольную систему координат  $x_1 y_1 z_1$  в предметной плоскости (рис. 198) и спроецируем ее на плоскость  $\Omega$  по направлению  $s$  перпендикулярно плоскости  $\Omega$ . Угол  $\theta$  определяет направление осей  $x'$  и  $y'$  относительно оси родства; ось  $z'$  будем считать перпендикулярной предметной плоскости. Углы  $Q_1$  и  $Q_2$  определяют направления соответствующих им аксонометрических осей  $x', y', z'$ , а  $k_1, k_2, k_z$  — коэффициенты искажения по этим осям.

Направления  $\theta$  и  $\varphi$  можно подобрать так, чтобы изображение предмета в соответствующей аксонометрической проекции было наглядным.

Можно заранее задать направление аксонометрических осей и коэффициентом искажений по этим направлениям и определить, при каких условиях

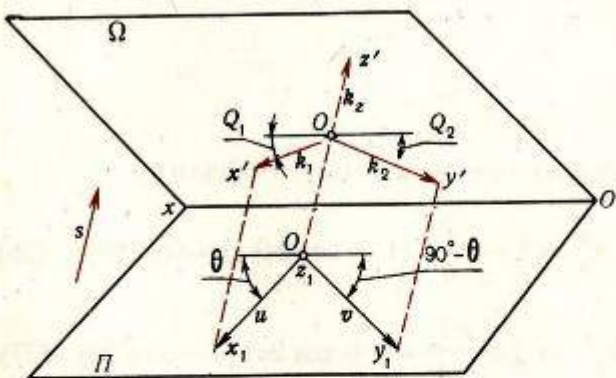


РИС. 198. УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ АКСОНОМЕТРИИ



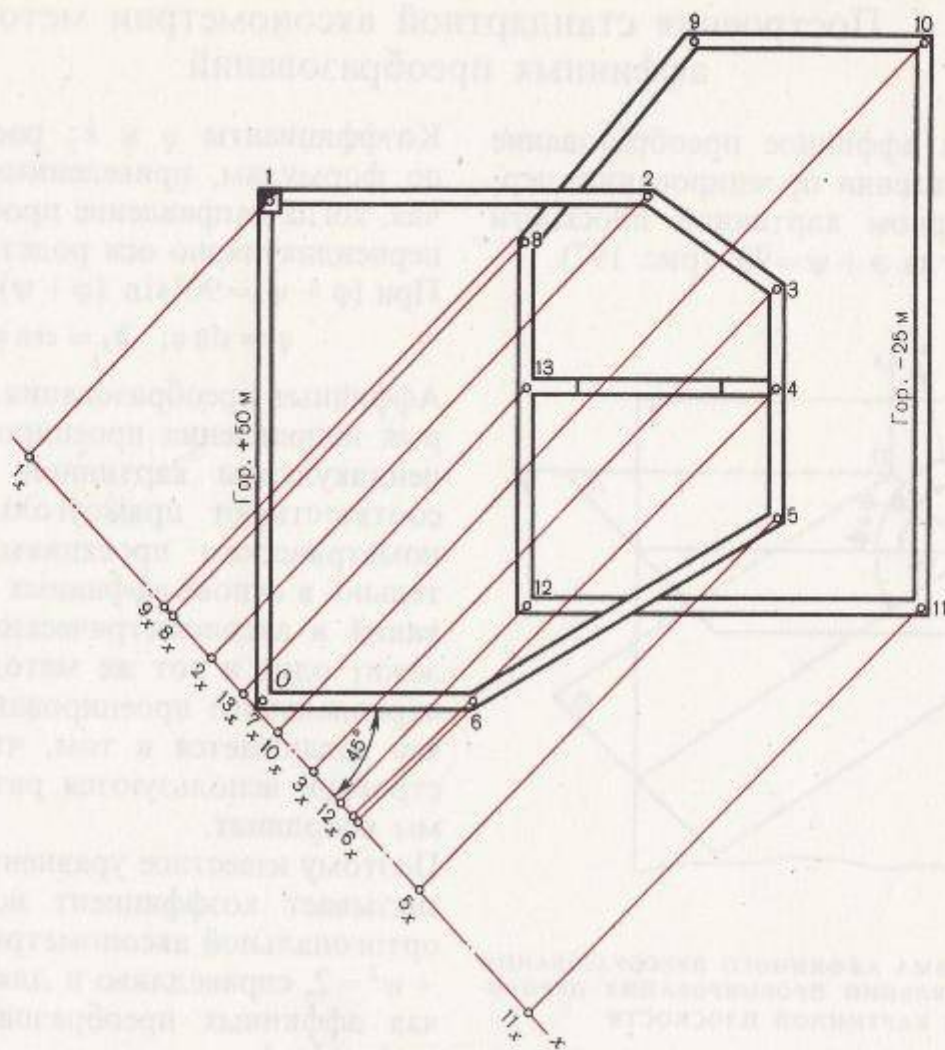


РИС. 199. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОМЕТРИИ МЕТОДОМ АФФИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

может быть получена заданная аксонометрия. По формулам, рекомендованным Г. А. Ушаковым и И. Д. Гольдиным

$$\operatorname{tg} Q_1 = q \operatorname{tg} \theta; \quad (22)$$

$$\operatorname{tg} Q_2 = q \operatorname{ctg} \theta; \quad (23)$$

$$k_z = \cos \varphi; \quad (24)$$

$$q = \sin \varphi; \quad (25)$$

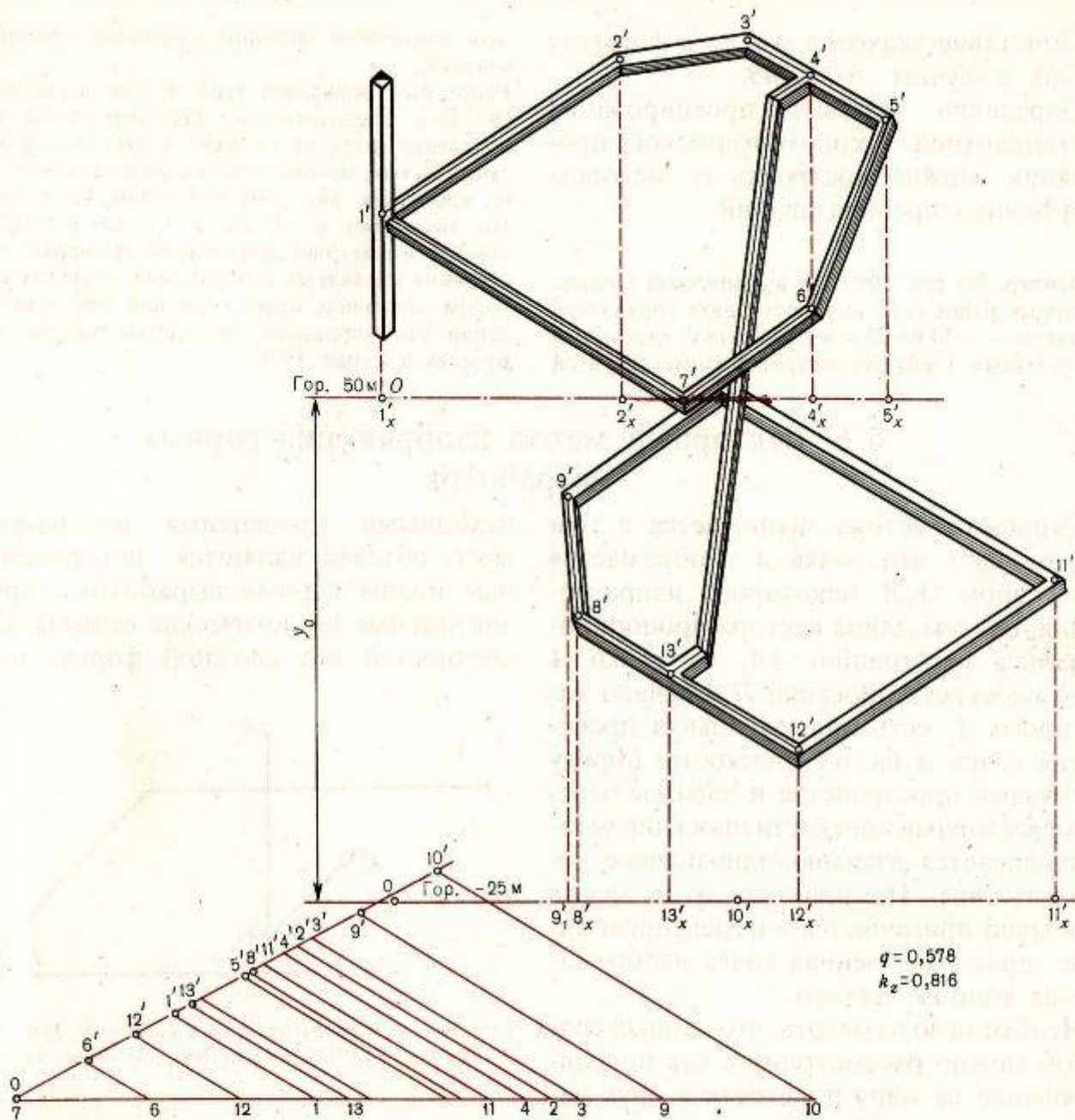
$$k_x^2 = 1 - \frac{1}{4} (1 + \cos 2\varphi) (1 - \cos 2\theta); \quad (26)$$

$$k_y^2 = 1 - \frac{1}{4} (1 + \cos 2\varphi) (1 + \cos 2\theta) \quad (27)$$

определим условия, при которых получаются стандартные аксонометрические проекции — изометрия и диметрия.

**Изометрия.** Для изометрии  $u=v=w$ , т. е.  $k_x=k_y=k_z = \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,816$ . Соглас-





но приведенной выше формуле,  $k_z = \cos \varphi = 0,816$ . По табл. 8 и 9 определяем  $\varphi = 35^\circ 20'$ , тогда  $\psi = 90^\circ - 35^\circ 20' = 54^\circ 40'$ . Так как  $Q_1 = Q_2$ , то, согласно формулам (22) и (23),  $\operatorname{tg} \theta = \operatorname{ctg} \theta$ , т. е.  $\theta = 45^\circ$ . Следовательно, чтобы получить изометрическую проекцию объекта, заданного в проекциях с числовыми отметками, необходимо ось родства расположить под углом  $\theta = 45^\circ$  к линиям координатной сетки.

**Диметрия.** Для этой проекции, как из-

вестно из курса начертательной геометрии,

$$k_x = k_z = \frac{2\sqrt{2}}{3} \approx 0,94;$$

$$k_y = \frac{\sqrt{2}}{3} \approx 0,47;$$

$$\theta_1 = 7^\circ 10'; \quad \theta_2 = 41^\circ 25'.$$

Значения углов определяем из формулы (24):

$$\varphi = 20^\circ; \quad \psi = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ.$$

Подставив значения  $\varphi$  и  $k_x$  в формулу (26), получим  $\theta = 20^\circ 45'$ .

Определив условия проецирования стандартной аксонометрической проекции, можно построить ее методом аффинных преобразований.

**Пример.** На рис. 199 дана выкопировка с плана горных работ сети выработок двух горизонтов шахты — +50 и —25 м в проекциях с числовыми отметками. Требуется построить изометрию этой

сети выработок методом аффинных преобразований.

Ранее был определен угол  $\theta$  для изометрии ( $\theta = 45^\circ$ ). Следовательно, для того чтобы направление штреков совпало с аксонометрическими осями, необходимо ось родства провести на плане (см. рис. 199) под углом  $45^\circ$  к ним. По значениям  $\varphi = 35^\circ 20'$  и  $k_z = \cos \varphi = 0,816$  строим изометрию аналогично примерам построения наглядных изображений объектов методом аффинных преобразований при направлении проецирования, перпендикулярном оси родства (см. рис. 199).

### § 5. Векторный метод изображения горных выработок

Сущность метода заключается в том (рис. 200), что точка  $A$  изображается вектором  $A_1A'$  некоторого направления, причем длина вектора пропорциональна расстоянию  $AA_1$  от точки  $A$  до плоскости проекций  $\Pi$  и начало которого  $A_1$  есть прямоугольная проекция точки  $A$  на эту плоскость. Между точками пространства и параллельными векторами плоскости проекций устанавливается взаимно однозначное соответствие. На практике этот метод обычно применяется в измененном виде: пространственная точка изображается концом вектора.

Необходимо отметить, что данный способ можно рассматривать как проецирование на одну плоскость в двух направлениях, одно из которых  $s$  — перпендикулярно плоскости проекций, а другое —  $\tau$  направлено под каким-либо углом  $\varphi$  к ней (рис. 201).

Следовательно, векторный метод изображения имеет свойства метода параллельного проецирования.

Рассматриваемые проекции наилучшим образом удовлетворяют требованиям простоты построения, удобоизмеряемости и динамичности, т. е. пополняемости. Особенно удобно пользоваться векторными проекциями, если

исходными проекциями изображаемого объекта являются погоризонтные планы горных выработок, горизонтальные геологические сечения поверхностей тел сложной формы или

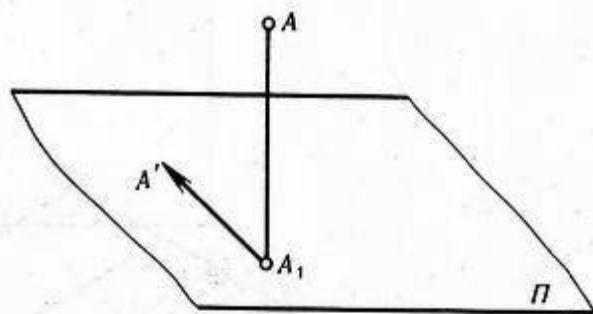


РИС. 200. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ВЕКТОРНОГО МЕТОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

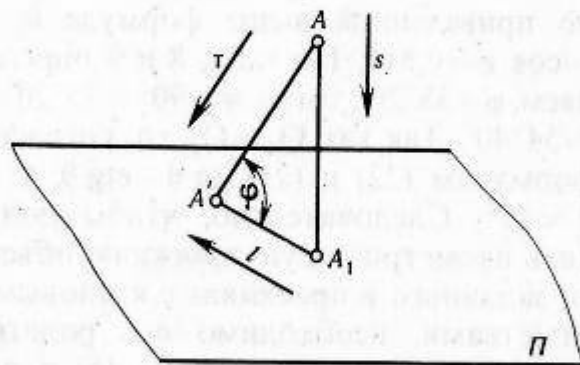


РИС. 201. ВЕКТОРНЫЙ МЕТОД ПРОЕЦИРОВАНИЯ — ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ



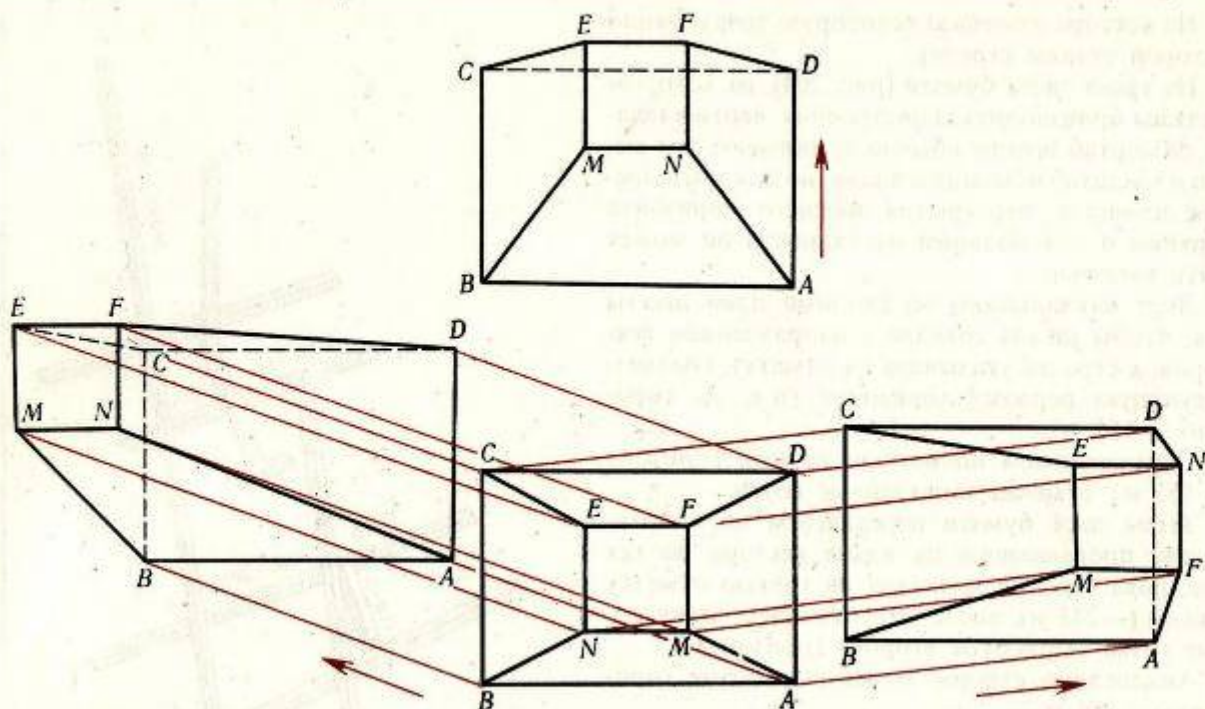


РИС. 202. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПИРАМИДЫ В ВЕКТОРНЫХ ПРОЕКЦИЯХ

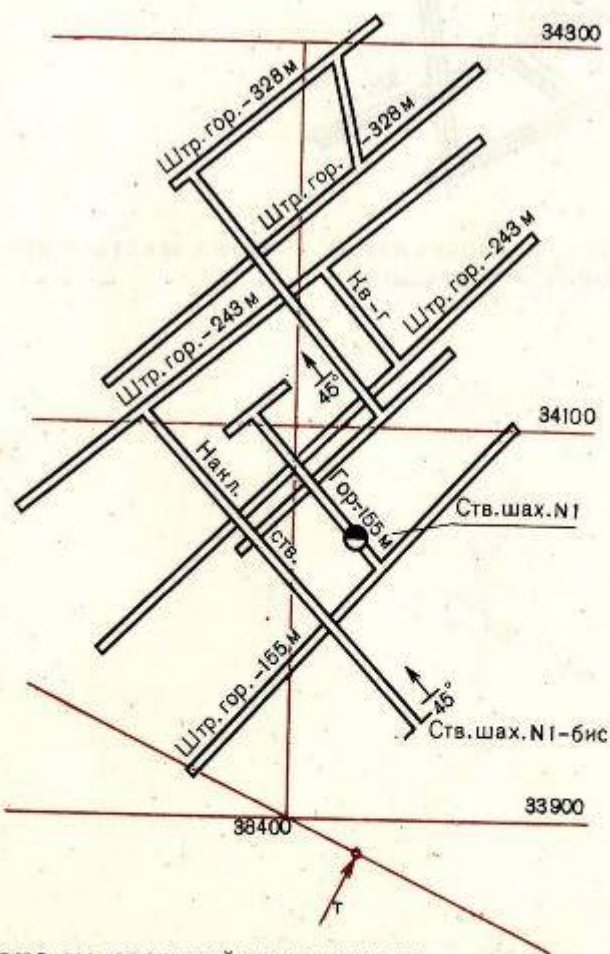


РИС. 203. СВОДНЫЙ ПЛАН ШАХТЫ

геологические разрезы вкрест прости-  
рания.

На рис. 202 в плане дана усеченная пи-  
рамида с параллельными нижним и  
верхним основаниями. Отметки ниж-  
него основания — 40 м, верхнего —  
50 м. Рядом с планом представлены  
изображения этой пирамиды в вектор-  
ных проекциях по трем разным на-  
правлениям проецирования с разными  
масштабами векторов.

Изображение строится следующим об-  
разом. Из каждой характерной точки  
пирамиды  $ABCD$  и  $EFNM$  параллельно  
принятому направлению проецирова-  
ния проводят векторы, длина которых  
пропорциональна абсолютным или от-  
носительным отметкам этих точек.

**Пример 1.** По данному сводному плану шахты  
(рис. 203) построить ее изображение в вектор-  
ных проекциях. Построение производим на каль-  
ке или плотной бумаге при помощи светокопи-  
ровального стола.

1. На плане горных работ (рис. 203) проводим  
вектор так, чтобы его направление не совпадало  
ни с одним из направлений основных горных  
выработок.

2. На векторе отмечаем некоторую точку, около которой ставим стрелку.
  3. На краю листа бумаги (рис. 204), на котором должны производиться построения, чертим шкалу. Масштаб шкалы обычно принимают тот же, что и масштаб исходного плана, но для уменьшения площади перекрытия нижнего горизонта верхним и для большей наглядности он может быть увеличен.
  4. Лист накладываем на сводный план шахты так, чтобы шкала совпала с направлением векторов, а стрелка указывала на отметку, соответствующую первому горизонту (т. е. на горизонт —155 м).
  5. Перечерчиваем полностью первый горизонт (—155 м), отмечая характерные точки.
  6. Затем лист бумаги передвигаем по направлению проведенного на плане вектора до тех пор, пока стрелка не укажет на третью отметку шкалы (—243 м), после чего отмечаем характерные точки выработок второго горизонта.
  7. Аналогично строим точки выработок горизонта —328 м.
  8. Затем соединяем точки разных горизонтов и получаем наклонные выработки.
  9. На чертеже указываем горизонтальный и вертикальный масштабы.
- При таком способе построения измеримость в горизонтальных плоскостях сохраняется, линейные размеры в направлении векторов определяются по вертикальному масштабу. Все остальные величины как линейные, так и угловые могут быть определены элементарными построениями.

**Наглядность изображения векторных проекций** зависит от выбора направления векторов. Чем больше векторы отклоняются от направления изображаемых линий, тем больше наглядность чертежа. Это легко можно учесть, так как горные выработки всегда имеют несколько преобладающих направлений.

**Пример 2.** Построить векторную проекцию топографической поверхности, представленной горизонталями (рис. 205).

1. На плане поверхности проводим вектор, на котором отмечаем некоторую точку стрелкой.
  2. Лист бумаги накладываем на план так, чтобы шкала, построенная на листе, совпала с вектором на плане и стрелка указала на первую точку с отметкой 65 м. Горизонталь с этой отметкой перечерчиваем на бумагу. Остальные горизонтали строим аналогично.
- Построив все горизонтали, оформляем чертеж.

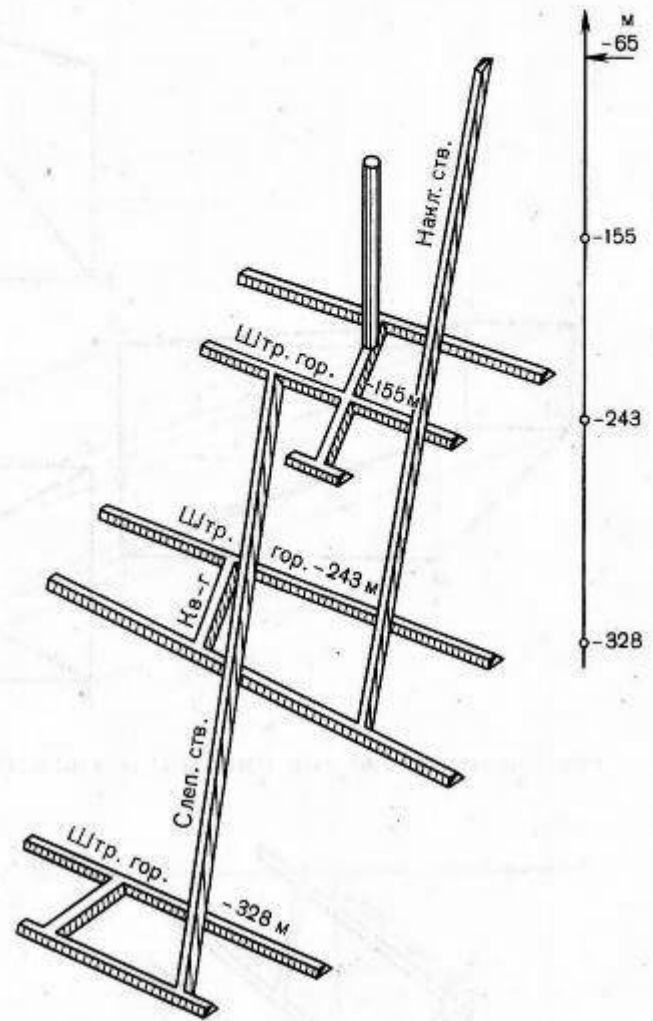


РИС. 204. ИЗОБРАЖЕНИЕ УЧАСТКА ШАХТЫ В ВЕКТОРНЫХ ПРОЕКЦИЯХ



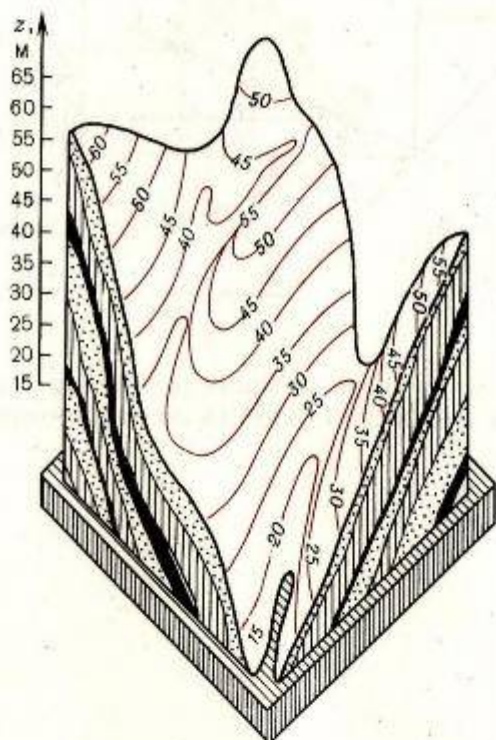
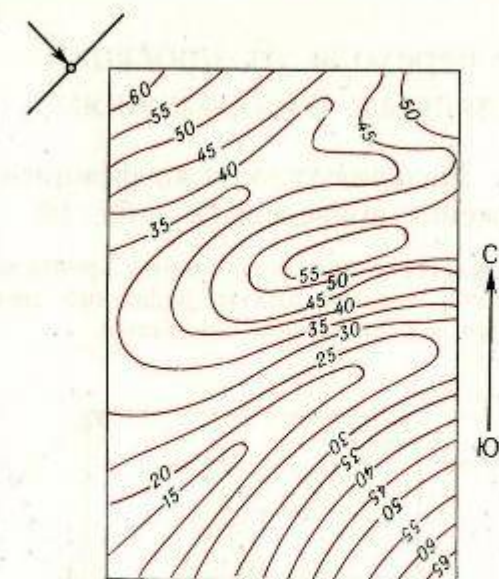


РИС. 205. ВЕКТОРНАЯ ПРОЕКЦИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

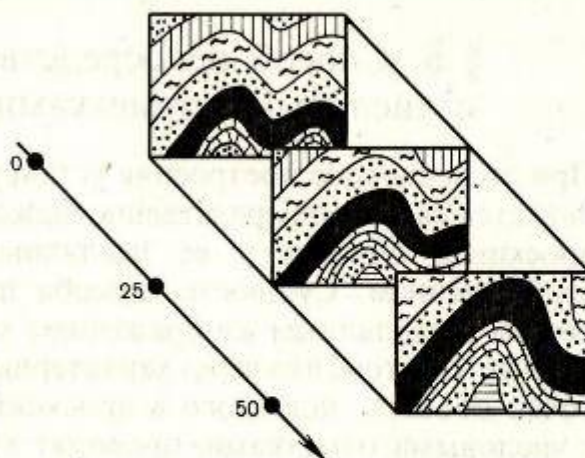


РИС. 206. БЛОК-ДИАГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Залежи полезного ископаемого сложной формы графически представляются вертикальными геологическими разрезами. Для наглядного изображения структуры месторождения таких полезных ископаемых строим векторную проекцию блока, состоящего из нескольких параллельных геологических разрезов. За картинную плоскость удобно принимать вертикальную плоскость, параллельную данным разрезам. В векторной проекции вертикальные разрезы изображаются без искажения, а расстояние между ними и направление смещения будут пропорциональны выбранному вектору. Такие наглядные изображения геологических структур называются блок-диаграммами.

**Пример 3.** Построить блок-диаграмму геологической структуры месторождения угля, заданного вертикальными геологическими разрезами.

1. На листе бумаги (рис. 206) проводим прямую, параллельную выбранному вектору.
2. На прямую наносим деления, пропорциональные расстоянию между разрезами в плане. Масштаб выбираем так, чтобы разрезы не перекрывали друг друга.
3. Строим наглядные изображения, копируя разрезы и смещая их параллельно выбранному вектору на расстояние между ними в плане согласно принятому масштабу.



### § 6. Способ непосредственного перехода от проекций с числовыми отметками к наглядным изображениям

При этом способе построения устанавливается связь непосредственно между проекцией объекта и ее наглядным изображением. Сущность способа перехода к наглядным изображениям заключается в том, что через характерные точки объекта, заданного в проекциях с числовыми отметками, проводят лучи, параллельные направлению аксонометрического проецирования, и строят точки пересечения этих лучей с плоскостью аксонометрических проекций. Затем плоскость проекций совмещают с плоскостью чертежа.

Наиболее простое построение получается при косоугольном проецировании на фронтальную плоскость проекций, так как в этом случае не надо производить указанное совмещение.

Рассмотрим построение аксонометрии  $A'_0$  точки  $A$ .

На рис. 207 изображена прямоугольная система координат. Аксонометрической плоскостью проекций является плоскость  $\Pi_2$ ,  $s$  — проецирующий луч.

В зависимости от угла наклона  $\varphi$  проецирующего луча к аксонометрической плоскости длина вертикальной его проекции  $s_2$  может быть равна длине отрезка  $AA'_0$  (при  $\varphi = 45^\circ$ ) и половине его длины (при  $\varphi = 63^\circ 30'$ ).

Углы  $\Sigma_1$  и  $\Sigma_3$  являются проекциями угла  $\varphi$  на горизонтальную и профильную плоскости проекций. Из треугольников  $A'_x A_x A_1$  и  $A_z A_{z_0} A_3$  можно найти углы  $\Sigma$ : при  $\varphi = 45^\circ$   $\Sigma = 54^\circ 44'$  и при  $\varphi = 63^\circ 30'$   $\Sigma = 70^\circ 30'$ .

Коэффициент искажения  $q = \frac{A_2 A'_0}{A_2 A}$ .

Для упрощения графических построений значения углов  $\varphi$  и  $\Sigma$  можно округ-

лить. Значения углов и коэффициентов искажения приведены в табл. 10.

**Пример.** Построить косоугольную фронтальную проекцию участка шахты, заданного планом выработок с числовыми отметками.

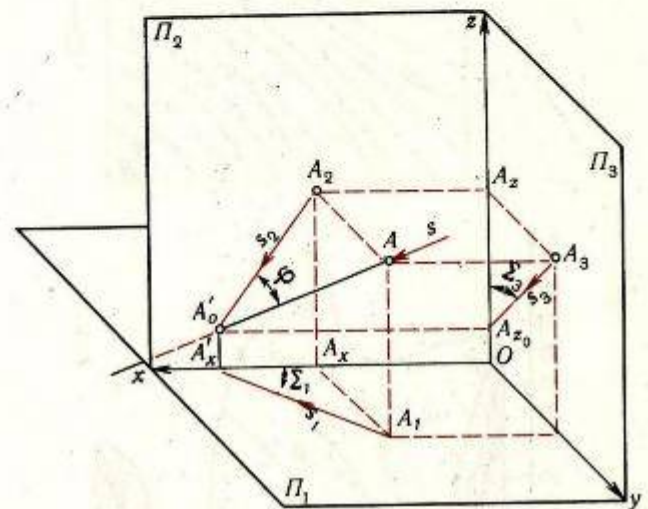


РИС. 207. СХЕМА НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ПРОЕКЦИЕЙ ОБЪЕКТА И ЕГО АКСОНОМЕТРИЕЙ



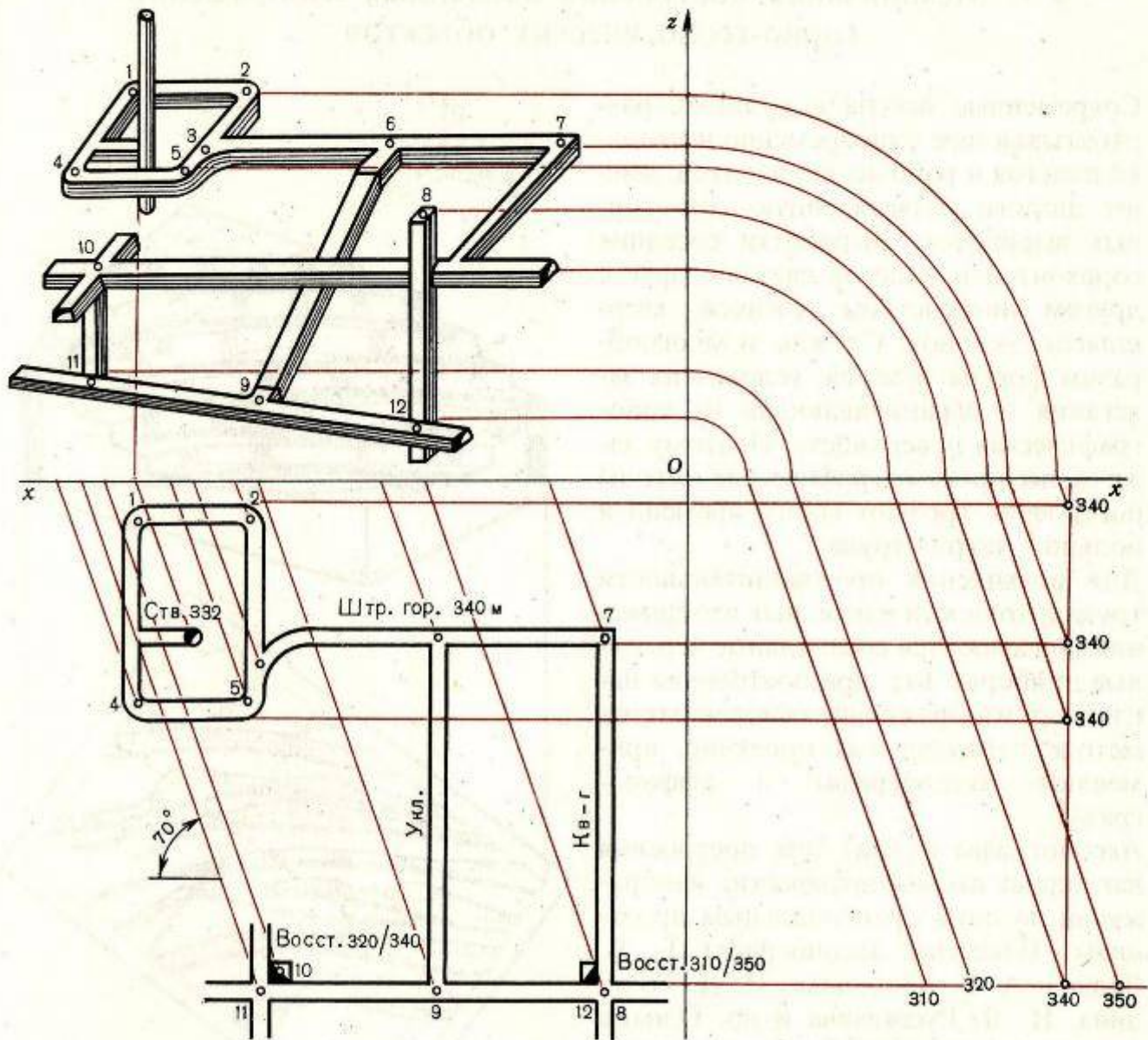


РИС. 208. ПОСТРОЕНИЕ НАГЛЯДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ УЧАСТКА ШАХТЫ

1. В левой нижней части листа бумаги прикрепляем исходный план (рис. 208).

ТАБЛИЦА 10  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИСКАЖЕНИЯ

Углы		Коэффициент искажения $q$
$\varphi$	$\Sigma$	
45°	55°	1
63°	70°	0,5

2. Выбираем угол  $\Sigma$  и показатель искажения  $q$ . В данном примере  $\Sigma = 70^\circ$ ,  $q = 0,5$ .

3. Справа от плана отмечаем профильные проекции характерных точек объекта согласно числовым отметкам.

4. Через профильные и соответствующие им горизонтальные проекции точек проводим прямые под углом  $\Sigma = 70^\circ$  до пересечения с осями.

5. Отмечаем точки вертикальных следов проецирующих лучей. Эти точки принадлежат аксонометрической проекции.

6. Соединяем точки и получаем контурное изображение выработок.

7. Дорисовываем изображения.



## § 7. Механизация построения наглядных изображений горно-геологических объектов

Современные шахты и рудники, разрабатывающие одновременно несколько пластов и рабочих горизонтов, имеют широко разветвленную сеть горных выработок. Выработки соседних горизонтов и пластов связаны друг с другом посредством гезенков, квершлаггов, уклонов. Сложны и многообразны формы залежей, условия их залегания и ограничивающая их топографическая поверхность. Поэтому даже самые простые графические методы построения требуют много времени и больших затрат труда.

Для повышения производительности труда и точности наглядных изображений применяются специальные чертежные приборы. Так, при построении наглядных изображений, основанных на методе параллельных проекций, применяют аксонографы и аффинографы.

Аксонографы служат для построения наглядных аксонометрических изображений по двум ортогональным проекциям. Известны аксонографы Г. Б. Вальца, А. В. Кузнецова, И. Д. Гольдина, Н. Л. Рускевича и др. Однако аксонографами неудобно пользоваться при построении наглядных проекций по чертежам в проекциях с числовыми отметками. Для этой цели служат аффинографы. Аффинографы основаны на моделировании приемов и свойств аффинных преобразований. Известны аффинографы Г. Б. Вальца, В. А. Букринского, И. Д. Гольдина, Г. А. Ушакова.

Различные наглядные изображения, выполненные с помощью указанных выше приборов, представлены на рис. 209—211.

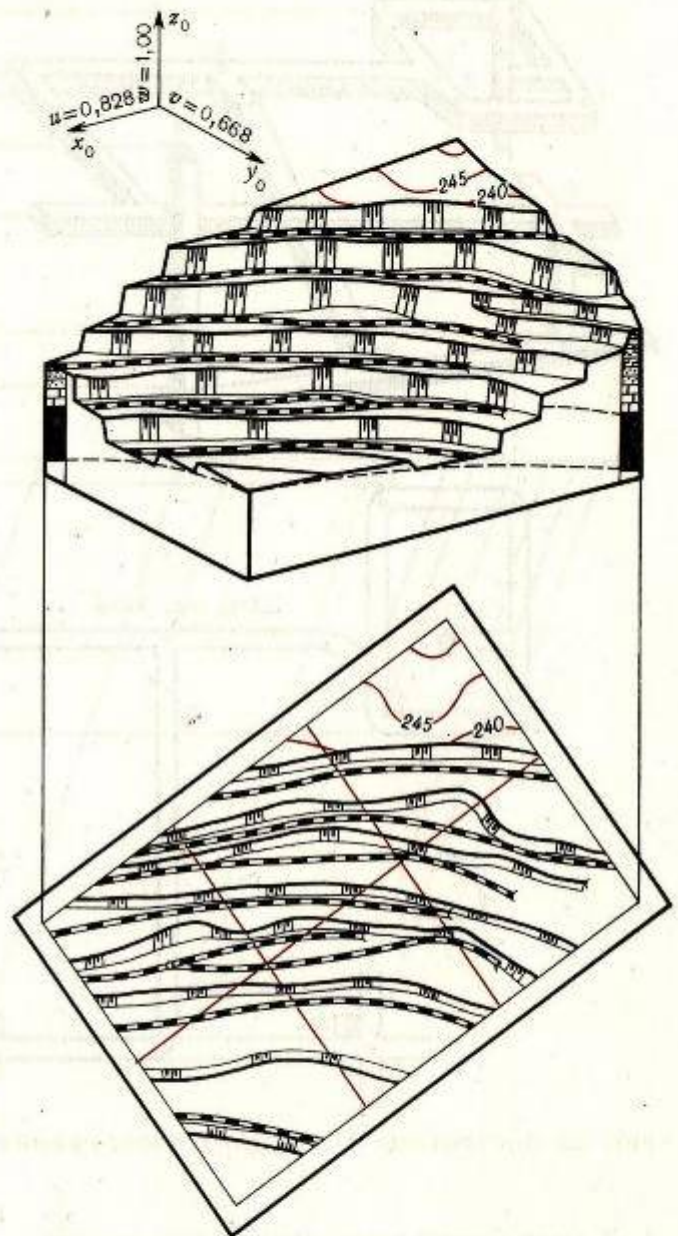


РИС. 209. ТРИМЕТРИЯ УЧАСТКА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК



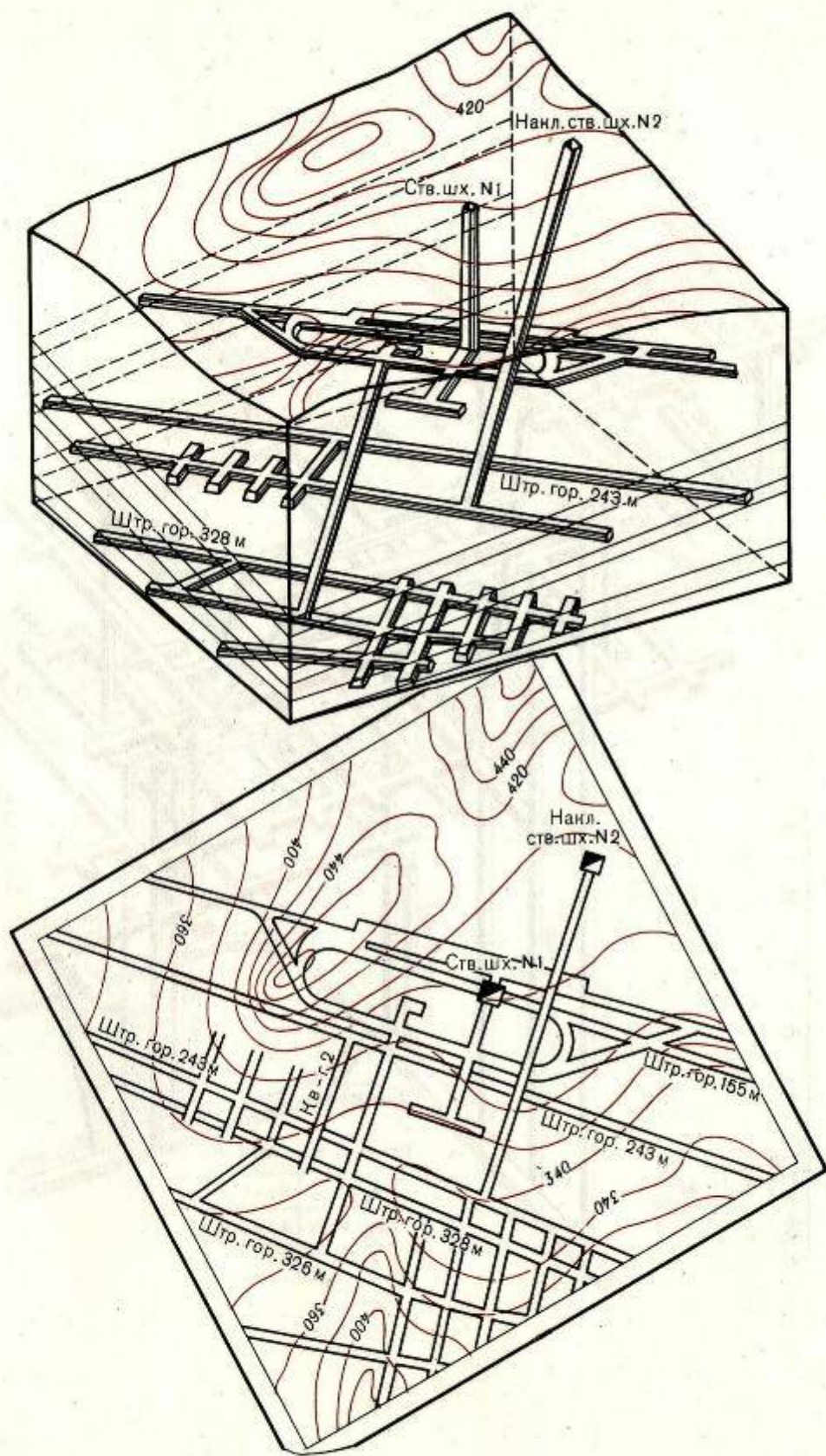


РИС. 210. УЧАСТОК ШАХТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЙ В ТРИМЕТРИИ



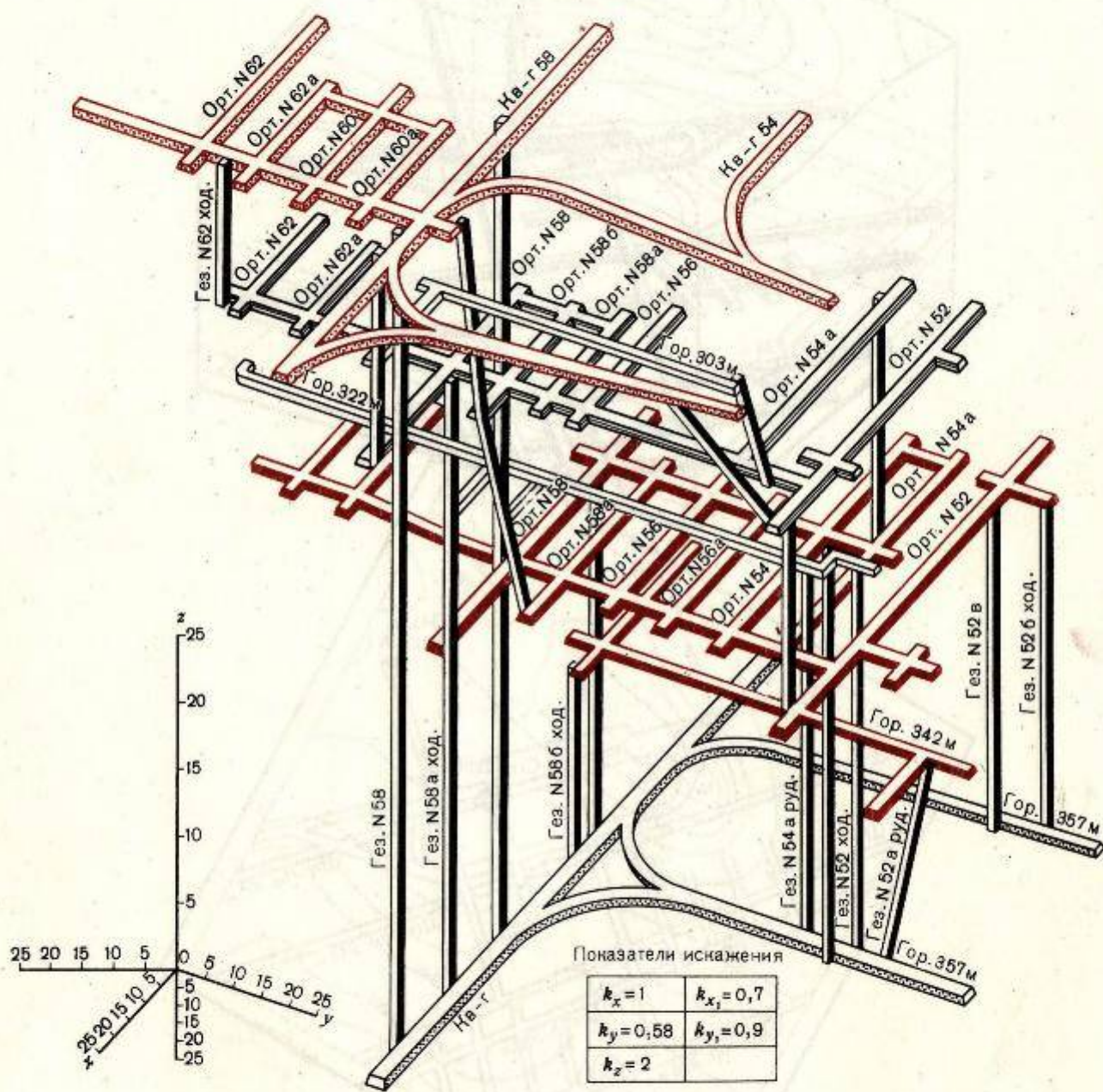


РИС. 211. АФФИННАЯ ПРОЕКЦИЯ ВЫРАБОТОК БЛОКА РУДНИКА



# ГЛАВА IX

## ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

### § 1. Основные положения

Изображения, построенные с помощью центрального проецирования, называются перспективой (линейной перспективой). Перспективные изображения имеют большую естественность восприятия (так как зрение человека основано на принципах центрального проецирования), но труднее по построению, чем аксонометрические чертежи, так как последние являются частным случаем первых. В применении к горным объектам перспективу целесообразнее применять в проектах открытых горных работ, а также для изображения промышленных зданий и сооружений на поверхности шахты или рудника и их комплексов, т. е. в случаях, когда изображение объекта соответствует привычному представлению о нем. В применении же к подземным горным выработкам такие требования к наглядности возникают реже (обычно при изображении вентиляционных систем), так как сеть горных выработок в натуре никогда не рассматривается. В этих случаях достаточно наглядны чертежи, выполненные в параллельных проекциях. Линейная перспектива может быть применена при проектировании поверхностного комплекса горного предприятия.

Ниже излагаются основные приемы построения линейной перспективы применительно к горным чертежам.

Проецирующий аппарат линейной перспективы представлен на рис. 212. Его основные обозначения и определения:

$K$  — картинная плоскость, или плоскость картины, (основная плоскость проекций, располагаемая обычно вертикально, на которой строят перспективные изображения объектов);

$\Pi$  — предметная плоскость проекций или плоскость стояния изображаемых объектов (горизонтальная плоскость); плоскости  $\Pi$  и  $K$  взаимно перпендикулярны;

$kk$  — основание картинной плоскости проекций;

$O$  — центр проецирования (точка зрения);

$o$  — основание точки зрения (перпендикуляр, проведенный из точки  $O$  на предметную плоскость проекции);

$Oo$  — высота точки зрения;

$hh$  — линия горизонта (т. е. линия пересечения горизонтальной плоскости, проведенной через точку зрения с плоскостью картины);

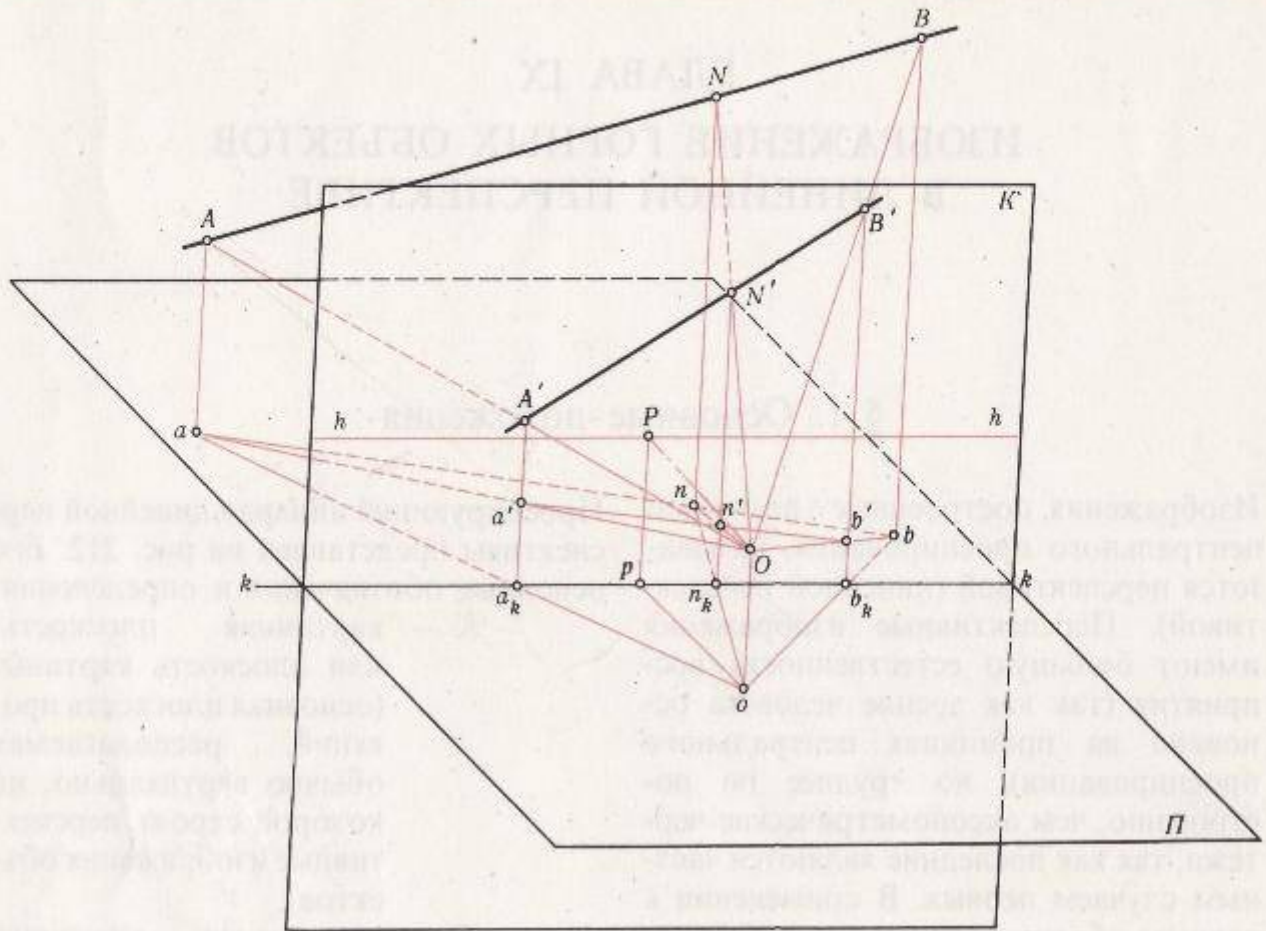


РИС. 212. ПРОЕЦИРУЮЩИЙ АППАРАТ ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ

- $OP$  — главный луч картины (перпендикуляр, проведенный из точки зрения на плоскость картины);
- $P$  — главная точка картины (точка пересечения главного луча зрения с плоскостью картины);
- $p$  — основание главной точки;
- $op$  — главное расстояние (основание перпендикуляра, проведенного из точки зрения на картинную плоскость);
- $A, B, \dots, N$  — проецируемые точки;
- $a, b, \dots, n$  — основания проецируемых точек (точек стояния, т.е. перпендикуляры, опущенные из точек  $A, B, \dots$ ,

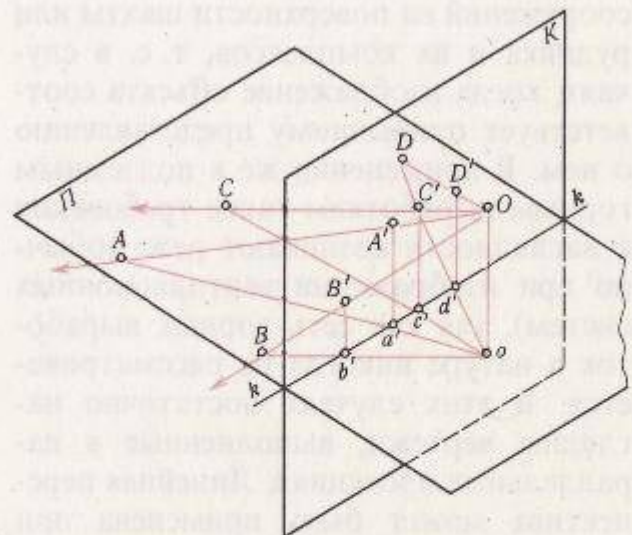


РИС. 213. ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ТОЧЕК, ЛЕЖАЩИХ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ



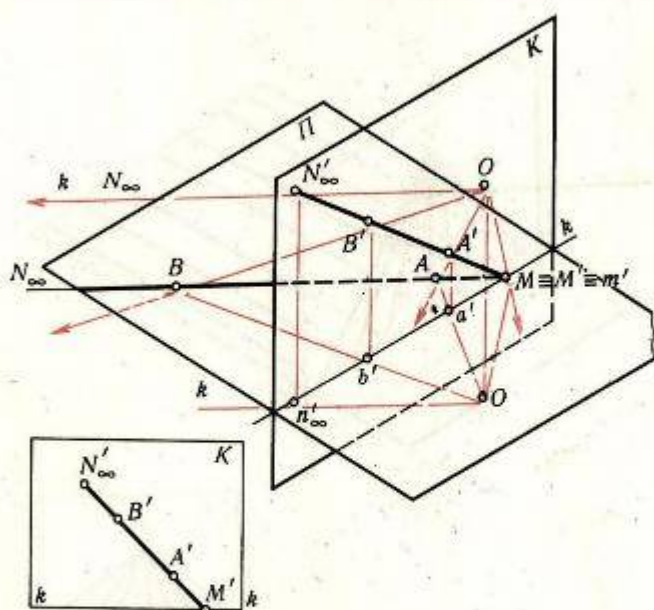


РИС. 214. ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ, ЛЕЖАЩЕЙ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

...,  $N$  на предметную плоскость);

$A', B', \dots, N'$  — перспективы (центральные проекции) точек  $A, B, \dots, N$ .

Остальные обозначения и определения, не вошедшие в этот перечень, будут рассмотрены при дальнейшем изложении материала (например, точки схода параллельных прямых, дистанционная точка  $D$  и т. п.).

Для получения перспективного изображения (линейной перспективы) некоторой произвольно взятой точки  $A$  предметной плоскости на плоскости картины (перспективы точки  $A$ , рис. 213) необходимо выполнить следующее построение:

а) соединить точку  $A$  с точкой зрения прямой линией, т. е. провести прямую  $AO$ ;

б) соединить точку  $A$  с точкой стояния (провести прямую  $Ao$ ); прямая  $Ao$  пересечет картинную плоскость в точке  $a'$  на линии  $kk'$ ;

в) из точки  $a'$  восставить перпендикуляр до пересечения с прямой  $AO$ . Полученная точка  $A'$  есть перспектива точки  $A$ .

Аналогично выполняется построение перспектив точек  $B, C$  и  $D$ .

Картинная плоскость вместе с полученной на ней центральной проекцией объекта используется затем как наглядное изображение — линейная перспектива объекта. Для картины обязательно наличие линии основания  $kk'$  и линии горизонта  $hh'$ , а также главной точки  $P$  — проекции точки зрения  $O$  на плоскость картины; построение двух последних точек рассматривается далее.

В дальнейшем для большей наглядности рядом с наглядными изображениями, поясняющими основные принципы построения, даны перспективные изоб-



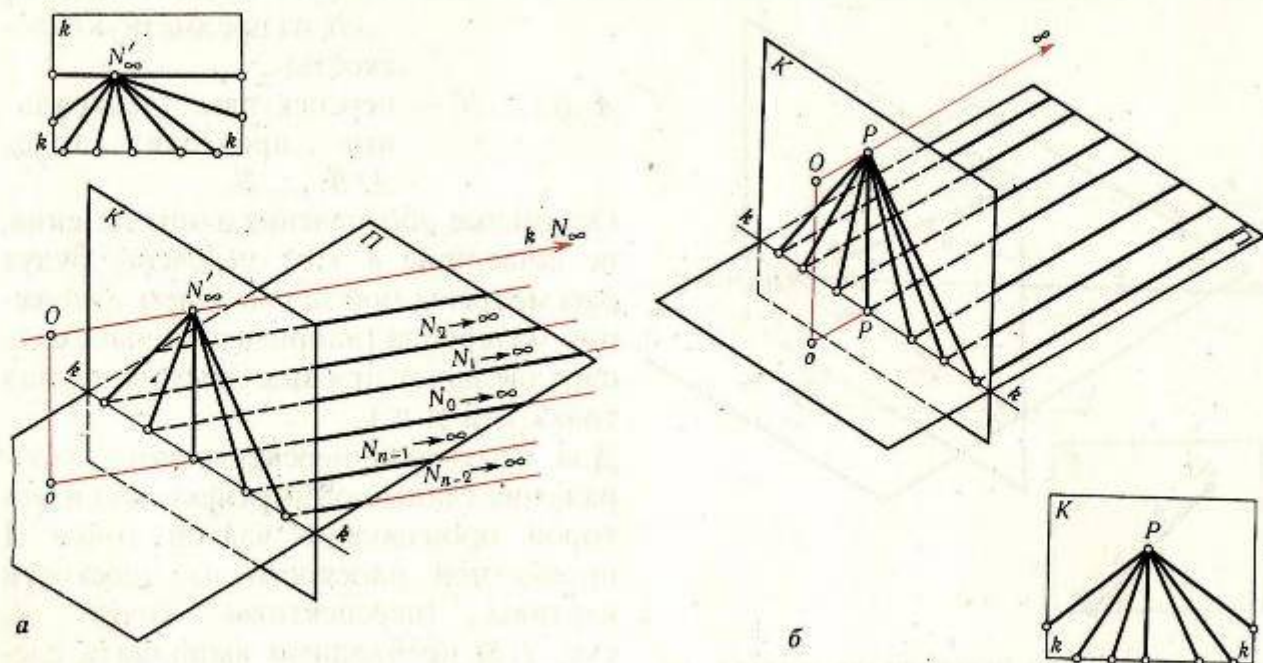


РИС. 215. ПЕРСПЕКТИВА ПУЧКА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ, ЛЕЖАЩИХ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

ражения этих же геометрических элементов на плоскости картины как самостоятельные чертежи (выделены в рамку).

Отметим некоторые особенности перспективных изображений геометрических элементов, лежащих в предметной плоскости:

а) перспективное изображение произвольно взятой прямой  $AB$  (рис. 214), лежащей в предметной плоскости  $\Pi$ , представляет собой отрезок  $M'N'$ , ограниченный перспективой точки ее пересечения с картинной плоскостью  $K$  (точка  $M$ ) и перспективой ее бесконечно удаленной точки  $N_\infty$ , построение которой видно из чертежа;

б) перспектива пучка параллельных прямых, лежащих в предметной плоскости, является пучком конечных отрезков с центром пучка в точке пересечения проецирующего луча  $ON_\infty$  с плоскостью картины (рис. 215, а). Точка  $N'_\infty$  (перспектива бесконечно удаленной точки  $N$  пучка параллельных прямых) называется точкой схода параллельных прямых.

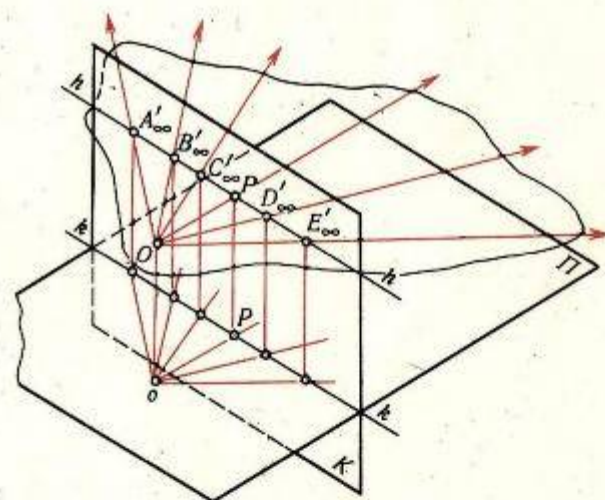


РИС. 216. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ГОРИЗОНТА



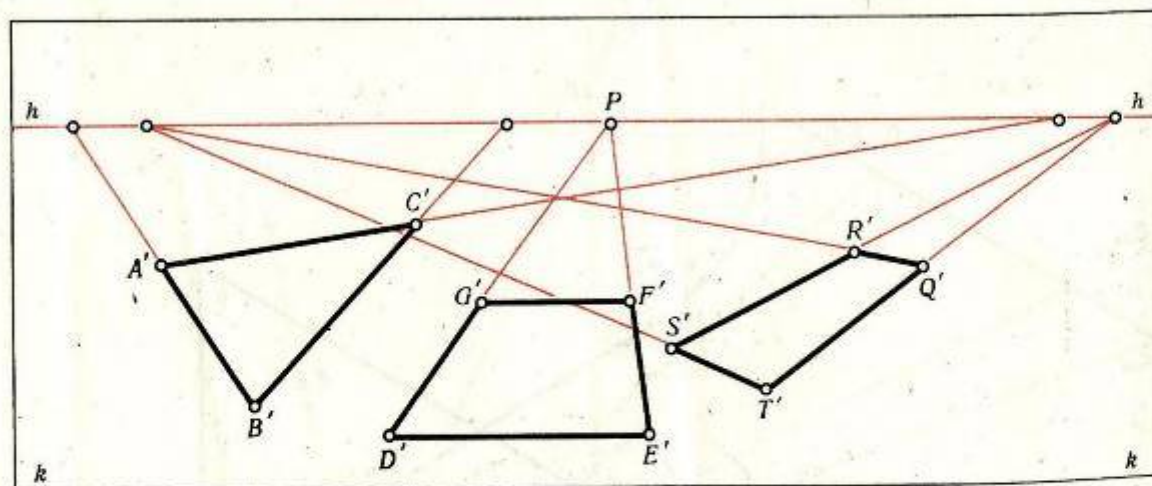


РИС. 217. ПЕРСПЕКТИВА ПЛОСКИХ ФИГУР, ЛЕЖАЩИХ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

Исключение составляет пучок прямых, параллельных картинной плоскости проекций. Он не имеет точки схода, так как изображения геометрических элементов, находящихся в плоскостях, параллельных плоскости картины, подобны. Центр подобия находится в точке  $P$  (рис. 215, б).

Перспектива пучка параллельных прямых, перпендикулярных плоскости картины (рис. 215, б), представляет собой пучок конечных отрезков с центром в точке  $P$  — точке пересечения проецирующего луча, перпендикулярного плоскости картины и являющегося ортогональной проекцией точки зрения  $O$  на картинную плоскость проекций. Точка  $P$  представляет собой главную точку картины.

Перспективным изображением бесконечно удаленных несобственных точек предметной плоскости является прямая  $hh$  (линия горизонта), параллельная основанию картины  $kk$  и расположенная от него на высоте, равной высоте стояния центра проекций (точки зрения) (рис. 216).

Точка  $P$ , будучи перспективой одной из бесконечно удаленных точек предметной плоскости, находится на линии горизонта.

Область изображения множества точек предметной плоскости (рис. 216) ограничена на плоскости картины двумя горизонтальными прямыми: линией горизонта  $hh$  и основанием картины  $kk$ ; поэтому всякая геометрическая фигура, лежащая в предметной плоскости, может иметь свое изображение только в ее пределах.

На рис. 217 приведены примеры построения перспективных изображений различных фигур, лежащих в предметной плоскости: произвольно расположенного треугольника  $ABC$ ; прямоугольника  $DEFG$  со сторонами  $DG$  и  $EF$ , перпендикулярными плоскости картины; параллелограмма  $TQRS$ .

При построении перспективы геометрических объектов, расположенных в пространстве (пространственных геометрических объектов), необходимо (рис. 218):

опустить перпендикуляр из точки  $A$  на предметную плоскость, определяя тем самым высоту стояния точки  $A$ . Точка стояния  $a$  будет ортогональной проекцией точки  $A$  на предметную плоскость, в связи с чем последняя будет плоскостью проекций; соединить точки  $A$  и  $a$  с центром проекций  $Q$ ;







удаленной точки предметной плоскости;  $E$  — еще одной действительной точки пространства;  $F$  — точки, лежащей в плоскости картины.

Из этих примеров следует, что построение линейной перспективы пространственных геометрических элементов основано на комплексном применении двух способов проецирования: орто-

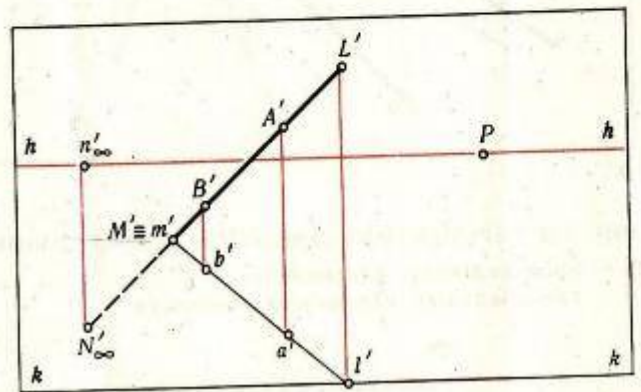
гонального — на предметную плоскость проекций (необходимого для ориентирования объектов в пространстве) и центрального — на картинную плоскость для получения самих перспективных изображений. Поэтому все чертежи, выполненные по способу линейной перспективы, являются комплексными.

### § 2. Перспектива прямых и плоскостей

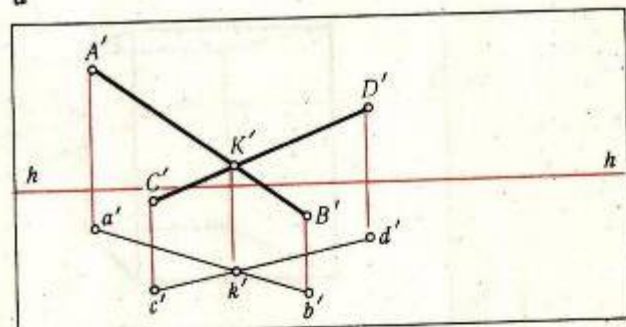
Как видно из рис. 218, перспективы точек пространства могут располагаться по всей картинной плоскости, а перспективы проекций точек — только в ее нижней части. Исходя из этого, построение перспектив геометрических образов пространства можно выполнять непосредственно на картинной плоскости. При этом проецирующий аппарат линейной перспективы будем использовать в дальнейшем лишь для пояснения того или иного положения с целью большей наглядности. Так, например, задав комплексные изображения двух произвольных точек пространства  $A'$  и  $B'$  (рис. 219), получим перспективное изображение прямой линии. Отметим характерные точки перспективы этой прямой:

а) точка  $M(M', m')$  — точка пересечения прямой с предметной плоскостью проекций (предметный след прямой). Она образуется в результате пересечения перспективы самой прямой с ее проекцией на предметную плоскость;

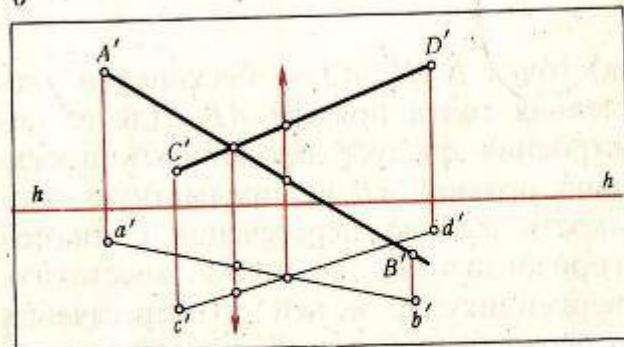
б) точка  $L(L', l')$  — точка пересечения прямой  $AB$  с картинной плоскостью (картинный след прямой). Для ее построения следует продолжить перспективу проекции прямой на предметную плоскость до пересечения с основанием картины — прямой  $kk$ , а затем восстановить перпендикуляр до пересечения с перспективой прямой;



а



б



в

РИС. 219. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ:

- а — прямой;
- б — предметного следа;
- в — картинного следа прямой



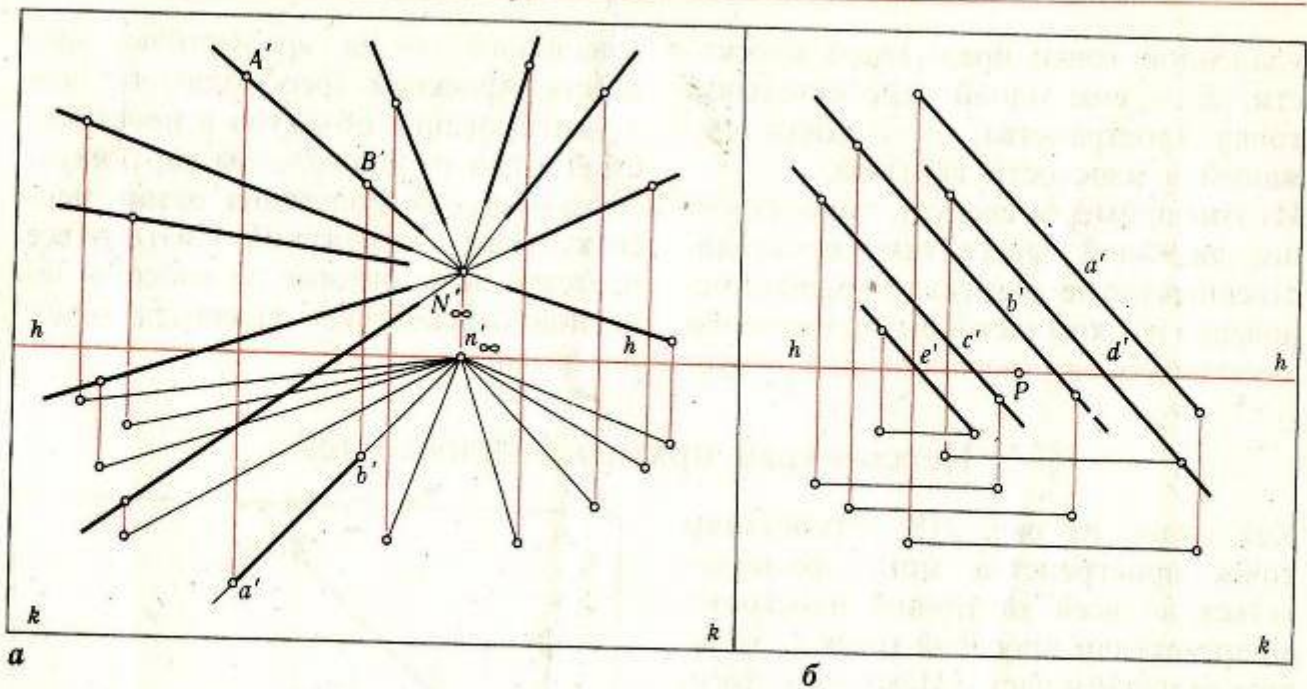
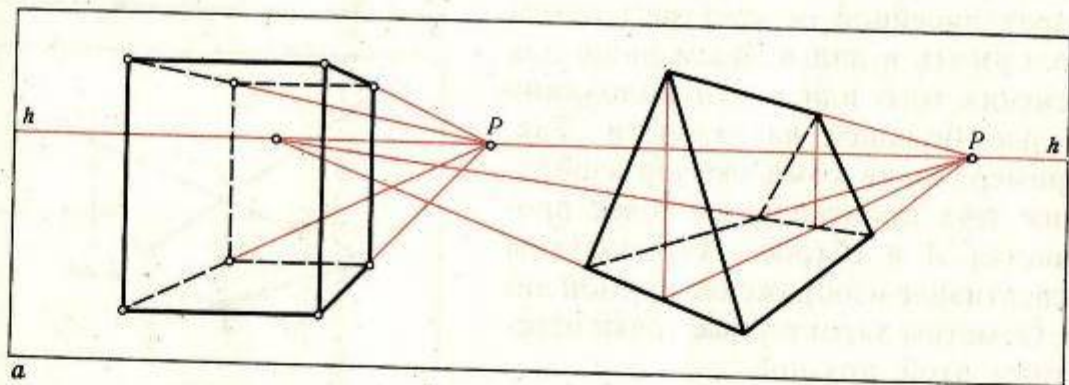


РИС. 220. ПЕРСПЕКТИВА СЕМЕЙСТВА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ:

*a* — произвольного направления;  
*б* — параллельных картинной плоскости



в) точка  $N (N', n')$  — бесконечно удаленная точка прямой  $AB$ . Для ее построения следует продолжить проекцию прямой  $AB$  на предметную плоскость  $a'b'$  до пересечения с линией горизонта  $hh$ , а затем восставить перпендикуляр к ней до пересечения с перспективой самой прямой.

Как уже отмечалось, параллельные прямые, лежащие в предметной плоскости, проецируются на картинную плоскость как пучок прямых с центром в точке схода прямых, находящейся

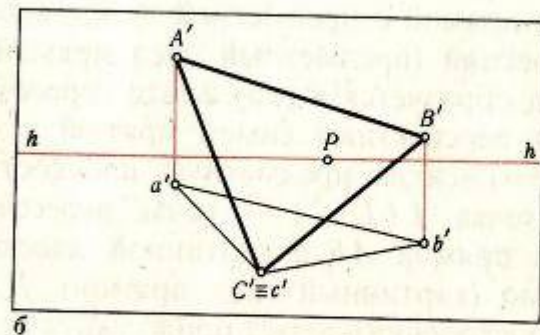


РИС. 221. ПЕРСПЕКТИВА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ:

*a* — прямой и трехгранной призмы;  
*б* — произвольно расположенной плоскости



на линии горизонта. Эта особенность центрального проецирования распространяется на все виды параллельных прямых пространства, за исключением прямых, параллельных картинной плоскости, которые и в перспективе остаются параллельны друг другу. Поэтому точка схода всех прямых пространства, перпендикулярных картинной плоскости, будет главной точкой  $P$  картинной плоскости. При построении перспективы семейства параллельных прямых пространства необходимо сначала найти точку схода этих прямых. Для этого следует определить точку схода любой прямой семейства, например прямой  $AB$  (рис. 220), а затем

при построении перспективы каждой следующей прямой учитывать, что перспективы самих прямых должны сходиться в точке схода этих прямых  $N'_\infty$ , а перспективы проекций прямых на предметную плоскость — в точке схода прямых предметной плоскости проекций  $П'_\infty$ .

Перспектива трех произвольно взятых точек пространства образует перспективу плоскости. Перспектива многогранника представляет собой перспективу граней (плоскостей), ребер (прямых) и вершин (точек), его составляющих. На рис. 221 приведены примеры построения перспективы некоторых геометрических фигур.

### § 3. Позиционные задачи в линейной перспективе

Рассмотрим следующие виды позиционных задач:

- а) определение линии пересечения плоскости с плоскостями проекций (определение следов плоскости);
- б) определение точки встречи прямой с плоскостью, перспективы прямой, параллельной плоскости;
- в) построение линии пересечения двух плоскостей;
- г) построение перспективы двух параллельных плоскостей;
- д) сечение многогранника плоскостью и пересечение двух многогранников.

Для определения линии пересечения плоскости основания пирамиды с картинной и предметной плоскостями (рис. 222, а) следует найти точки пересечения прямых треугольника  $A'B'C'$  (рис. 222, б) с этими плоскостями проекций, т. е. определить следы прямых плоскости треугольника.

Прямая  $1'-2'$  — предметный след плоскости  $R_{\Pi}$  (см. рис. 222, б). Определив точку  $III'$  — картинный след прямой  $AB$  и соединив его с точкой  $R_{kk}$ , по-

лучим прямую  $R_k$  — картинный след плоскости  $R$ .

На рис. 223, а и б заданы треугольник  $D'E'F'$  (плоскость) и прямая  $A'B'$ . Прежде чем построить перспективу точки пересечения прямой с плоскостью согласно условиям задачи, отметим, что точки  $D, E$  и  $F$  и их проекции на предметную плоскость вместе с линиями связи образуют прямую призму, стоящую своим основанием на предметной плоскости проекций, а точки  $A$  и  $B$  и их проекции на предметную плоскость — плоскость, перпендикулярную предметной плоскости. Определив пересечение многогранника этой проецирующей плоскостью, проходящей через прямую  $AB$ , находим точку  $M$  пересечения прямой с плоскостью треугольника  $DEF$ .

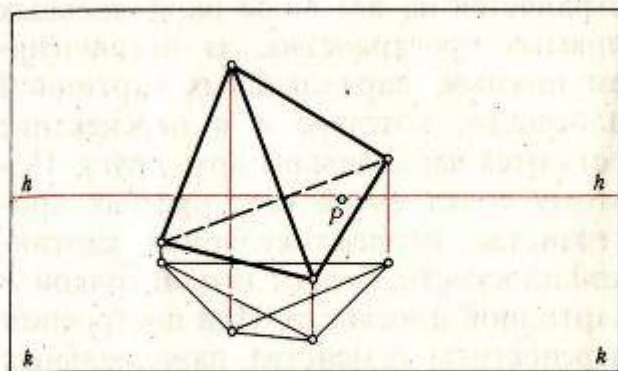
На рис. 223, б показано построение точки пересечения  $C'$  прямой  $A'B'$  с плоскостью  $R$ , заданной следами.

Для построения прямой, параллельной плоскости и проходящей через заданную точку, например через точ-



ку  $A'$  (рис. 224, *a*, *б*), использована одна из прямых плоскости, для которой найдена точка схода. Точка  $S$  будет точкой схода для прямых, параллельных плоскости, имеющих одинаковое с ней направление, в том числе и для прямой, проходящей через точку  $A$ .

Построение линии пересечения двух плоскостей (например, плоскостей  $A'BC'$  и  $D'E'F'$ , рис. 225, *a*, *б*) сводится к определению точек пересечения прямых одного треугольника с плоскостью второго треугольника. Полученные точки  $D$  и  $S$  принадлежат линии пересечения. Построение производится аналогично построению, показанному на рис. 223, *a*. Для построения перспективы двух параллельных плоскостей (рис. 226) необходимо, чтобы две пересекающиеся прямые одной плоскости были параллельны двум пересекающимся прямым второй плоскости. На рисунке прямые  $R_{\Pi}$  и  $L_{\Pi}$  (предметные следы плоскостей) имеют как параллельные прямые общую точку схода  $N'_{\infty}$ , а прямые  $R_k$  и  $L_k$  (картинные следы плоскостей) остаются параллельными прямыми как прямые, лежащие в картинной плоскости.



a

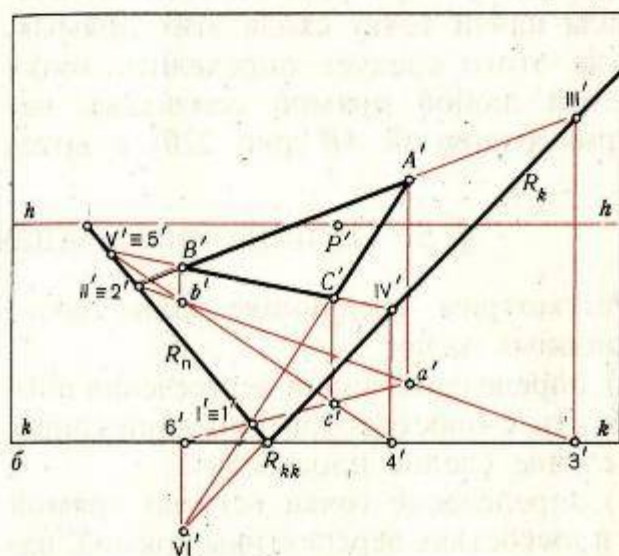


РИС. 222. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДМЕТНОГО И КАРТИННОГО СЛЕДОВ ПЛОСКОСТИ

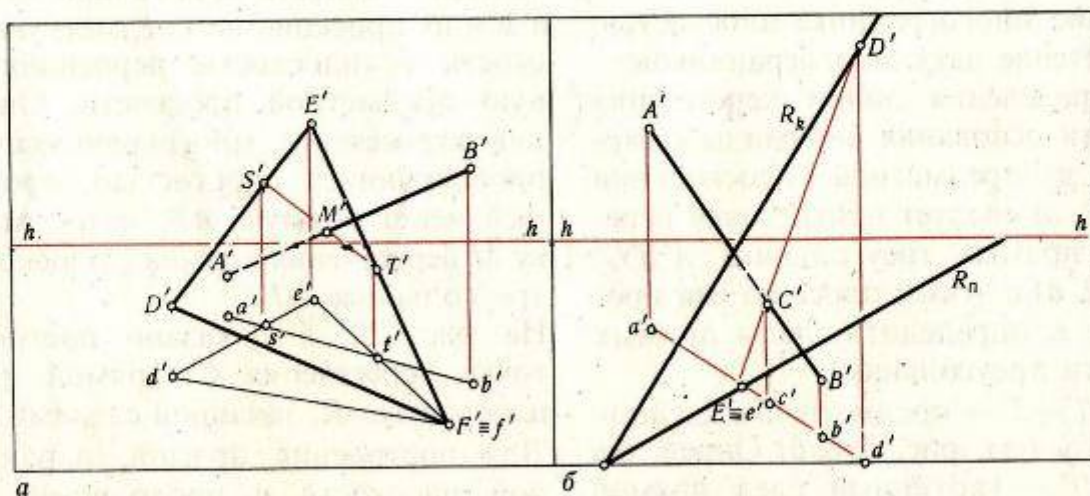


РИС. 223. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ



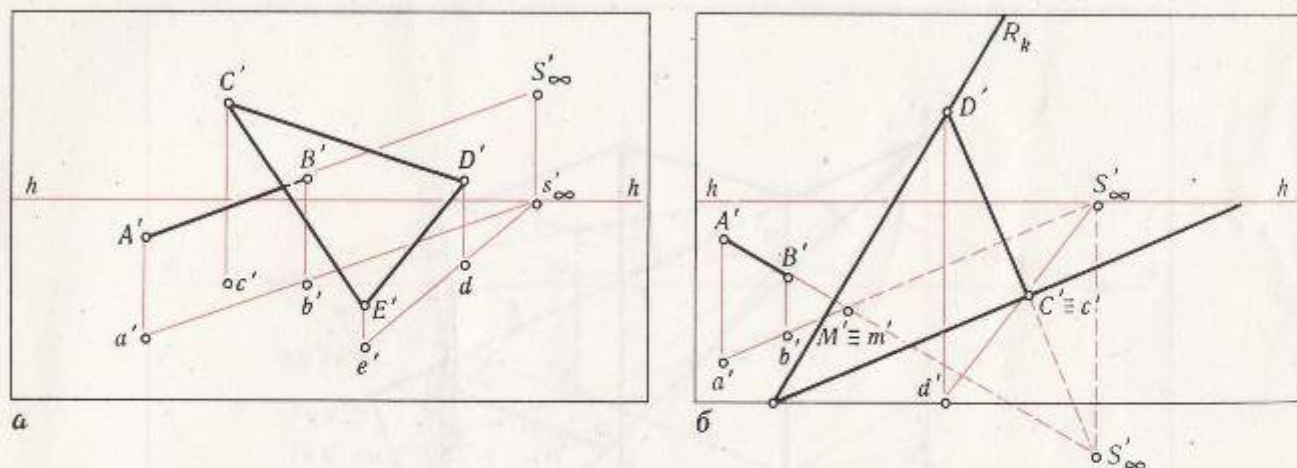


РИС. 224. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЯМОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНО ЗАДАННОЙ ПЛОСКОСТИ

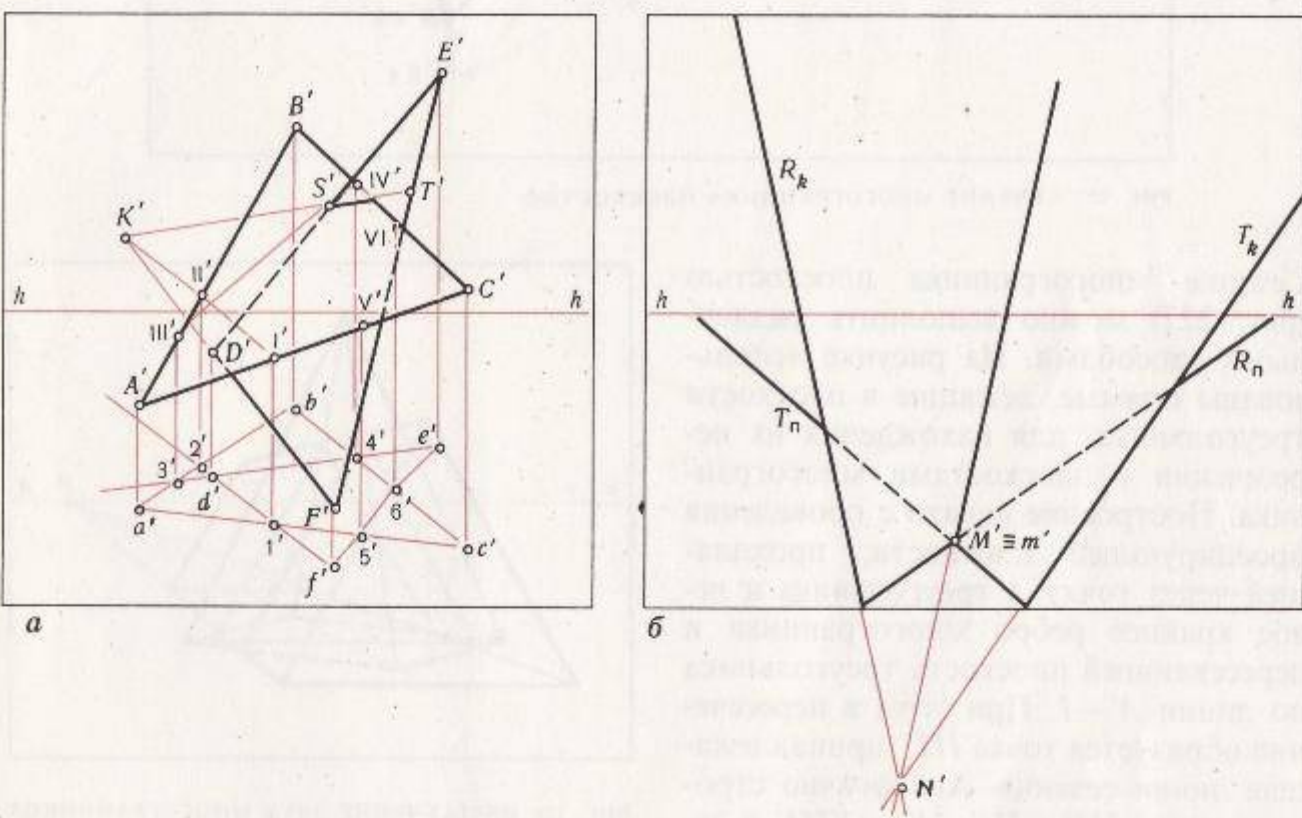
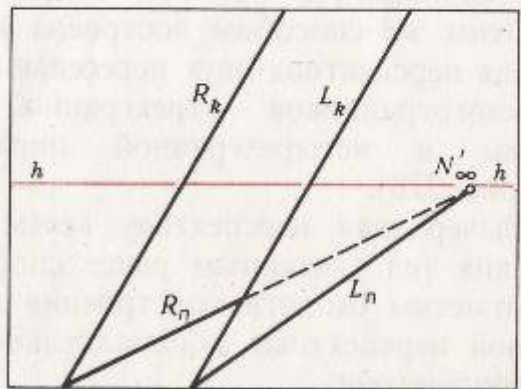


РИС. 225. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ В ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

РИС. 226. ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ



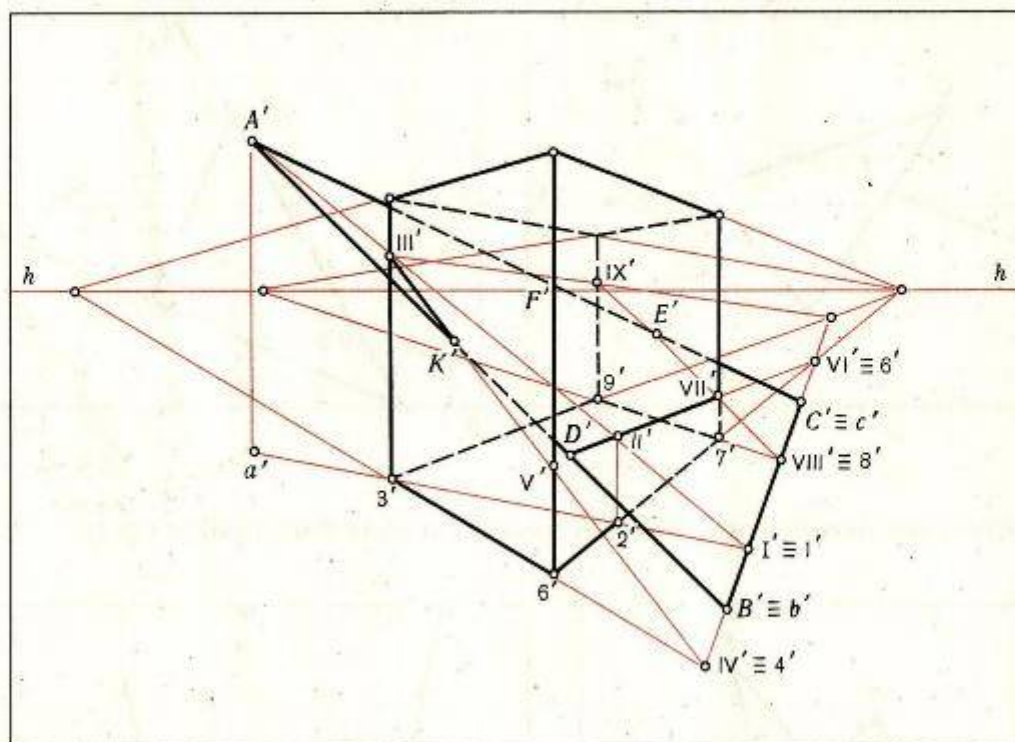


РИС. 227. СЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКА ПЛОСКОСТЬЮ

Сечение многогранника плоскостью (рис. 227) можно выполнить различными способами. На рисунке использованы прямые, лежащие в плоскости треугольника, для нахождения их пересечения с плоскостями многогранника. Построение начато с проведения проецирующей плоскости, проходящей через точку  $A'$  треугольника и левое крайнее ребро многогранника и пересекающей плоскость треугольника по линии  $A'—I'$ . При этом в пересечении образуется точка  $III'$ , принадлежащая линии сечения. Аналогично строится линия  $III'—IV'$ ,  $IX'—VIII'$  и др. Этим же способом построена линейная перспектива двух пересекающихся многогранников — трехгранной призмы и четырехгранной пирамиды (рис. 228).

Вычерчивая перспективу геометрических тел указанным ранее способом, отметим сходство построения линейной перспективы и параллельной аксонометрии.

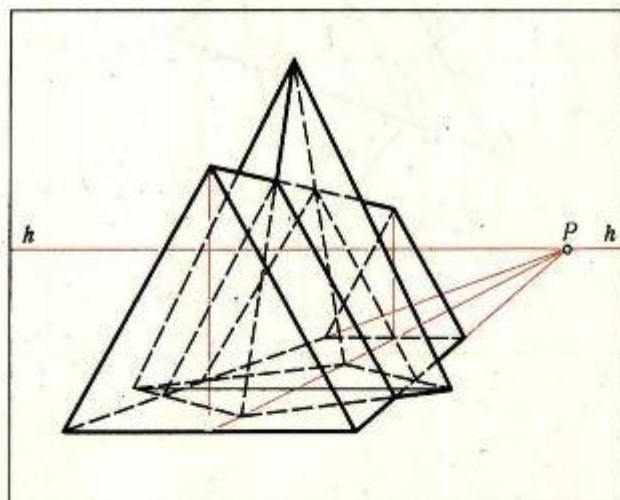


РИС. 228. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ МНОГОГРАННИКОВ



## § 4. Масштаб в линейной перспективе

Наглядность перспективных изображений, позволяющая увидеть изображаемые объекты, близкие к действительным, достигается путем правильной передачи размерных (метрических) соотношений изображаемого объекта.

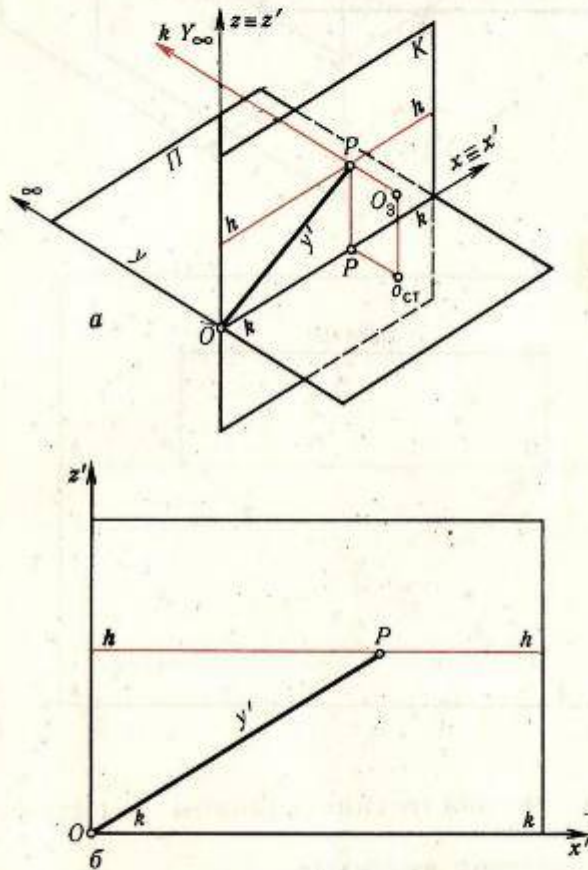


РИС. 229. СИСТЕМА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ В ПЕРСПЕКТИВЕ

*a* — наглядное изображение;  
*б* — перспектива

На практике эта задача сводится к построению перспективного изображения объекта по заданным его размерам или определению действительных его размеров по заданному перспективному изображению. Такого типа задачи называются метрическими задачами линейной перспективы. Для решения их необходимо ввести понятие перспективного линейного масштаба.

Метрические особенности, свойственные проецирующему аппарату линейной перспективы, заключаются в следующем:

- все геометрические элементы, находящиеся в картинной плоскости, проецируются в натуральную величину;
- точкой схода семейства параллельных прямых, перпендикулярных картинной плоскости, является главная точка  $P$  картинной плоскости.

Используя эти особенности проецирующего аппарата линейной перспективы, можно сравнительно просто построить перспективную систему координат картинного пространства.

Для этого в картинное пространство, ограниченное двумя плоскостями проекций — картинной и предметной, введем прямоугольную систему координат, определяемую осями  $X$ ,  $Y$  и  $Z$  с началом координат в точке  $O$ , положение которой обуславливается только тем, что она должна лежать на основании картинной плоскости, т. е. на прямой  $kk$ .

На рис. 229 приведены наглядное изображение и линейная перспектива этой системы координат. Из рисунка видно, что изображение осей  $Ox$  и  $Oz$  как прямых, лежащих в картинной плоскости, не подвергается искажению в линейной перспективе, а это позволяет



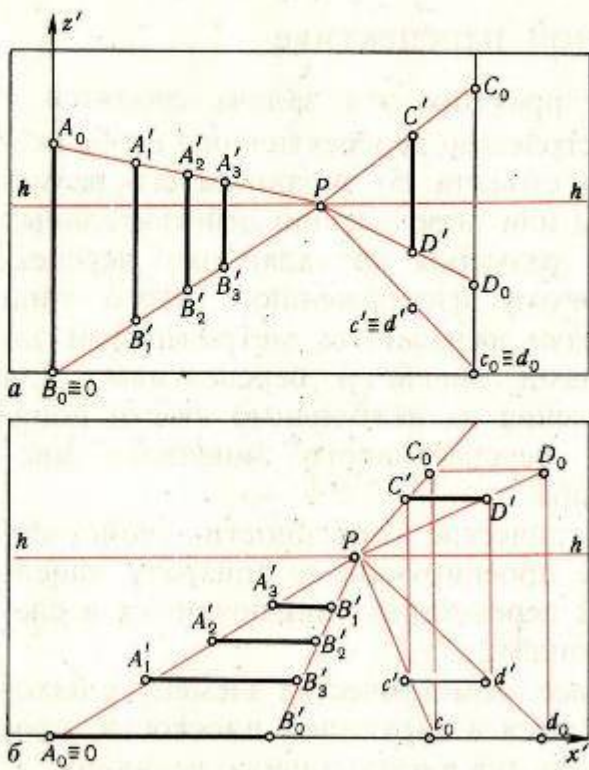


РИС. 230. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕДИНИЦЫ МАСШТАБА ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ:

*a* — на оси  $z'$ ;  
*б* — на оси  $x'$

откладывать на них любые произвольно взятые единицы измерения. В свою очередь, ось  $Oy$  как прямая, перпендикулярная картинной плоскости, имеет своей точкой схода главную точку этой плоскости (точку  $P$ ) и поэтому представлена на картине в виде конечного отрезка  $OP$ , соответствующего множеству точек луча  $Oy$  — оси глубины картинного пространства. Ввиду этого размеры отрезков, отложенных на этой оси, искажаются при изображении их в линейной перспективе.

Построение линейных перспектив отрезков, параллельных и равных заданному отрезку  $OA_0$ , взятому на оси  $Oz'$ , приведено на рис. 230, *a*. На этом чертеже показано определение истинной величины отрезка  $CD$ , перпендикулярного предметной плоскости проекций и, следовательно, параллельного кар-

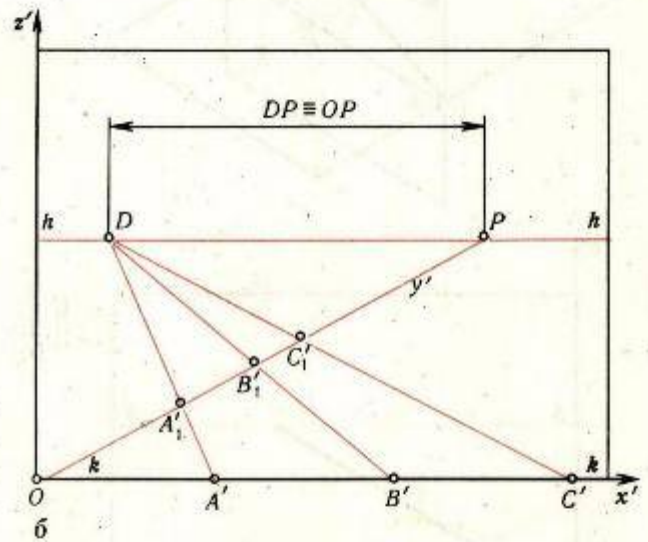
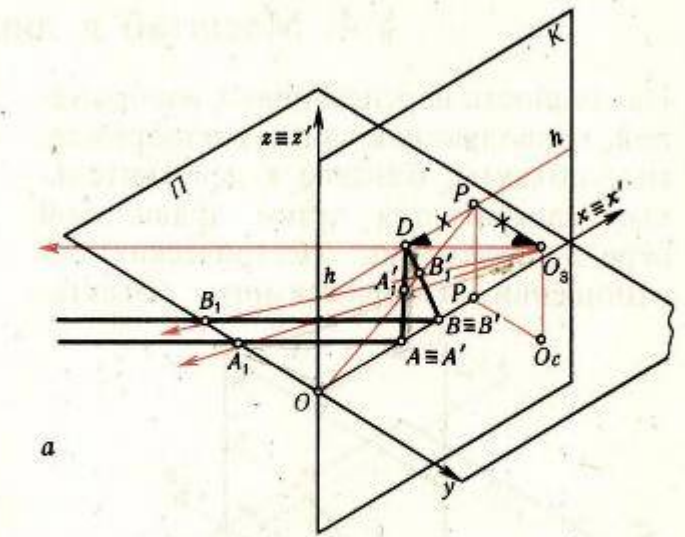


РИС. 231. ПОСТРОЕНИЕ ЕДИНИЦЫ МАСШТАБА ГЛУБИНЫ:

*a* — наглядное изображение;  
*б* — линейная перспектива



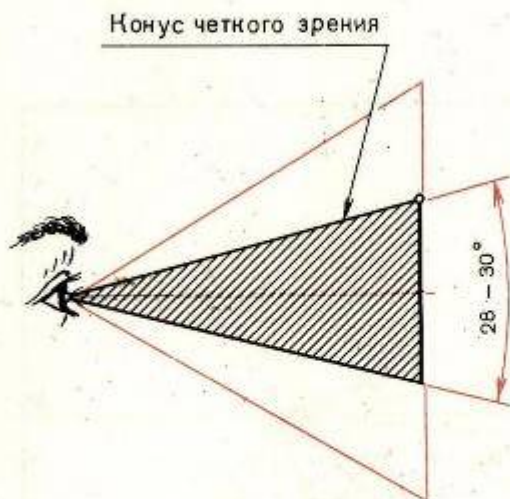


РИС. 232. КОНУС ЧЕТКОГО ЗРЕНИЯ

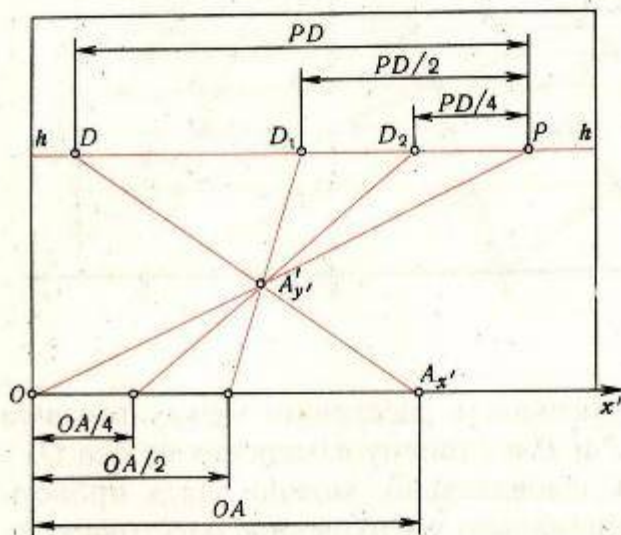


РИС. 233. ПОСТРОЕНИЕ МАСШТАБА ГЛУБИНЫ С ПОМОЩЬЮ ДРОБНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ТОЧКИ

тинной плоскости. Линия  $C_0D_0$  — это кратчайшее расстояние между параллельными прямыми  $CP$  и  $DP$  с точкой схода в главной точке  $P$  картинной плоскости, поэтому  $C_0D_0$  — истинная величина отрезка  $CD$ .

Построение перспектив отрезков, параллельных оси  $Ox$  и равных трем единицам измерения этой оси, показано на рис. 230, б. Отрезок  $C_0D_0$  — истинная величина отрезка  $CD$ , находящегося в пространстве и параллельного оси  $Ox$ .

Для того чтобы на оси  $Oy$  отложить отрезок, равный единице измерения осей  $Ox$  и  $Oz$ , т. е. получить единицу измерения перспективного масштаба глубины, следует (рис. 231, а):

а) отложив на оси  $Ox$  отрезок  $OA$  (любая единица измерения), провести через точку  $A$  прямую под углом  $45^\circ$  к плоскости картины. Эта прямая пересечет ось  $Oy$  в точке  $A_1$ ;

б) определить точку схода прямой  $AA_1$ , проведя параллельно ей проецирующий луч  $O_3D$  до пересечения его с линией горизонта в точке  $D$ . Точка  $D$ , называемая дистанционной точкой, — точка схода прямых, направленных под углом  $45^\circ$  к плоскости картины;

в) построить перспективу прямой  $AA_1$ , соединив точку  $A \equiv A'$  с точкой  $D$  (дистанционной точкой картины). Перспективы прямых  $Oy$  и  $AA_1$  пересекаются между собой в точке  $A'_1$ . Отрезок  $OA'_1$  — перспектива отрезка  $OA_1$ , равного отрезку  $OA$  на оси  $Ox$ .

Для получения перспективы масштаба глубин на картинной плоскости следует учесть (рис. 231, б), что расстояние от главной точки картинной плоскости  $P$  до дистанционной точки  $D$ , находящихся на линии горизонта, равно расстоянию от точки зрения  $O$  до картинной плоскости ( $OP = PD$ , так как



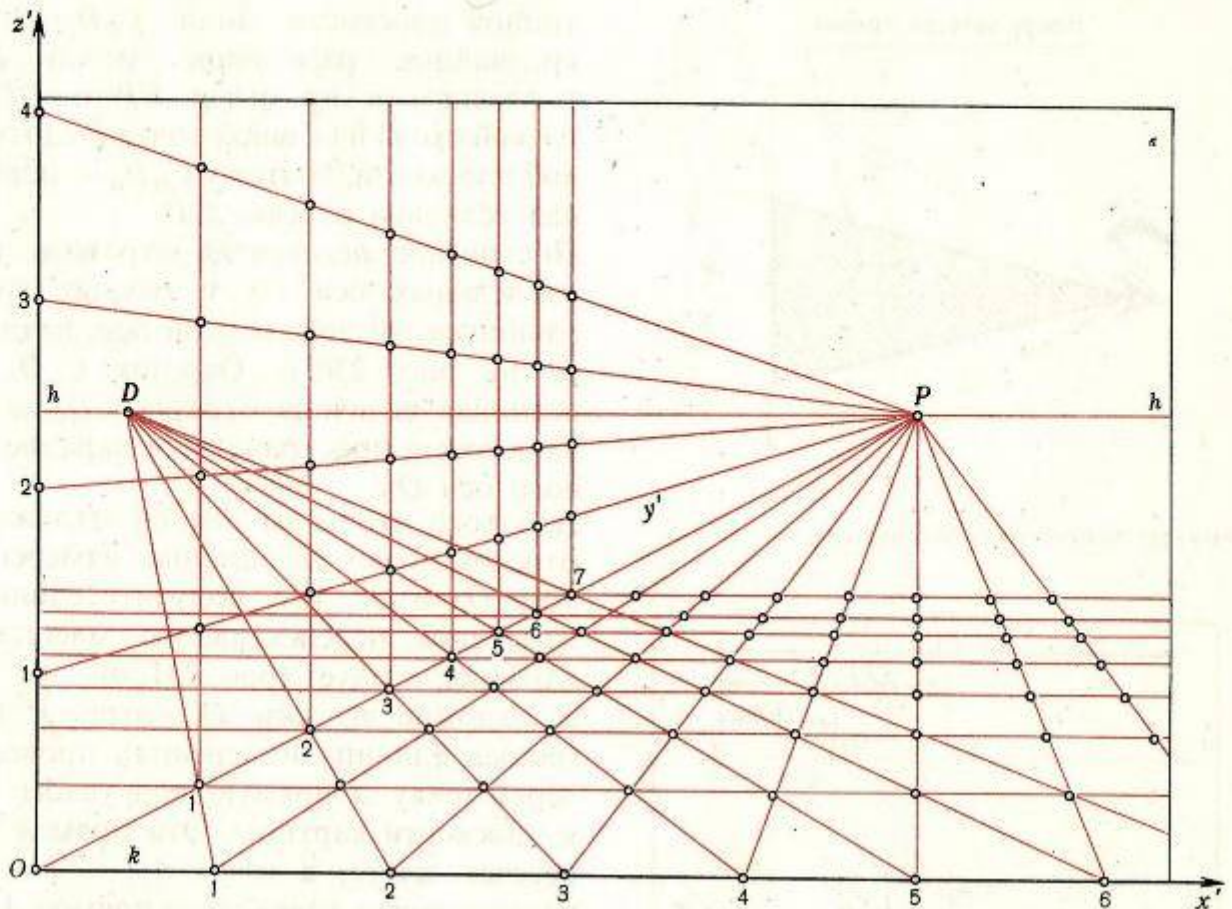


РИС. 234. ЛИНЕЙНЫЙ МАСШТАБ ПЕРСПЕКТИВЫ

$\angle DOP = \angle ODP = 45^\circ$ ). Отсюда следует, что построение масштаба глубин на картинной плоскости необходимо начинать с определения на этой плоскости положения дистанционной точки  $D$ .

Выбор расстояния от точки зрения до картинной плоскости зависит от проекционных свойств органов зрения человека (рис. 232) и обычно принимается равным величине двух-трех диагоналей картинной плоскости. Таким образом, точка  $D$  выходит за пределы поля чертежа.

Чтобы масштаб глубин не выходил за пределы чертежа при построении, следует воспользоваться так называемой дробной дистанционной точкой. Из рис. 233 видно, что перспектива точки  $A_1$  на оси  $Oy$  не изменит своего положения, если пропорционально

уменьшить расстояние между точками  $P$  и  $D$  и единицу измерения на оси  $Ox'$ . Следовательно, можно взять пропорционально уменьшенное расстояние от точки  $P$  до точки  $D$ , предварительно в такой же пропорции уменьшив единицу измерения на оси  $Ox'$ , чтобы получить перспективу действительной единицы измерения на оси  $Oy$ .

Через точку  $A$  можно провести в предметной плоскости вторую прямую, направленную под углом  $45^\circ$  к картинной плоскости, т. е. можно получить и вторую дистанционную точку этой плоскости, которую также можно использовать для построения масштаба глубин.

На рис. 234 показано полное построение перспективного масштаба.

Дистанционная точка  $D$  взята без учета ее действительного положения.







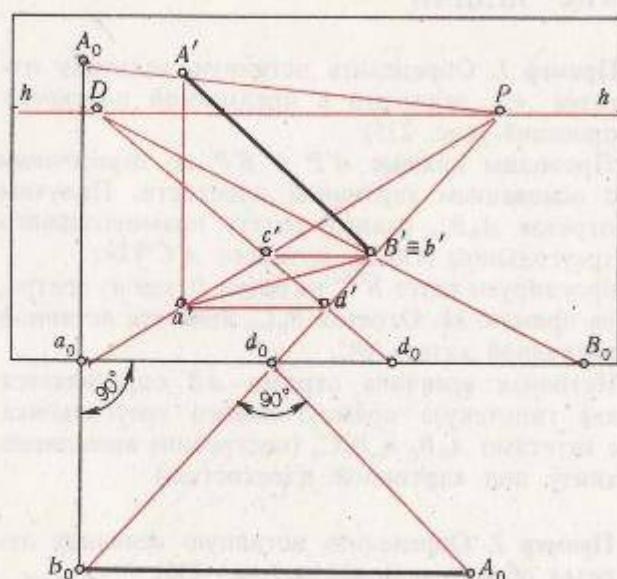


РИС. 236. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТРЕЗКА ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

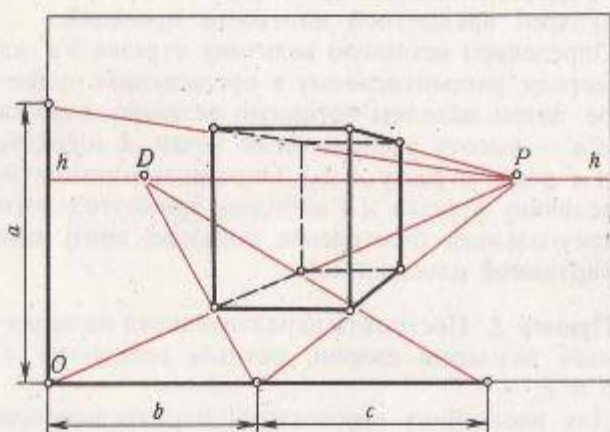


РИС. 237. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА С ЗАДАНЫМИ РАЗМЕРАМИ РЕБЕР

строим также квадрат, описанный около этой окружности, его диагонали и отметим точки  $1, 2, \dots, 8$ , необходимые для построения перспективы окружности.

Точки  $1, 2, \dots, 8$  переносим согласно перспективному масштабу на картинную плоскость (построение видно из чертежа).

Соединив полученные перспективные проекции точек  $1', 2', \dots, 8'$  плавной линией, получим искомую перспективу окружности в виде эллипса.

Для упрощения начинаем построение окружности, совмещенной с картинной плоскостью, непосредственно внизу под линией основания картины. Такой способ используется при построении перспективы горных объектов.

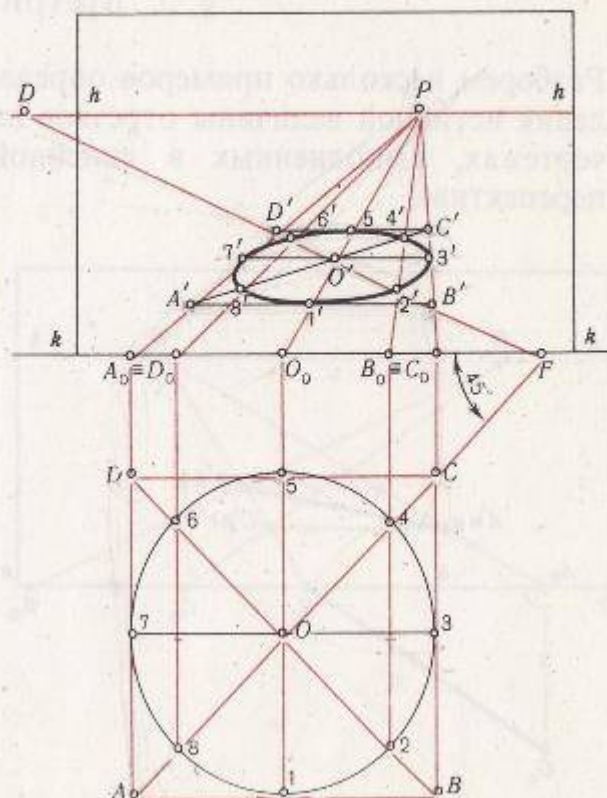


РИС. 238. ПЕРСПЕКТИВА ОКРУЖНОСТИ, ЛЕЖАЩЕЙ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ



## § 6. Применение линейной перспективы для построения наглядных изображений горных выработок

Достоинство параллельных аксонометрических проекций заключается в их наглядности. Однако в тех случаях, когда объект имеет большую протяженность, изображение его с помощью параллельных проекций приводит, независимо от масштаба чертежа, к искажению зрительного впечатления. Поэтому наглядные изображения объектов в линейной перспективе целесообразно выполнять, когда объект имеет достаточно большие размеры. Этот метод изображения наиболее широко применяется в архитектуре и строительстве, целесообразно шире его применять и в горном деле.

Рассмотрим практические приемы и примеры построения перспективы.

В практике чаще всего применяют построение линейной перспективы объекта по его заданному комплексному чертежу, выполненному в прямоугольных проекциях или проекциях с числовыми отметками.

Пусть задан ортогональный чертеж параллелепипеда (рис. 239, а). Построение плоскости картины и точки зрения сводится к построению горизонтально-проецирующей плоскости и отдельно взятой точки  $O$ . Однако при определении положения точки зрения следует учесть, что она должна находиться на расстоянии от объекта, равном не менее 2,5—3 величинам наибольшего его размера, а при построении плоскости картины — что она должна быть перпендикулярна главному лучу зрения  $OP$ . Угол конической поверхности проецирующих лучей, ограничивающих заданную поверхность, не должен превышать  $28^\circ 30'$ . Соблюдение этих условий необходимо для того, чтобы изо-

бражение наиболее соответствовало действительности.

Определив согласно этим условиям положения картинной плоскости и точки зрения, проведем далее из точки  $O$  как из центра проецирующие лучи в вершины параллелепипеда и отметим точки их пересечения с проецирующей картинной плоскостью. Соединив их затем в определенной последовательности, получим комплексный чертеж линейной перспективы параллелепипеда. Но так как ни на одной из плоскостей проекций нет истинной величины этой перспективы, следует плоскость повернуть (или переместить) так, чтобы она стала параллельной фронтальной плоскости проекций. На рисунке эта операция выполнена с помощью плоскопараллельного перемещения.

Пользуясь этим методом, можно построить линейную перспективу любого заданного объекта. Однако большое число геометрических преобразований, используемое при этих построениях, резко снижает точность изображения. Чтобы избежать этого, указанный метод следует применять в сочетании с использованием свойств перспективных соответствий. Покажем это на примере того же параллелепипеда (рис. 239, б).

Параллельные ребра параллелепипеда должны иметь общие точки схода для каждого семейства прямых. Таких точек схода у заданного параллелепипеда две (вертикальные параллельные прямые остаются параллельными и в перспективе), и так как оба семейства прямых параллельны предметной плоскости, то обе точки схода должны на-









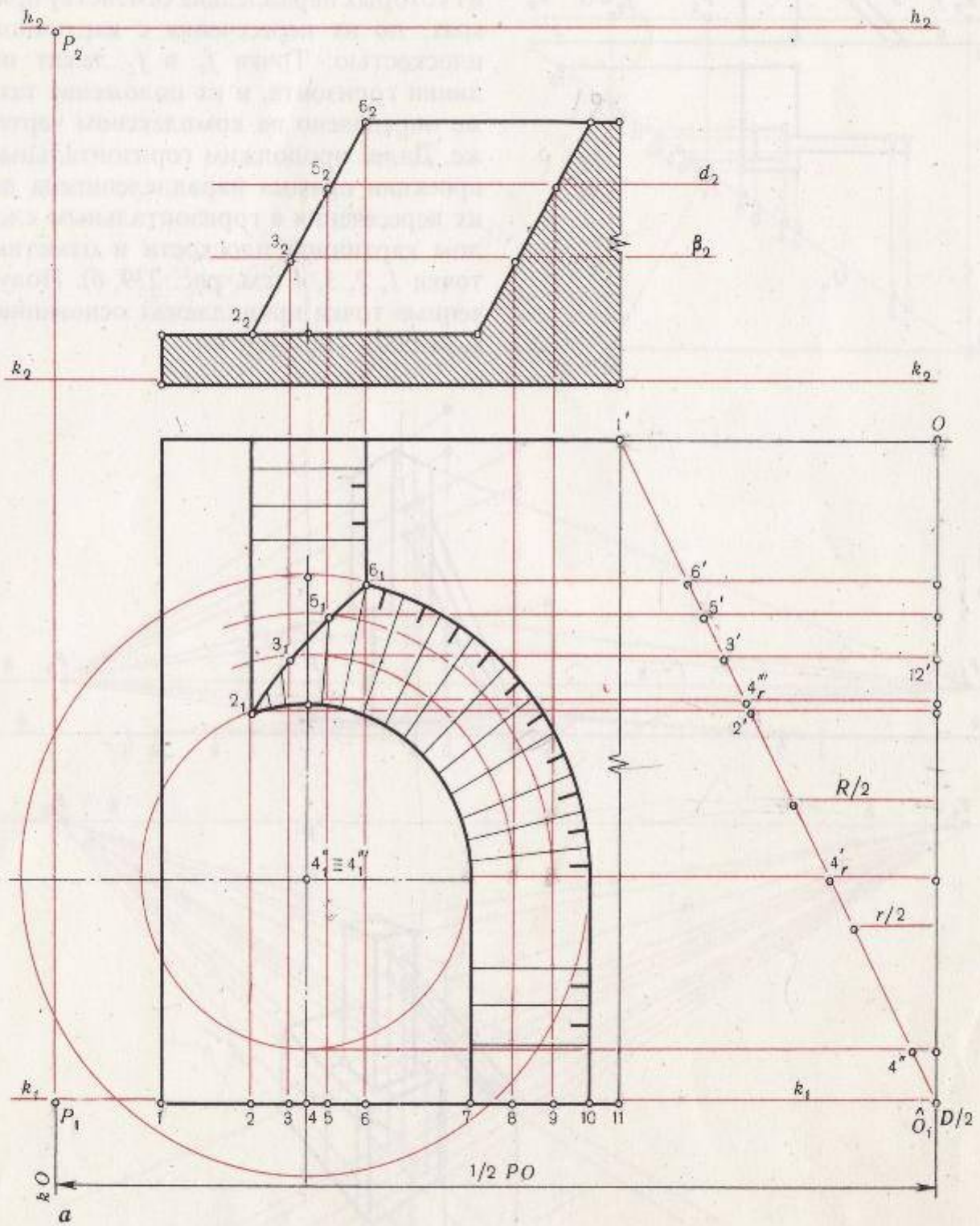
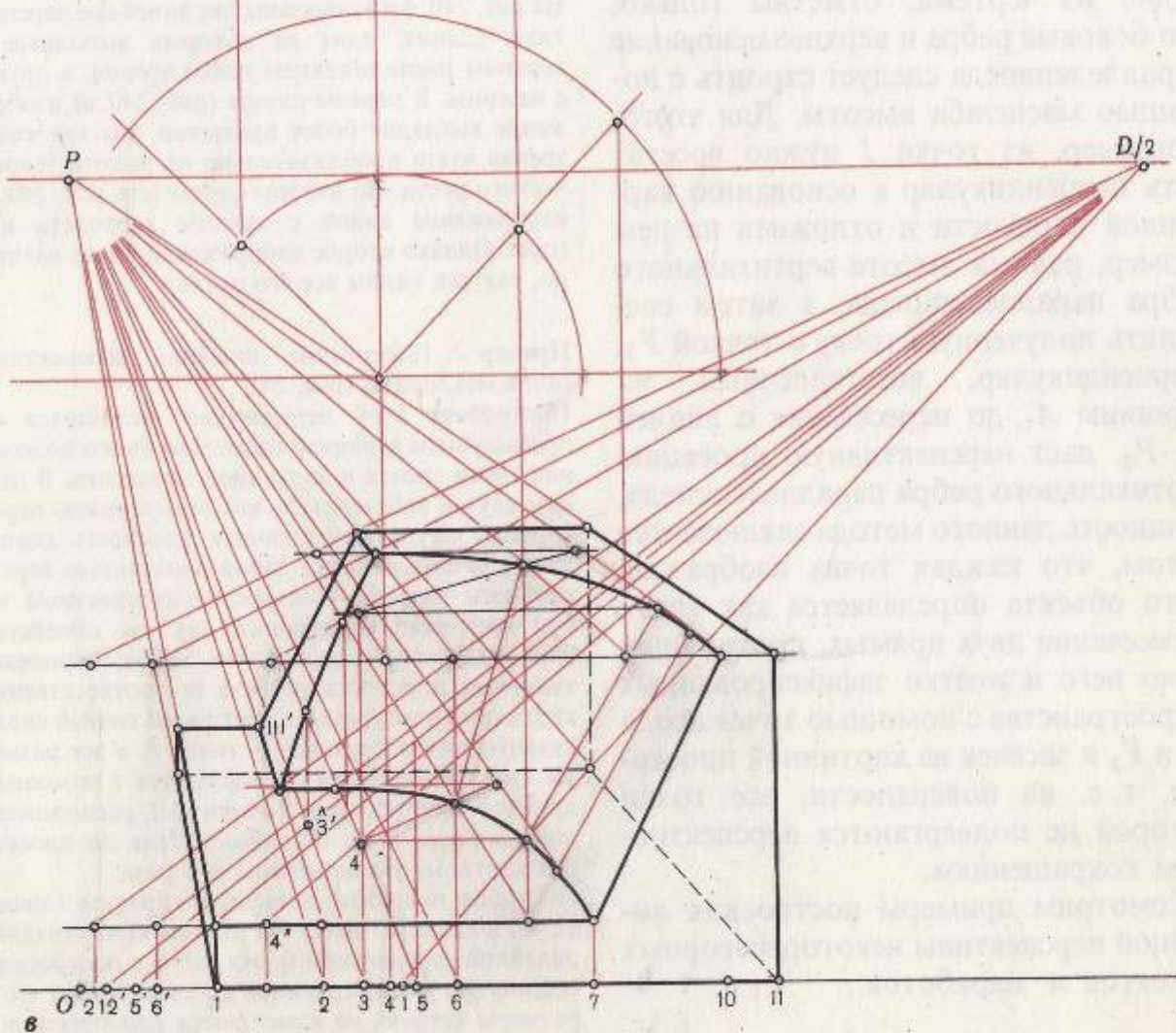
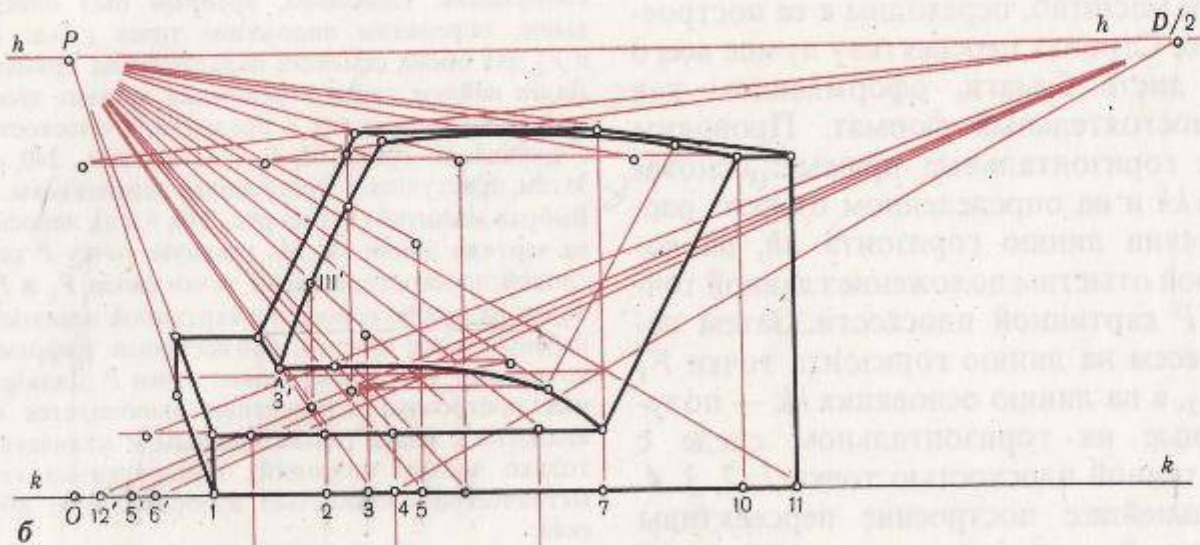


РИС. 241. ПЕРСПЕКТИВА ЗАБОЯ МЕХЛОПАТЫ





Подготовка к построению перспективы закончена. Выбрав соответствующий масштаб, переходим к ее построению. Строить перспективу лучше всего на листе бумаги, оформленном как самостоятельный формат. Проводим две горизонтальные прямые: основную  $kk$  и на определенном от него расстоянии линию горизонта  $hh$ , на которой отметим положение главной точки  $P$  картинной плоскости. Затем перенесем на линию горизонта точки  $F_1$  и  $F_2$ , а на линию основания  $kk$  — полученные на горизонтальном следе с картинной плоскостью точки  $1, 2, 3, 4$ . Дальнейшее построение перспективы видно из чертежа; отметим только, что боковые ребра и верхнее основание параллелепипеда следует строить с помощью масштаба высоты. Для этого, например, из точки  $1$  нужно восстановить перпендикуляр к основанию картинной плоскости и отложить на нем размер, равный высоте вертикального ребра параллелепипеда, а затем соединить полученную точку с точкой  $F_2$ . Перпендикуляр, восстановленный из вершины  $A_1$  до пересечения с линией  $5-F_2$ , даст перспективную проекцию вертикального ребра параллелепипеда. Сущность данного метода заключается в том, что каждая точка изображаемого объекта определяется как точка пересечения двух прямых, проходящих через него и жестко зафиксированных в пространстве с помощью точек схода  $F_1$  и  $F_2$  и засечек на картинной плоскости, т. е. на поверхности, все точки которой не подвергаются перспективным сокращениям.

Рассмотрим примеры построения линейной перспективы некоторых горных объектов и выработок.

**Пример 1.** Построить линейную перспективу надшахтного сооружения (рис. 240).

Выбрав картинную плоскость и точку зрения, нанесем их на комплексный чертёж надшахтного сооружения. Способом, который был описан выше, определим положение точек схода  $F_1$  и  $F_2$  для обоих семейств параллельных прямых. Далее найдем точки пересечения прямых этого сооружения, лежащих в предметной плоскости, с линией  $kk$  (точки  $1, 2, \dots, 12$  на рис. 240, а). Затем приступим к построению перспективы.

Выбрав масштаб (1:1 на рис. 240, б и в), наносим на чертеже линии  $kk$ ,  $hh$ , главную точку  $P$  картинной плоскости, а также точки схода  $F_1$  и  $F_2$ . Затем на линию основания картинной плоскости переносим все засечки, обозначенные цифрами, координируя их относительно точки  $P$ . Дальнейшее построение перспективы выполняется по аналогии с ранее рассмотренным и отличается только числом операций, обусловленных геометрической сложностью изображаемого объекта.

На рис. 240, б и в показаны две линейные перспективы здания, одна из которых выполнена с верхним расположением точки зрения, а другая с нижним. В первом случае (рис. 240, б) изображение выглядит более привычно, так как точка зрения взята приблизительно на высоте человеческого роста. Во втором случае (см. рис. 240, в) изображение видно с высоты вертолета или горы. Однако второе изображение более наглядно, так как видны все его детали.

**Пример 2.** Построение линейной перспективы забоя мехлопаты (рис. 241)

Построение этой перспективы отличается от предыдущего выбором несколько иного положения точки зрения и картинной плоскости. В данном случае наблюдатель находится прямо перед торцом уступа, а картинная плоскость совпадает с сечением блока забоя плоскостью вертикального разреза. Построение перспективы забоя несколько упрощается, так как семейство параллельных прямых блока забоя, перпендикулярных плоскости разреза (и соответственно картинной плоскости), имеет своей точкой схода главную точку картины — точку  $P$ , а все размеры по глубине блока определяются с помощью дробной дистанционной точки  $D/2$ , расположенной на расстоянии от наблюдателя до плоскости картины, уменьшенном в 2 раза.

Построив основные элементы картины (линии  $kk$ ,  $hh$  и главную точку  $P$ ), начнем вычерчивание линейной перспективы блока забоя с построения сечения фигуры в картинной плоскости. При этом размеры сечения не изменяются при проецировании. Соединив вершины сечения с точкой  $P$ , получим направление параллельных прямых блока забоя, уходящих от наблюдателя в глубину.



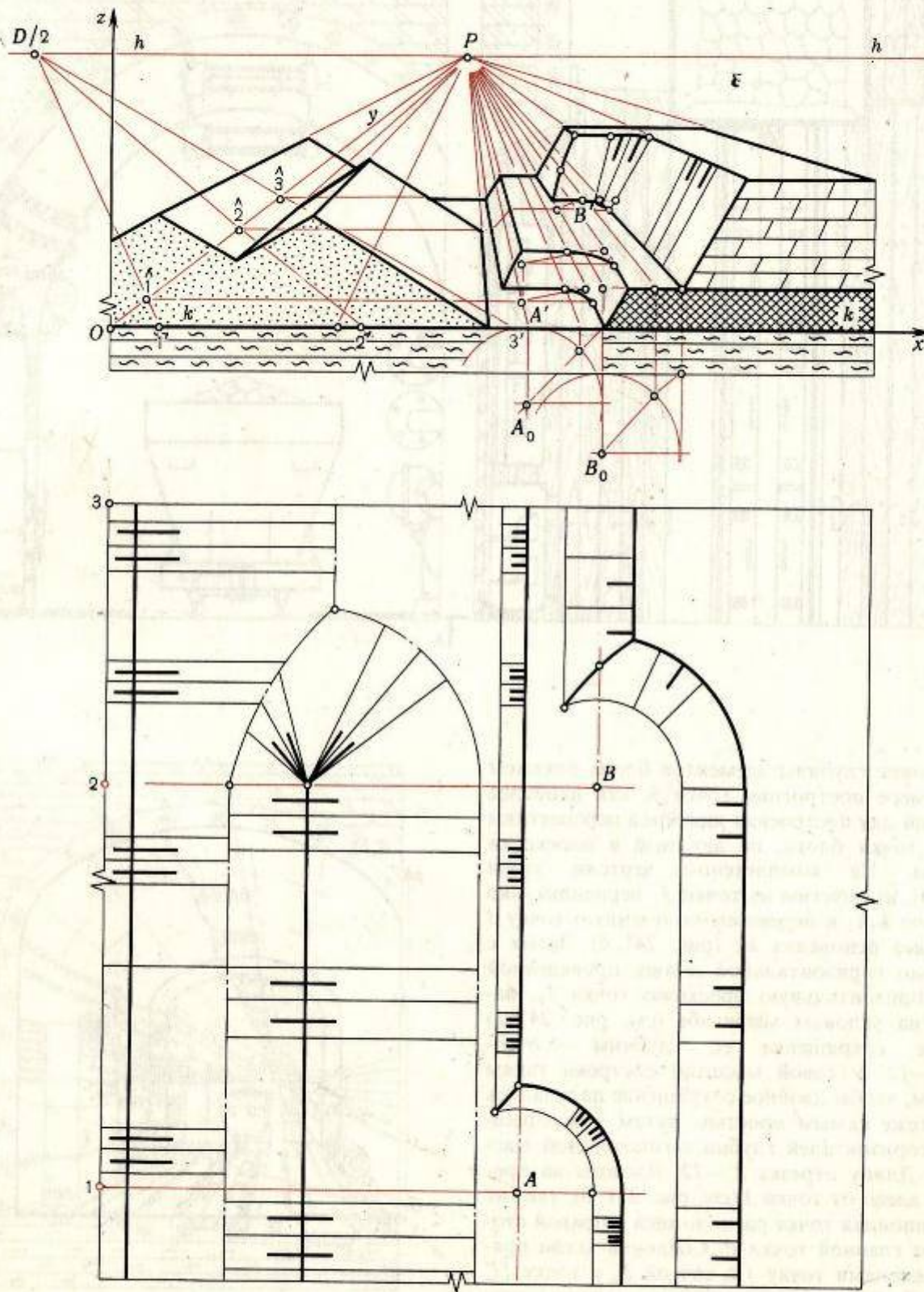
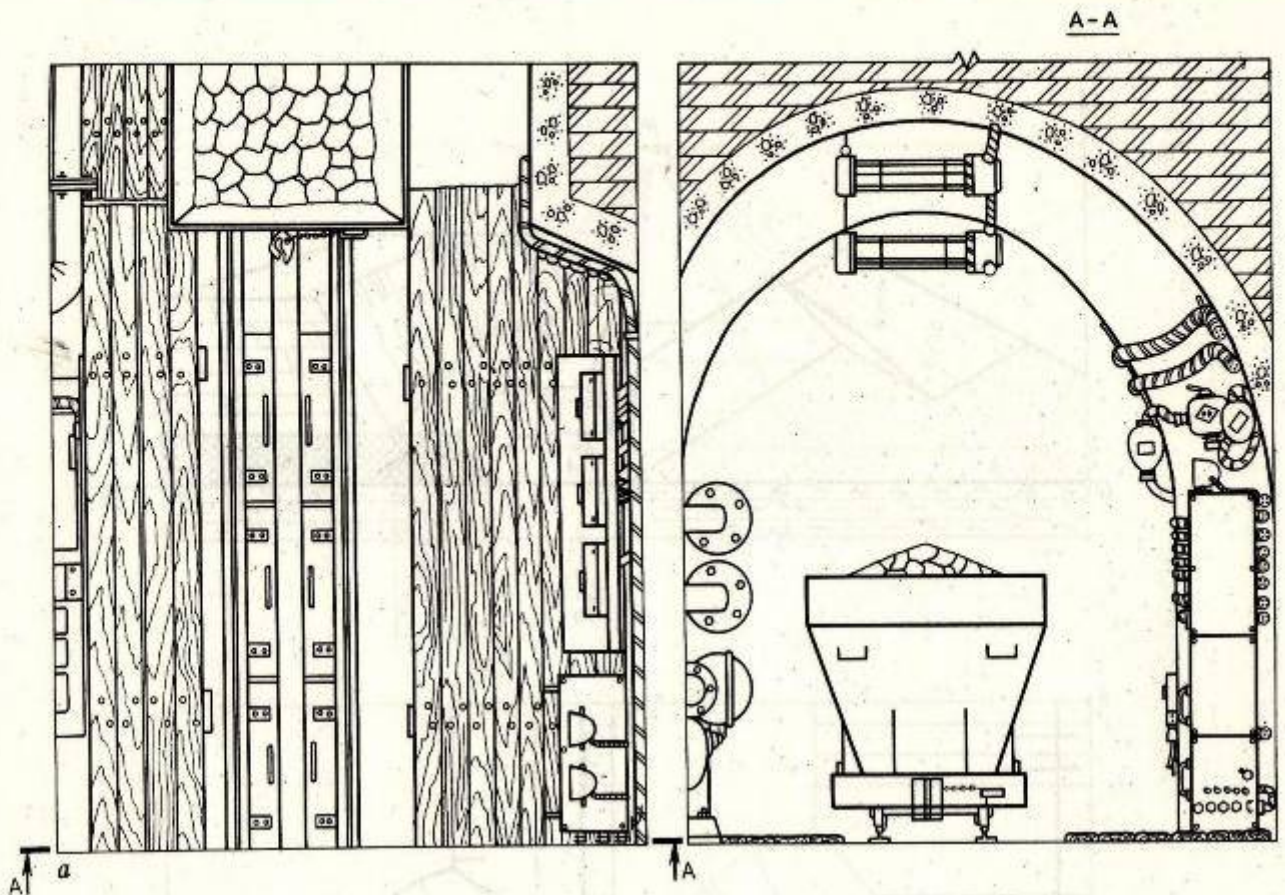


РИС. 242. ПЕРСПЕКТИВА УЧАСТКА КАРЬЕРА





Построение глубины элементов блока покажем на примере построения точки  $Z$ , как наиболее типичной для построения линейной перспективы любой точки блока, не лежащей в плоскости картины. На комплексном чертеже забоя (рис. 241, *a*) опустим из точки  $Z_1$  перпендикуляр на линию  $k_1k_1$  и перенесем полученную точку  $Z$  на линию основания  $kk$  (рис. 241, *b*). Затем с помощью горизонтальной линии, проведенной через горизонтальную проекцию точки  $Z_1$ , находим на угловом масштабе (см. рис. 241, *a*) двойное сокращение ее глубины — отрезок  $Z'-12'$ . Угловой масштаб построен таким образом, чтобы двойное сокращение получалось на чертеже самым простым путем — в пересечении горизонталей глубин с гипотенузой масштаба. Длину отрезка  $Z'-12'$  отложим на прямой  $kk$  влево от точки  $Z$  (см. рис. 241, *b*), так как дистанционная точка расположена с правой стороны от главной точки  $P$ . Соединив затем прямыми линиями точку  $Z$  с точкой  $P$ , а точку  $12'$  с точкой  $D/2$ , в пересечении их получим точку  $Z'$  — основание точки  $Z_1$ , лежащей в предметной плоскости. Высоту расположения  $III'$  определяем с помощью масштаба высоты, так же как и при предыдущих построениях.

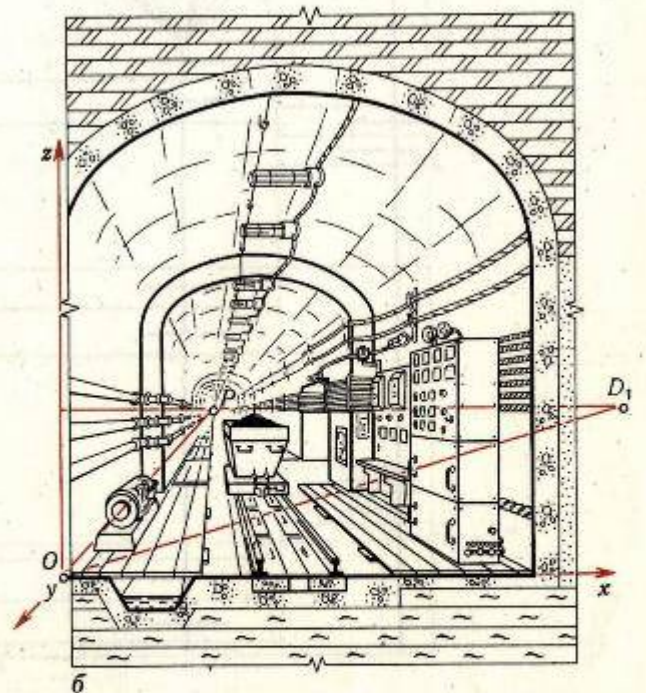


РИС. 243. ПЕРСПЕКТИВА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ ОЖОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА



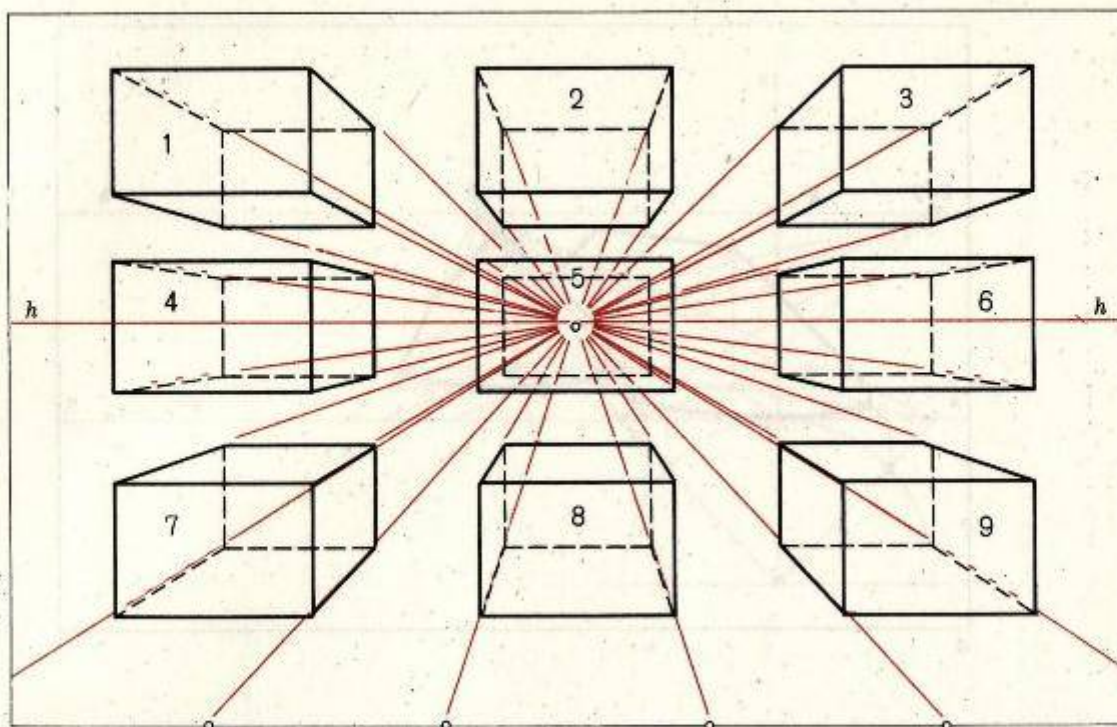


РИС. 244. ВАРИАНТЫ ПЕРСПЕКТИВ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА, ПЕРЕДНЯЯ ПЛОСКОСТЬ КОТОРОГО ПАРАЛЛЕЛЬНА ПЛОСКОСТИ КАРТИНЫ

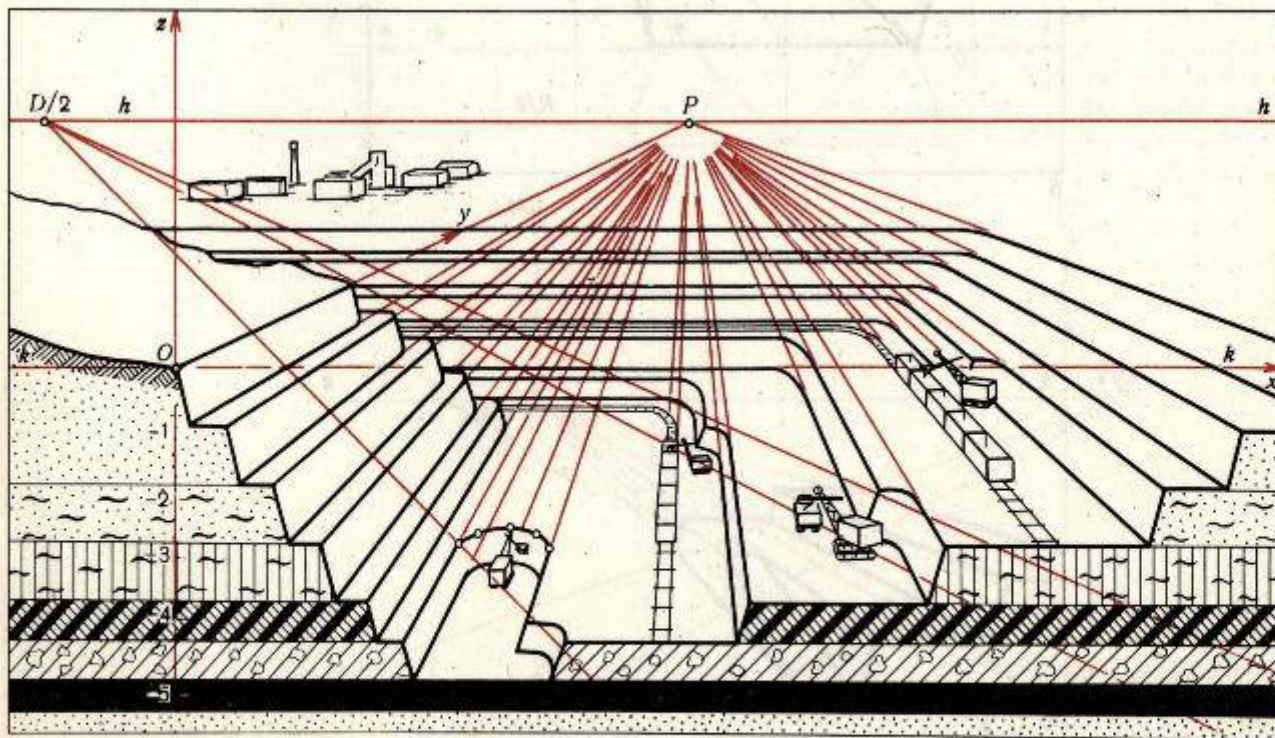
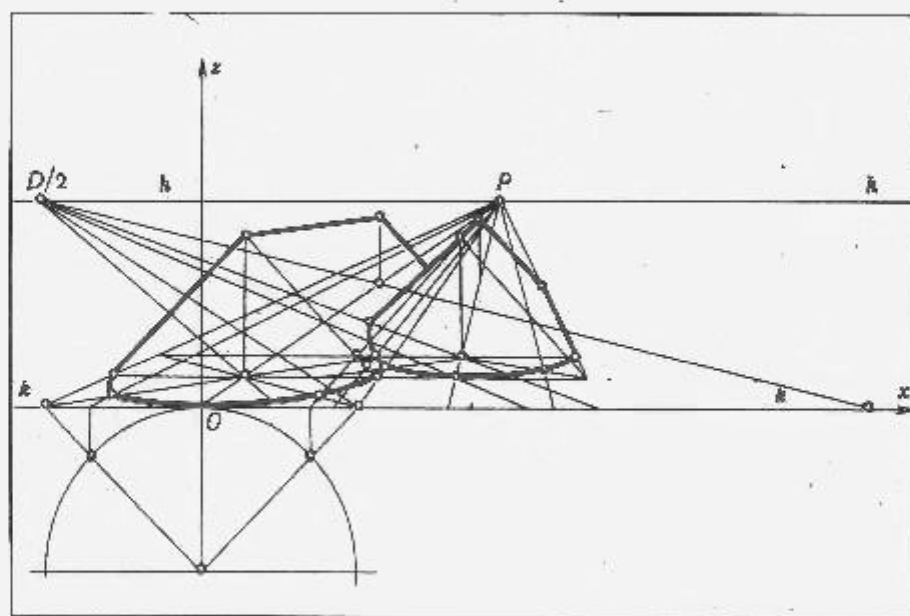
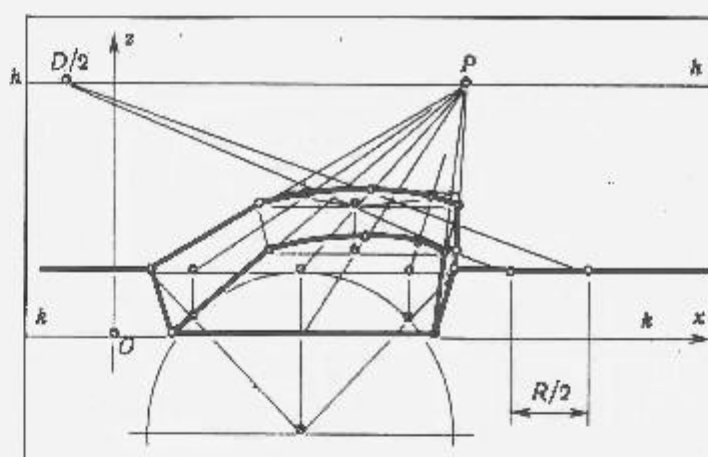


РИС. 245. ПАНОРАМА КАРЬЕРА



а



б

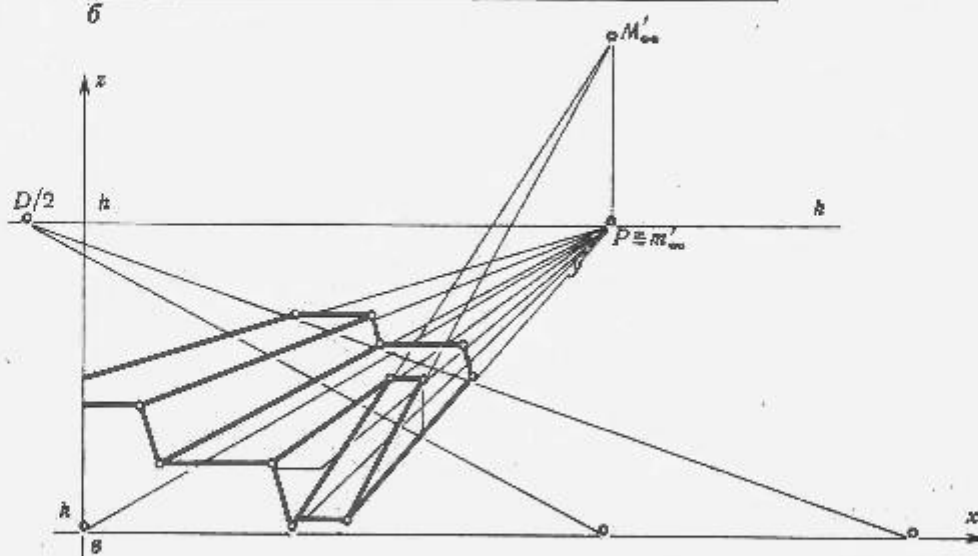


РИС. 246. ПЕРСПЕКТИВА ЭЛЕМЕНТОВ КАРЬЕРА:



Изображение забоя, выполненное в перспективе с верхней точкой зрения (рис. 241, *в*), позволяет рассмотреть многие подробности его геометрии, скрытые от наблюдателя при построении перспективы с нижней точкой зрения (рис. 241, *б*).

**Пример 3.** По данной схеме экскавации мехлопаты построить ее перспективу (рис. 242). Фронтальное расположение фасадной плоскости участка карьера наиболее выгодно, так как оно проще по построению и вместе с тем наиболее наглядно в данной ситуации, так как дает панорамный обзор изображаемого объекта. Данная перспектива отличается от перспективы забоя (см. рис. 241, *а*, *б*) тем, что в поле зрения наблюдателя попадает большее число геометрических элементов карьера. Для экономии места плоскость вертикального разреза по  $A-A$  использована как картинная плоскость перспективы.

**Пример 4.** Построение перспективы горной выработки (участка тоннеля околоствольного двора) (рис. 243, *а*, *б*).

Участок тоннеля может быть вписан в параллелепипед, который нужно разместить так, чтобы видеть все характерные элементы тоннеля. На рис. 244 приведены различные положения параллелепипеда в линейной перспективе в том случае, если его передняя грань параллельна картинной плоскости. Из них самым выгодным для данного случая является положение 5 (аналогичное построению линейного масштаба перспективы, см. рис. 234), так как в этом случае боковые стены тоннеля не будут закрывать его перспективу.

Дальнейшее построение перспективы горной выработки аналогично построению перспективы забоя мехлопаты. Разместив прямоугольник сечения тоннеля по  $A-A$  (см. рис. 243, *а*) в центре

листа бумаги (см. рис. 243, *б*) так, чтобы он занимал 70—80% формата, примем ребра параллелепипеда  $Ox$  и  $Oz$  за оси перспективного масштаба ширины и высоты. Затем находим положение линии горизонта, высоту которой следует взять равной высоте человеческого роста, а главную точку  $P$  — несколько левее середины, так как выгоднее показать правую сторону тоннеля, где больше оборудования.

Определив положение дистанционной точки сначала на плане, а затем и дробной дистанционной точки на перспективе, построим также угловой масштаб 1 : 2. Далее строим фигуру сечения. Линии, перпендикулярные картинной плоскости, будут сходиться в точке  $P$ ; линии, параллельные этой плоскости, останутся параллельными. Каждый раз, когда нужно точно определить местоположение и глубину того или иного объекта тоннеля, следует пользоваться дробной дистанционной точкой и угловым масштабом. Закончив построение, можно применить отмывку изображения акварельными красками или цветной тушью.

**Пример 5.** Построение панорамы карьера (рис. 245). При таком построении целесообразно выбрать высокое положение линии горизонта и, следовательно, точки зрения, чтобы карьер был изображен наиболее полно. Поэтому на рисунке линия горизонта поднята к верхней рамке формата, а построение вертикального сечения в перспективе начинается значительно ниже этой линии. Линии откосов, перпендикулярные плоскости сечения, имеют точкой схода главную точку  $P$ , а их глубины определяются с помощью дробной дистанционной точки  $D/2$ . Построение элементов карьера, таких как конусообразная насыпь, траншея и автомобильный съезд, приведено на рис. 246, *а*, *б* и *в*.

# ГЛАВА X

## СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ И ДИАГРАММ

### § 1. Графики и диаграммы

Графические способы изображения величин, с которыми приходится иметь дело на практике, получили широкое применение во всех областях знаний. Эти способы широко используются в практике горного производства при проектировании и особенно при научных исследованиях. Наиболее часто графические способы применяются при исследовании технологии и организации горных работ, технико-экономических расчетах и для выражения результатов деятельности предприятий.

Графические способы позволяют наглядно представить установленные функции, помогают вскрыть новые зависимости, выявить скрытые факторы, которые заложены в комплексе цифр. Особенно широко применяется принцип графических изображений, выражаемых графиками и диаграммами.

Графиками называют геометрические изображения функциональных зависимостей на плоскости при помощи линий. Виды графиков очень разнообразны, они зависят в основном от системы координат на плоскости, положенной в их основу.

При диаграммном способе графического изображения зависимости между величинами выражаются при помощи геометрических фигур. При построении диаграммы или графика следует исходить из следующих принципов: их

назначения, условий пользования, характера сравнения данных с результатом, формы.

С точки зрения назначения графического изображения можно различать: иллюстрацию (пояснение), анализ и расчет.

Диаграммы и графики, исходя из условий пользования, применяют как настенные для демонстрации, для оперативных целей, для иллюстрирования печатных изданий.

Диаграммы и графики по характеру сравниваемых данных могут классифицироваться следующим образом: сравнение объектов по величине; изменение во времени как абсолютных, так и относительных показателей; размещение в пространстве (географические сравнения); структура сравнений величин, состоящих из нескольких компонентов; статистическое распределение признака.

По форме графики бывают с арифметическими (равномерными), логарифмическими и полулогарифмическими шкалами, графики вариационного ряда, трехмерные.

Диаграммы могут быть в виде столбиков и полос, других плоских фигур, радиальные. По назначению диаграммы могут быть весьма разнообразны. К разновидностям диаграмм относятся всевозможные циклограммы, планограммы, хронограммы и т. д.



## § 2. Общие принципы построения графиков

При составлении графика необходимо установить размер, пропорции, расположение материала в поле чертежа и композицию.

При определении размера графика необходимо исходить из условия удобства и легкости его чтения. Должны соблюдаться пропорциональные соотношения между сеткой, шкалой и линиями графика. Формат определяется исходя из соображений: чем график проще, тем он должен быть меньше; формат графика должен гармонизировать с текстом, в который он включен; формат графика увеличивается в зависимости от расстояния, с которого он должен читаться.

Если график предназначен для репродукции, то не следует вычерчивать его слишком мелким, так как при его копировании будет трудно выполнить чертежную работу. Кроме того, неточности в выполнении оригинала графика станут более заметны в репродукции.

Толщина линий и высота букв должны соответствовать общему размеру графика.

Пропорции графика как в оригинале, так и в уменьшенном виде должны соответствовать способу изображения. Обычно считается, что форма удлиненного прямоугольника эстетически более приятна, чем квадрата, хотя в некоторых случаях для упрощения подбора масштаба графика удобнее выбрать квадратную форму. При определении длины и ширины прямоугольного графика необходимо учитывать также формат чертежной бумаги.

Наиболее желательны пропорции 1:1,33; 1:1,75 (диагональ вдвое длиннее стороны).

График на поле чертежа необходимо располагать таким образом, чтобы чтение его соответствовало расположению текстовой части.

Если график занимает в печатной работе целую страницу и располагается основанием по ширине листа, то верх чертежа с заголовком должен располагаться на левом поле страницы.

Хорошая композиция графика достигается гармоничным соотношением его элементов. График должен отвечать, насколько это возможно, принципам художественной эстетики, но в то же время достаточно ясно и точно отражать исходные данные, по которым строится. При составлении проекта графика необходимо уделить большое внимание текстовой части заголовка и подзаголовков, масштабным знакам (шкалы, линии, цифры), названиям шкал, обозначению кривых и их названиям, штриховке и экспликации.

Рекомендуется следующая последовательность построения графиков:

1) лист чертежной бумаги, кальки или другого материала берется размером, несколько большим предполагаемого размера чертежа (графика);

2) предварительно вычерчивается рамка и надписывается заголовок карандашом в верхней части листа. Буквы заголовка должны быть значительно крупнее остальных надписей на графике. Верхняя линия рамки должна служить ориентиром при размещении строк заголовка. Заголовок по горизонтали размещается на одинаковом расстоянии от боковых линий рамки;

3) наносятся вертикальный и горизонтальный масштабные шкалы, их названия, соответствующие цифры и размерности;

4) наносится координатная сетка и окончательно фиксируется масштабная шкала, после чего надписываются масштаб и названия шкал. В поле графика наносятся точки, характеризующие исходные данные;

5) методами математической статистики обрабатываются эти данные. Полученные точки соединяют отрезками прямых линий либо кривыми, которые проводятся при помощи лекала;

6) на графике выполняются пояснения к кривым и необходимые экспликации. График выполняется в карандаше, тщательно проверяется в отношении полноты, ясности и точности. Особое внимание должно быть обращено на масштабы, числовые данные, редакцию заголовка, правильность его написания и на знаки препинания. После проверки график обводится тушью при помощи чертежных инструментов.

Основными элементами графика являются: функциональные линии графика, исходные данные для его построения, система координат со шкалами и сеткой, масштаб, общая и пояснительная надписи. Кривые линии, представляющие собой на графике иллюстрируемые зависимости, должны быть наглядны и легко различимы. Различимость линий становится особенно трудной, если на графике имеется несколько кривых, которые располагаются вблизи одна от другой или пересекаются. Функциональные линии графика должны выполняться сплошной утолщенной линией.

При изображении нескольких кривых на одном графике нужно учитывать как число кривых, так и их распределение. Иногда бывает очень трудно дать отчетливое изображение нескольких кривых, особенно когда они размещаются на относительно небольшом участке сетки, сливаясь в некоторых местах в

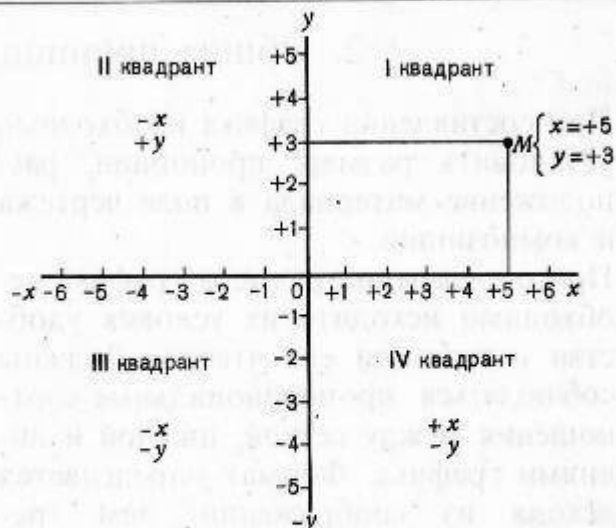


РИС. 247. ПОСТРОЕНИЕ ОСЕЙ КООРДИНАТ

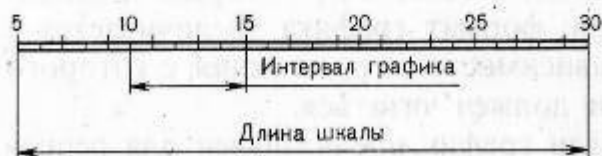


РИС. 248. МАСШТАБНАЯ ШКАЛА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ



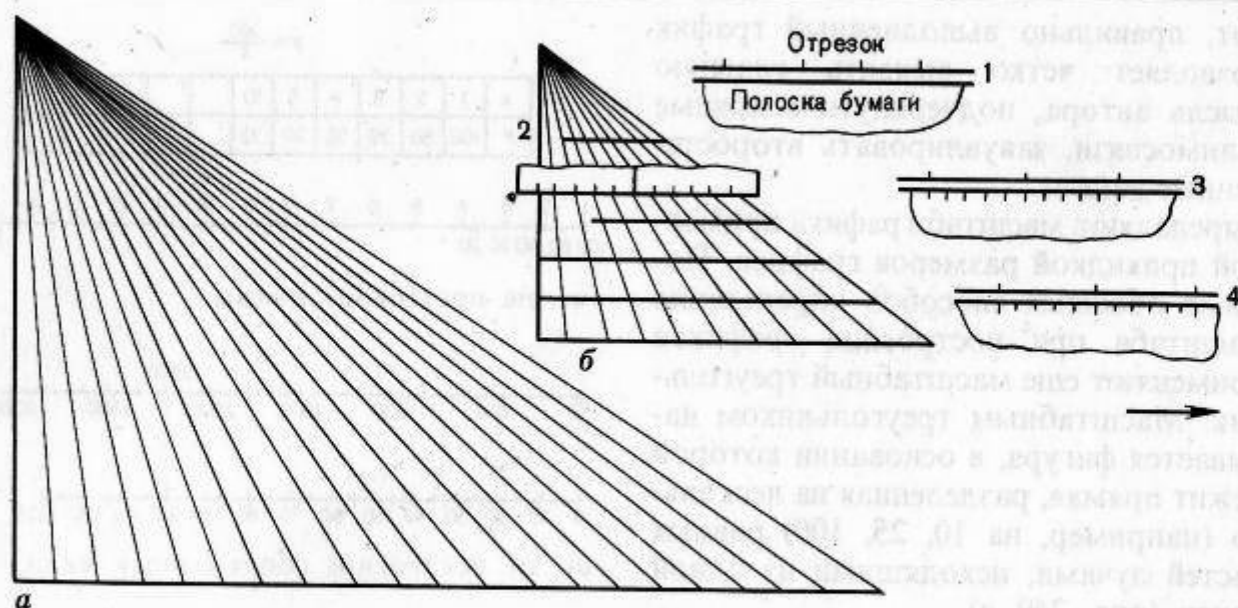


РИС. 249. МАСШТАБНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК

одну линию или пересекаясь. В таких случаях необходимо или расширить сетку (изменяя масштаб), или использовать логарифмическую сетку, либо вообще отказаться от попытки изображать данные на одном графике.

Исходные статистические данные, по которым строятся графики, наносятся в виде точек или кружочков диаметром 1,5—2 мм.

Система координат, оцифровка шкал и основные структурные элементы указаны на рис. 247.

Положительным направлением оси считается направление вправо и вверх от начала координат, отрицательным — влево и вниз. Шкалой является линия с нанесенными на ней делениями (рис. 248). Опорой шкал на графике служат координатные оси. Через точки шкал проводят линии, которые в совокупности составляют числовую сетку. Расстояние между соседними делениями на шкале называется интервалом графика, числа, соответствующие крайним точкам шкалы — пределами шкалы, расстояние между ними — длиной шкалы.

Основание шкалы может быть прямой или кривой линией, соответственно этому шкалы называются прямолинейными и криволинейными.

Прямолинейные шкалы применяют для построения простых (арифметических) графиков, выполняемых в координатных осях на клетчатой, миллиметровой или логарифмической бумаге. Криволинейные шкалы применяют при построении графиков в радиальной и дуговой системе.

Графические и числовые интервалы между соседними точками могут быть равными — шкала арифметическая и неравными — шкала логарифмическая. Шкалы выполняются сплошной основной линией, а координатная сетка — тонкими сплошными линиями.

Масштаб графика имеет большое значение. Изменение масштаба влияет не только на внешний вид графика, но и может оказать влияние на понимание функциональной зависимости переменных величин. Взяв масштабы в неправильных пропорциях, можно дать совершенно искаженное представление о выражаемых зависимостях. И наобо-

рот, правильно выполненный график позволяет четко выявить главную мысль автора, подчеркнуть основные взаимосвязи, завуалировать второстепенные детали.

Определяют масштаб графика примерной прикидкой размеров графика. Помимо обычных способов определения масштаба при построении графиков применяют еще масштабный треугольник. Масштабным треугольником называется фигура, в основании которой лежит прямая, разделенная на несколько (например, на 10, 25, 100) равных частей лучами, исходящими из одной точки (рис. 249, а).

Построение шкалы с помощью треугольника основано на делении отрезка на равные части с помощью прямой, проведенной под любым углом. Чтобы нанести на шкалу деления с помощью масштабного треугольника, необходимо отметить начало и конец шкалы и затем наложить ее на треугольник так, чтобы обе отметки совместились с двумя наклонными линиями, как это указано на рис. 249, б.

Основной заголовок графика знакомит с общим содержанием графика, помещают его выше сетки над центром чертежа. Основной заголовок должен по возможности состоять из одной строчки. Подзаголовок дается в тех случаях, когда основной заголовок не помещается в одну-две строчки.

На графиках могут быть расположены общие примечания, относящиеся ко всем данным в целом, и специальные примечания, поясняющие какую-нибудь часть данных графика. Специальные примечания помещают в левом нижнем углу графика, общие примечания располагают под заголовком.

Если график имеет несколько шкал, их следует наносить на координатные

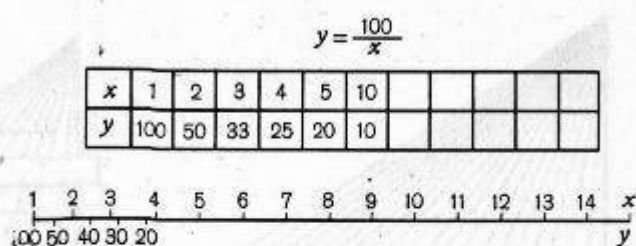


РИС. 250. ПОСТРОЕНИЕ ШКАЛЫ

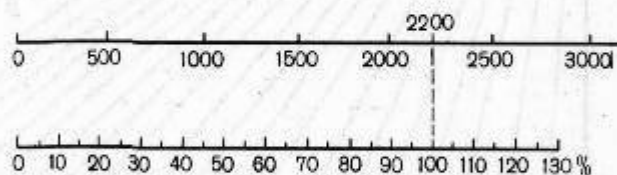


РИС. 251. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕННЫХ ШКАЛ



оси так, чтобы нулевые деления шкал на каждой оси находились на одной линии.

Такие функционально связанные шкалы называются сопряженными. Основным способом построения сопряженных шкал является расчет точек одной шкалы по точкам другой, каждому значению  $x$  одной шкалы будет соответствовать определенное значение  $y$  другой. Шкала  $x$  строится в каком-нибудь удобном масштабе, а затем по формуле, устанавливающей зависимость  $y$  от  $x$ , находится значение  $y$ . Пусть требуется построить шкалу  $y$  в масштабе 1 : 100 (рис. 250). Для этого, задаваясь последовательными значениями  $x$ , получим значения  $y$  и представим эти данные в виде таблицы (рис. 250), согласно которой строится двоякая шкала (рис. 250).

В практике построения графиков встречаются более простые случаи сопряженных равномерных шкал, т. е. пропорциональные зависимости числовых рядов. Особенно часто приходится строить шкалу процентов, сопряженную со шкалами количеств.

**Задача.** Построить сопряженные шкалы — одну в тоннах полезного ископаемого, другую в процентах к плану, зная, что план (100%) составляет 2200 т. Первую шкалу строим, откладывая отрезки в определенном масштабе. Отмечаем точку 2200 и против нее на сопряженной шкале отмечаем число 100%. Так как процент плана пропорционален добыче, то шкала должна быть равномерной.

Отрезок второй шкалы между 0 и 100 делим на 10 частей (по 10%), на 20 частей (по 5%) или на 100 частей (по 1%) и оцифровываем шкалу (рис. 251).

Ниже рассматриваются примеры построения других типов графиков.

**График двух функций и одного аргумента.** Предположим, что во время исследований установлено влияние аргумента  $b$  на две зависящие от него функции  $A$  и  $B$  (табл. 11), например влияние длины экскаваторных блоков на скорость углубки и возможную производительность карьера или влияние высоты взрываемого уступа на удельный расход взрывчатых веществ и ширину развала взорванной породы и т. п.

Для повышения наглядности полученных результатов построим график размером 5 × 5 см. Масштаб по оси абсцисс определяем 1 : 10. По оси ординат должно быть две шкалы. Если по обеим функциям взять одинаковые длины шкал (например, по 10 см), то масштаб функции  $A$  будет 1 : 45, функции  $B$  — 1 : 112, которые неудобны для построения, особенно на миллиметровой бумаге.

Для первой функции удобно взять масштаб 1 : 50, для второй функции масштаб 1 : 10 (рис. 252, а).

Рассматривая полученный график, можно констатировать, что по мере увеличения аргумента  $b$  величины функций  $A$  и  $B$  уменьшаются. Характер изменения функций на графике несколько различен, но четко не читается. За-

ТАБЛИЦА 11  
РАСЧЕТ ФУНКЦИЙ

Аргумент $b$	Функция $A$		Функция $B$	
	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%
100	450	100,0	112,0	100,0
200	420	93,4	105,8	94,4
300	380	84,5	101,0	90,3
400	330	73,3	98,6	88,0
500	300	66,7	95,0	84,9

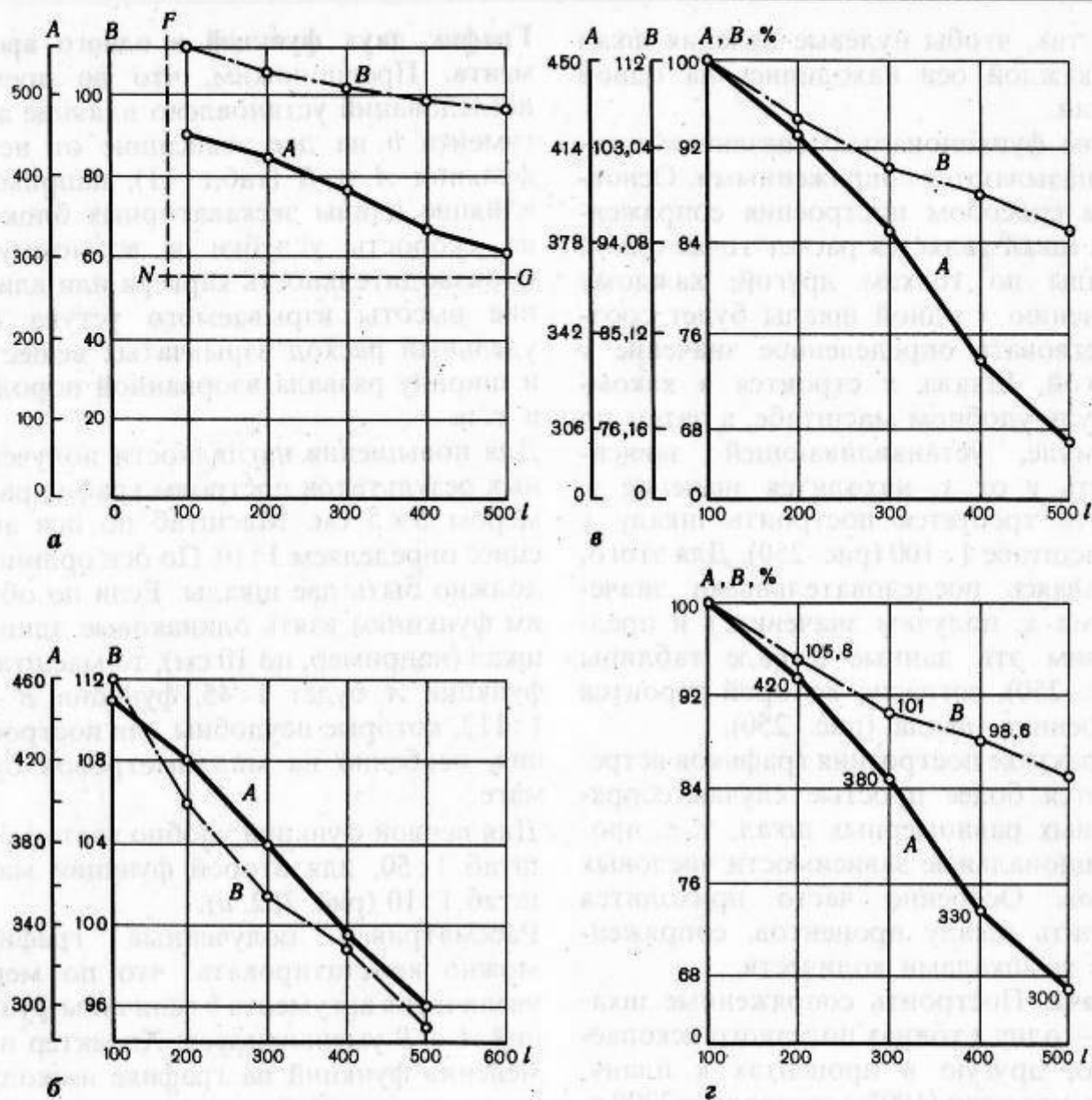


РИС. 252. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА

метны и другие недостатки — нерационально использовано поле графика. Оси координат можно перенести вверх и вправо, ось абсцисс — в положение  $NG$ , а ось ординат — в положение  $NF$ .

Устраним эти недостатки путем изменения масштабов. Масштаб для функции  $A$  принимаем равным 1:20, для функции  $B$  — равным 1:2. Получим график, изображенный на рис. 252, б.

Поле графика хорошо заполнено и четко выявлен характер изменения функций. Функция  $A$  по мере увеличения аргумента сначала убывает медленнее, чем функция  $B$ , а затем быстрее. Вместе с тем из графика видно также, что интенсивность убывания функции  $B$  в среднем выше, чем функции  $A$ , так как линия  $B$  на графике падает более круто. Но этот вывод ошибочный. Из табл. 11 видно, что при изменении аргумента  $b$  от 100 до



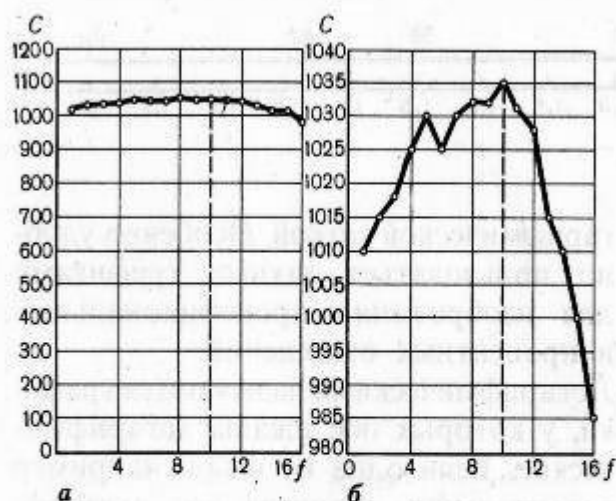


РИС. 253. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК МАКСИМУМА И МИНИМУМА С ПОМОЩЬЮ ГРАФИКА

500 величина  $B$  уменьшается на 15,1% а величина  $A$  — на 33,3%, т. е. в 2 раза больше. Следовательно, график, приведенный на рис. 252, б, дает неверное представление о сравнительных темпах убывания рассматриваемых функций.

Возьмем по оси ординат масштаб, пропорциональный величине функций, приняв за 100% начальную величину функций  $A$  и  $B$  при  $b=100$ . Принимая масштаб 1:4, получим графики, изображенные на рис. 252, в и г. График на рис. 252, г следует признать для данного примера наиболее точным. Он позволяет составить правильное представление о степени влияния одного аргумента на две функции. График, изображенный на рис. 252, в, также убедителен, но по нему труднее установить абсолютные значения функций из-за нанесения шкал по оси ординат.

За 100% можно принять величины функций не только при аргументе  $b=100$ , но и при других аргументах, тогда линии  $A$  и  $B$  сдвинутся по вертикали относительно друг друга.

Отметим также, что если изменить масштаб по оси абсцисс, то наклон линий  $A$  и  $B$  изменится, при увеличении масштаба он уменьшится, и наоборот, при уменьшении масштаба — увеличится. Это может создать представление о различном характере изменения функций. Особенно это опасно при построении нескольких самостоятельных графиков с одним аргументом.

**Нахождение с помощью графика точек максимума и минимума.** В процессе исследования часто возникает необходимость установления оптимального значения какой-либо величины путем нахождения точки максимума или минимума. Нахождение таких точек для

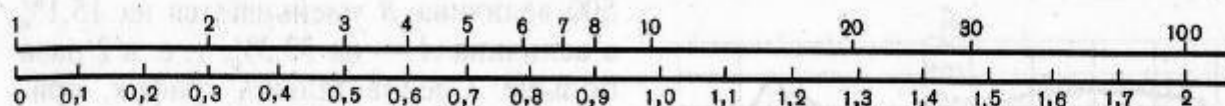


РИС. 254. ПОСТРОЕНИЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

наглядности можно изобразить графически.

Предположим, что функция  $c$  изменяется по мере увеличения аргумента  $b$  согласно данным табл. 12.

Возьмем размер графика в пределах  $10 \times 10$  см. Возможный масштаб в этом случае по оси абсцисс 1:1,6, по оси ординат 1:103,5.

Принимаем масштаб соответственно 1:2 и 1:100 и наносим точки по данным табл. 12, получим график, приведенный на рис. 253, а. График получился невыразительным, на нем плохо видно, что при  $b=10$  функция  $c$  имеет максимум.

Увеличим масштаб по оси ординат. Максимальный интервал изменения функции  $1035 - 985 = 50$ , возможный масштаб 1:5. Получим график, представленный на рис. 253, б, на котором виден весь ход изменения функции  $c$  с увеличением аргумента  $b$  и максимум функции.

**Логарифмические и полулогарифмические графики.** В случаях, когда построение графиков с арифметической координатной сеткой не дает нужного результата, прибегают к построению графиков с логарифмической или полуло-

гарифмической сеткой. Особенно удобно пользоваться такими графиками для изображения пропорциональных и процентных отношений.

Логарифмическими называются графики, у которых обе шкалы логарифмические. Если одна из шкал, например вертикальная, строится как логарифмическая, а другая (горизонтальная) как арифметическая, то такие графики называются полулогарифмическими.

Логарифмическую шкалу можно построить с помощью расчета или графически.

Построим на миллиметровой бумаге равномерную шкалу в масштабе 10 см и с пределами от 0 до 2 (рис. 254). Для этого сначала проградуируем эту шкалу через 0,1. Затем, принимая полученные числа за логарифмы чисел, строим шкалу как сопряженную с имеющейся. Найдем положение целых чисел на сопряженной шкале.

Зная логарифмы первых десяти чисел, можно определить логарифм любого числа, кратного десяти, зная, что логарифм произведения равен сумме логарифмов сомножителей. Так, число 2 на этой шкале поставим против 0,30 нижней шкалы; число 3 — против 0,48 и т. д.

Логарифмическую шкалу легко можно построить с применением логарифмического треугольника или, как его еще называют, с помощью метода гибкой шкалы. Используя этот метод, можно построить шкалу в пределах размеров книжной иллюстрации.

Для построения логарифмических шкал удобно пользоваться бумагой с логарифмической сеткой.

ТАБЛИЦА 12  
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

$b$	$c$	$b$	$c$	$b$	$c$	$b$	$c$
1	1010	5	1030	9	1032	13	1015
2	1015	6	1025	10	1035	14	1010
3	1018	7	1030	11	1031	15	1000
4	1025	8	1032	12	1028	16	985



## § 3. Принцип построения диаграмм

Основным преимуществом диаграммы перед цифровой таблицей является ее наглядность, позволяющая очень легко и быстро ориентироваться в соотношении изображаемых величин. Наиболее распространены полосовые, столбиковые, круговые и векторные диаграммы. Особое место занимают треугольные диаграммы.

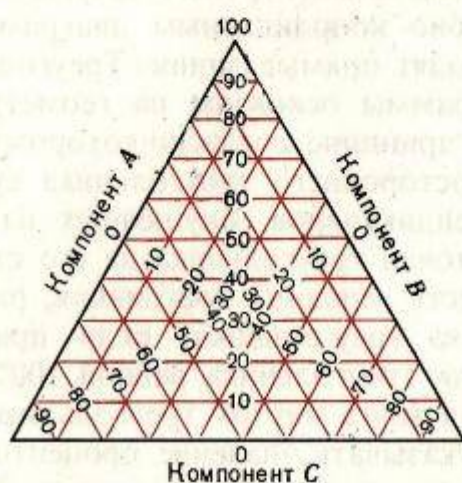


Рис. 255. ТРЕУГОЛЬНАЯ ДИАГРАММА

**Полосовые и столбиковые диаграммы.** Для сравнения числовых величин наиболее удобным и простым средством является изображение их в виде отрезков прямых линий или прямоугольников, которые имеют равные основания. Так как одно измерение у таких сравнительных отрезков одинаково (ширина), то сравнивать их приходится только по второму измерению (по высоте), что равносильно сравнению отрезков прямых линий. При построении таких диаграмм не требуется определять площади фигур, а достаточно ограничиться только сопоставлением линейных величин. Перед началом вычерчивания диаграммы следует выбрать масштаб шкалы. При этом следует руководствоваться следующими правилами:

- а) изображение самого большого числа данного ряда должно поместиться в пределах листа бумаги, на котором вычерчивается диаграмма;
- б) минимальный промежуток между двумя соседними делениями шкалы не должен быть меньше 0,5 мм;
- в) масштаб должен обеспечить точность нанесения данных точек.

Столбиковые диаграммы отличаются от полосовых вертикальным расположением прямоугольников. Принципы их построения аналогичны рассмотренным ранее.

**Круговые диаграммы** обычно применяются для изображения удельного веса составных частей целого, а также для наглядного процентного соотношения величин. Круговые диаграммы также относятся к диаграммам линейного измерения, так как площади секторов при одном и том же радиусе пропорциональны соответствующим дугам.

Для построения такой диаграммы окружность делят на сто частей, принимаемая площадь круга за 100%. Каждое деление соответствует 1%. Для удобства деления окружности диаметр круга следует выбирать таким образом, чтобы длина окружности выражалась числом, кратным 100, а именно 300, 400; 500 мм. Тогда один процент будет выражаться соответственно отрезками 3, 4, 5 мм.

**Векторные диаграммы** как разновидность круговых строятся по принципу полярных координат. Построение векторных диаграмм рассмотрим на примере изображения изменения направления ветров в какой-либо местности в течение года (роза ветров). Для этого окружность делят на 8 равных частей и обозначают направления стран света: С; СЗ; З; ЮЗ; Ю; ЮВ; В; СВ. Если по радиусам отложить в выбранном масштабе отрезки, соответствующие числу дней в году, в течение которых ветер имеет одно направление, и найденные точки соединить прямыми ли-

ниями, то получим наглядное изображение направления и длительности господствующих в данной местности ветров (см. рис. 38).

**Треугольная диаграмма** (рис. 255) применяется для одновременного изображения трех переменных, являющихся составными частями целого. Строят равносторонний треугольник, каждую сторону которого разбивают на равные процентные деления от 0 до 100. Параллельно сторонам треугольника, подобно координатным диаграммам, проводят прямые линии. Треугольные диаграммы основаны на геометрическом принципе, согласно которому для равностороннего треугольника сумма перпендикуляров, опущенных из любой точки треугольника на его стороны, есть величина постоянная, равная высоте треугольника. Если принять высоту треугольника равной 100%, то любая точка внутри треугольника будет указывать значение процентов от трех переменных, составляющих в сумме 100%.



## ГЛАВА XI

# КОМПЛЕКТНОСТЬ И ИНДЕКСАЦИЯ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

### § 1. Комплектность и индексация чертежей. Чертежи Технического проекта горного предприятия

Большое количество чертежей как в проектных организациях, так и на горных предприятиях, затрудняет их учет, а следовательно и поиск. Авторами предложена индексация горных чертежей для удобства их хранения, учета и отыскания. Согласно этой индексации, комплекту чертежей «Технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия» придается индекс 1 000 000, комплекту маркшейдерско-геологических чертежей — 200 000 и комплекту эксплуатационно-технологических чертежей — 30 000. Первая значащая цифра индекса соответствует порядку размещения предлагаемых комплектов чертежей. Число значащих цифр зависит от количества чертежей в том или ином комплекте.

Предлагаемая индексация позволяет механизировать учет чертежей и дает возможность быстро находить любые чертежи комплекта.

Чертежи Технического проекта подразделяются на собственно чертежи «Технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия» и рабочие чертежи.

К чертежам Технического проекта относятся чертежи, на которых показывается положение горных выработок, дается конструктивная часть технических решений, технология работ и

выявляется объем горных, строительных и монтажных работ строящегося или реконструируемого горного предприятия.

Рабочие чертежи уточняют и детализируют в каждом конкретном случае принципиальные технические проектные решения, необходимые для производства строительного-монтажных работ.

Чертежи Технического проекта и рабочие чертежи разрабатываются государственными проектными институтами на стадии проектирования горного предприятия или его реконструкции.

В основу индексации комплекта чертежей Технического проекта положен состав Технического проекта. Подробная расшифровка индексов чертежей приведена на рис. 256.

В комплект чертежей части «Геологическая и гидрогеологическая характеристики месторождения, границы и запасы поля горного предприятия» (рис. 256) «Технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия» в зависимости от способа разработки полезного ископаемого должны входить чертежи, указанные в табл. 13.

В комплект чертежей раздела «Горные работы» части «Технологический комплекс» Технического проекта строительства (реконструкции) горного

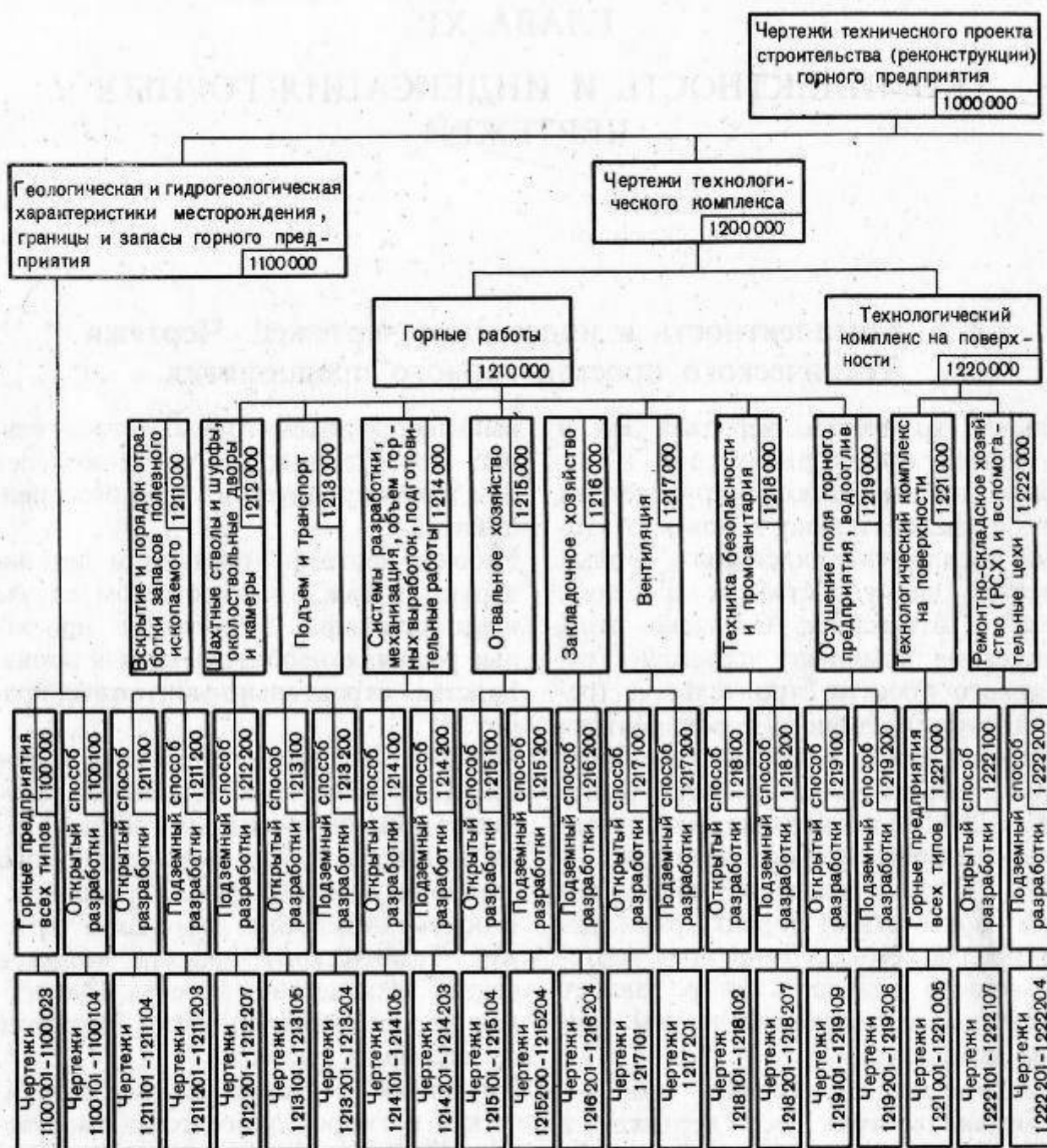


РИС. 256. КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

предприятия в зависимости от способа разработки полезного ископаемого входят чертежи, указанные в табл. 14.

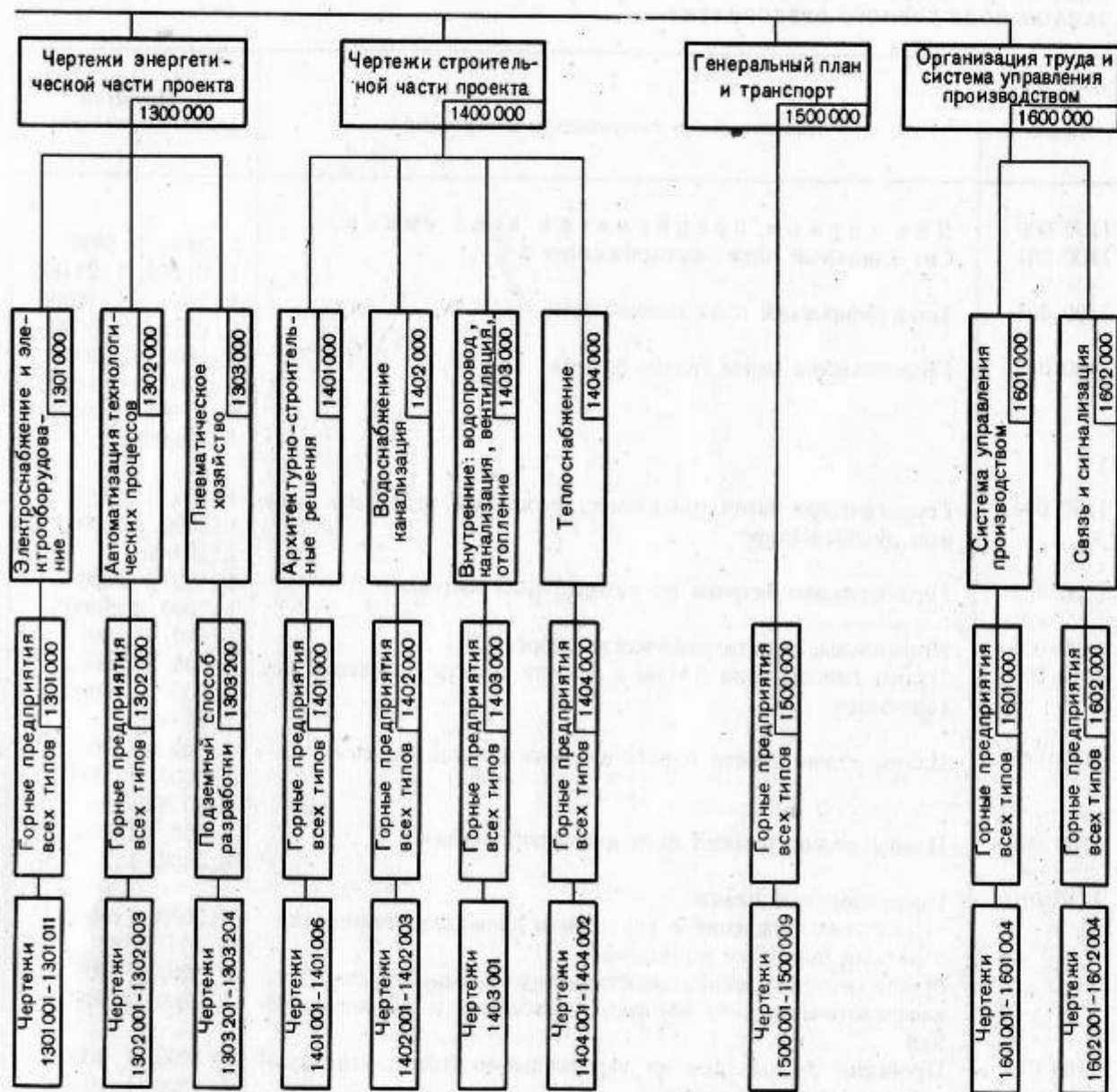
В комплект чертежей подразделов раздела «Технологического комплекса на поверхности» Технологической части проекта горного предприятия в зависимости от проектируемого способа

разработки должны входить чертежи, указанные в табл. 15.

В комплект чертежей подразделов Энергетической части проекта горного предприятия в зависимости от проектируемого способа разработки входят чертежи, указанные в табл. 16.

В комплект чертежей подразделов Строительной части проекта горного





предприятия входят чертежи, приведенные в табл. 17.

В комплект чертежей части проекта «Генеральный план и транспорт» каждого горного предприятия входят чертежи, приведенные в табл. 18.

В комплект чертежей части проекта «Организация труда и система управления производством» каждого горно-

го предприятия должны входить чертежи, приведенные в табл. 19.

Комплект рабочих чертежей устанавливается государственными проектными институтами в зависимости от необходимости уточнения и детализации решений технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия

ТАБЛИЦА 13  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА «ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ГРАНИЦЫ  
И ЗАПАСЫ ПОЛЯ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ»

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1100 000 1100 001	Для горных предприятий всех типов Ситуационный план месторождения	1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:25 000,
1100 002	Топографический план поверхности	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 003	Геологическая карта (план) района	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000
1100 004	Геологическая карта (план) месторождения, шахтного поля или рудного поля	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 005	Геологические разрезы по разведочным линиям	1:500, 1:1000 1:2000, 1:5000
1100 006 1100 007	Нормальные стратиграфические разрезы Планы гипсометрии почвы и кровли пласта полезного ископаемого	1:500, 1:1000 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 008	Планы изомощности пласта полезного ископаемого	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 009	Планы изосодержаний полезных компонентов	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 010	Погоризонтные планы: а) для месторождений с крутыми и сложозалегающими пластами полезных ископаемых б) для месторождений, представленных группой рудных тел, расседоточенных по площади, пластовых и пологих залежей	1:2000, 1:5000 1:10 000 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 011	Проекция рудных тел на вертикальную (горизонтальную) или наклонную плоскость	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 012	Планы подсчета запасов полезного ископаемого	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 013	Разрезы к планам подсчета запасов полезного ископаемого	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 014	Структурные карты (планы) пластов полезных ископаемых для сложноструктурных месторождений	1:2000, 1:5000 1:10 000
1100 015	Гидрогеологическая карта (план) месторождения (шахтного поля) с нанесением гидроизогипс	1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 016	Гидрогеологические карты (план) основных водоносных горизонтов и участка	1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 017	Карта обводненности полезного ископаемого водами подстилающих (почвы) и покрывающих (кровли) пород	1:5000, 1:10 000
1100 018	Гидрогеологические разрезы по скважинам	1:200, 1:500



Продолжение таблицы 13

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1100 019	Карты (планы) прогноза: газоносности, выбросоопасности, геотермических условий, склонности полезного ископаемого к самовозгоранию, взрывобезопасности угольной пыли (для месторождений угля). Силикозоопасность пород.	1 : 5000, 1 : 10 000, 1 : 25000
1100 020		1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000
1100 021	План рельефа поверхности с выходом пластов под наносы	1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000
1100 022	Планы прогноза устойчивости вмещающих полезное ископаемое пород с нанесением зон химического и физического выветривания	1 : 5000
1100 023	Литолого-прогнозные карты пород кровли и почвы полезного ископаемого	1 : 5000
1100 100	Для открытого способа разработки	
1100 101	План и геологические разрезы с характеристикой крепости вскрыши	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1100 102	План прогноза устойчивости бортов карьера и оснований внешних отвалов	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1100 103	План изолиний коэффициентов вскрыши	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000
1100 104		План изомошностей вскрыши и междупластья

ТАБЛИЦА 14  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗДЕЛА «ГОРНЫЕ РАБОТЫ»

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 211 000	<b>Вскрытие и порядок отработки запасов полезного ископаемого</b>	
1 211 100	Для открытого способа разработки	
1 211 101	План положения горных работ и транспортных коммуникаций на момент сдачи карьера в эксплуатацию	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1 211 102	Поперечные разрезы по выездным и разрезным траншеям	1 : 500, 1 : 1000
1 211 103	План положения горных работ на конец отработки карьерного поля	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1 211 104	Продольный и поперечный разрезы с указанием углов погашения бортов карьера	1 : 500, 1 : 1000
1 211 200	Для подземного способа разработки	
1 211 201	Схема вскрытия месторождения (шахтного поля)	Горизонтальный: 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000 Вертикальный: 1 : 1000, 1 : 2000
1 211 202	Предохранительные целики (план и разрезы)	1 : 2000
1 211 202a	Предохранительные целики для протяженных объектов (план и разрезы)	1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000

Продолжение таблицы 14

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 211 203	Календарный план развития горных работ и отработки запасов шахтного поля (по годам)	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 212 000	<b>Шахтные стволы и шурфы, околоствольные двory и камеры</b>	
1 212 200	Для подземного способа разработки	
1 212 201	Сечения и армировка стволов	1:25, 1:50
1 212 202	Разрезы по вертикальным и наклонным шахтным стволам	1:100, 1:200, 1:500, 1:1000
1 212 203	Планы околоствольных дворов откаточного и вентиляционного горизонтов, блоковых стволов и др.	1:100, 1:200, 1:500
1 212 204	Профили откаточных и вентиляционных выработок	Горизонтальный: 1:500, 1:1000, 1:2000 Вертикальный: 1:50, 1:100, 1:200
1 212 205	Сечения выработок	1:25, 1:50
1 212 206	Основные камеры (при отсутствии типовых проектов)	1:50, 1:100
1 212 207	Таблицы объемов горных выработок околоствольных дворов	
1 213 000	<b>Подъем и транспорт</b>	
1 213 100	Для открытого способа разработки	
1 213 101	Планы железнодорожных станций карьера	1:500, 1:1000
1 213 102	Планы и продольные профили технологических железнодорожных путей, автомобильных дорог, трасс конвейерных дорог на горном предприятии	Горизонтальный: 1:2000, 1:5000, 1:10 000 Вертикальный: 1:200, 1:500, 1:1000
1 213 103	Поперечные профили земляного полотна железнодорожных путей, конструктивные профили автодорог или конвейерного транспорта	1:200
1 213 104	Чертежи узлов конвейерного транспорта	1:200, 1:500
1 213 105	Схема питания и секционирования контактной сети (с размещением тяговых подстанций и РИ)	Без масштаба
1 213 200	Подземный способ разработки	
1 213 201	Схемы подземных установок, главного, вспомогательного, вентиляционного и блоковых стволов (планы и разрезы)	Без масштаба
1 213 202	Схема расстановки оборудования конвейерного транспорта	Без масштаба
1 213 203	Чертежи узлов конвейерного транспорта	1:100
1 213 204	Схема СЦБ с таблицей маршрутов, спецификаций оборудования и кабельной продукции	Без масштаба
1 214 000	<b>Системы разработки, механизация, объем горных выработок, подготовительные работы</b>	
1 214 100	Для открытого способа разработки	
1 214 101	Положение горных работ, транспортных коммуникаций и механизмов при освоении проектной мощности карьера	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 214 102	Календарный план выемки полезного ископаемого и вскрыши (на первые 10 лет — по годам, на последующие годы — по десятилетиям)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 214 103	Разрезы к календарному плану горных работ или поперечные и продольные профили откаточных горизонтов	1:1000, 1:2000
1 214 104	Погоризонтные планы к календарному плану горных работ (при крутых залежах полезного ископаемого)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000



Продолжение таблицы 14

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 214 000	<b>Элементы системы разработки, буровзрывные, выемочно-грузочные работы</b>	
1 214 200	Для подземного способа разработки	
1 214 201	Системы разработки с указанием схем грузопотоков и размещением транспортного оборудования	1:500, 1:1000, 1:2000
1 214 202	График организации работ в очистных забоях	—
1 214 203	Планы горных выработок на момент сдачи шахты в эксплуатацию и при достижении проектной мощности шахты с указанием очистных и подготовительных забоев, транспортных путей, стрелочных переводов, механизмов, вентиляционных устройств и т. д.	
1 215 000	<b>Отвальное хозяйство</b>	
1 215 100	Для открытого способа разработки	
1 215 101	План расположения внешних отвалов и транспортных коммуникаций (может быть совмещен с положением горных работ)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 215 102	Календарный план отсыпки отвалов	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 215 103	Разрезы к календарному плану отсыпки отвалов	1:500, 1:1000, 1:2000
1 215 104	Календарный план восстановления нарушенных площадей	1:5000, 1:10 000
1 215 200	Для подземного способа разработки (калийная промышленность)	
1 215 201	План расположения отвалов для складирования отходов калийных фабрик	1:1000, 1:2000
1 215 202	Схема расстановки конвейерных линий и расположения оборудования на отвалах	Без масштаба
1 215 203	Календарный план отсыпки отвалов	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 215 204	План отвалов и защиты гидрографической сети от загрязнения рассолами	1:2000, 1:5000
1 216 000	<b>Закладочное хозяйство</b>	
1 216 200	Для подземного способа разработки	
1 216 201	Схема закладочных трубопроводов для подачи пульпы в шахту и обратной откачки отработанной воды (рассолов) с расстановкой оборудования	
1 216 202	План и разрезы насосных камер гидрозакладочного комплекса	1:50, 1:100
1 216 203	Календарный график закладки выработанного пространства	—
1 216 204	Сечения и армировка выработок для закладки	1:25, 1:50
1 217 000	<b>Вентиляция</b>	
1 217 100	Для открытого способа разработки	
1 217 101	Схема проветривания глубоких карьеров с расположением вентиляционных установок	1:5000, 1:10 000
1 217 200	Для подземного способа разработки	
1 217 201	Схема вентиляции с указанием всех вентиляционных устройств и значений депрессий вентиляционных струй по периодам освоения месторождения	Без масштаба
1 218 000	<b>Техника безопасности и промсанитария</b>	
1 218 100	Для открытого способа разработки	
1 218 101	Схема укрепления бортов карьера	
1 218 102	Схема комплексного пылеподавления в карьере	

Продолжение таблицы 14

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1218200 1218201 1218202 1218203	Для подземного способа разработки Схема расположения сланцевых заслонов Схема дегазации пластов и сближенных пластов Схема сетей подземного водоснабжения с обозначением расположения противопожарных устройств, складов, мостов и пр.	Без масштаба
1 218 204	Схема заилочных пульпопроводов	Без масштаба
1 218 205	Схема охлаждения воздуха	То же
1 218 206	Холодильная установка	1:50
1 218 207	Вакуум-насосная станция дегазации	1:50
1 219 000	Осушение поля горного предприятия, водоотлив	
1 219 100	Для открытого способа разработки	
1 219 101	План расположения дренажных выработок (устройств)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 219 102	Продольный профиль дренажных штреков	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000, 1:5000 Вертикальный: 1:500, 1:1000
1 219 103	Схема околоствольного двора с сечением выработок	1:200
1 219 104	Насосная камера	1:50
1 219 105	Конструкция дренажных устройств	1:200, 1:500
1 219 106	Схема водоотвода и водоотлива в карьере	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 219 107	Осушение внутренних отвалов	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000 Вертикальный: 1:100, 1:200, 1:500
1 219 108	План расположения нагорных и водоотводных канав (может быть совмещен с положением горных работ и транспортных коммуникаций)	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 219 109	Продольные профили водоотводных канав	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000, 1:500 Вертикальный: 1:100, 1:200, 1:500
1 219 200	Для подземного способа разработки	
1 219 201	Общая схема водоотлива	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 219 202	План расположения водопоглощающих, наблюдательных и опытно-разведочных скважин на период освоения проектной мощности	1:200, 1:500
1 219 203	Конструкция дренажных устройств	
1 219 204	План водоотводов от водопонижающих скважин на поверхности	1:5000, 1:10 000
1 219 205	Главная водоотливная установка, план, разрезы и спецификация (при отсутствии типовой)	1:50, 1:100
1 219 206	Планы с указанием границ затопленных выработок, барьерных целиков около них и границ безопасного ведения горных работ	1:2000, 1:5000, 1:10 000



ТАБЛИЦА 15

КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗДЕЛА «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА ПОВЕРХНОСТИ»

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 221 000	<b>Технологический комплекс на поверхности</b>	
1 221 000	Для горных предприятий всех типов	
1 221 001	Ситуационный план сооружений технологического комплекса поверхности	1:500, 1:1000
1 221 002	Разрезы к ситуационному плану	1:200, 1:500
1 221 003	Монтажные чертежи узлов технологического комплекса. Планы и разрезы	1:50, 1:100, 1:200
1 221 004	Чертежи погрузочных и разгрузочных устройств	1:50, 1:100
1 221 005	Схема цепи аппаратов	Без масштаба
1 222 000	<b>Ремонтно-складское хозяйство и вспомогательные цехи</b>	
1 222 100	Для открытого способа разработки	
1 222 101	Принципиальная схема силовых цепей и цепей управления испытательной станции	То же
1 222 102	Принципиальная схема технологических трубопроводов	»
1 222 103	Экипировочное депо и пункт техосмотра вагонов. План расположения оборудования, разрезы	1:200
1 222 104	Склад горюче-смазочных материалов с топливозаправочным пунктом. План расположения оборудования	1:200
1 222 105	Тракторно-бульдозерная база. План расположения оборудования	1:200
1 222 106	Гараж-стоянка автотранспорта. План здания и разрез	1:200
1 222 107	Монтажно-путевой двор со звеносборочной базой. План расположения оборудования, разрез	1:200
1 222 200	Для подземного способа разработки	
1 222 201	План гаража автотракторного транспорта. Планировка оборудования	1:100, 1:200
1 222 202	Планировка склада крепежных материалов	1:200, 1:500
1 222 203	Чертежи ремонтно-механических мастерских	1:100, 1:200
1 222 204	Чертежи электромеханических мастерских	1:100, 1:200

ТАБЛИЦА 16

КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 301 000	<b>Электроснабжение и электрооборудование</b>	
1 301 000	Для горных предприятий всех типов	
1 301 001	Схема-план внешнего электроснабжения горного предприятия (на общем ситуационном плане)	Без масштаба
1 301 002	План и разрезы главных понизительных подстанций с напряжением 35 кВ и выше	1:200
1 301 003	Однолинейная схема электрических соединений указанием размещения релейных защит, автоматики и измерительных приборов (для подстанций напряжением 35 кВ и выше)	Без масштаба

Продолжение таблицы 16

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 301 004	Принципиальная схема релейной защиты силовых трансформаторов (для подстанций напряжением 35 кВ и выше)	То же
1 301 005	План трассы ВЛ с согласованиями (для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше)	1:2000, 1:5000
1 301 006	Профиль трассы с предварительной расстановкой опор (для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше)	Горизонтальный: 1:2000, 1:5000 Вертикальный: 1:200, 1:500
1 301 007	Принципиальная схема плавки гололеда на проводах и трассе ВЛ (для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше)	Без масштаба
1 301 008	Принципиальная схема электроснабжения горных работ	То же
1 301 009	План силовых сетей напряжением 6 кВ в карьере (шахте)	1:5000, 1:10 000
1 301 010	Принципиальная схема электроснабжения промплощадки	Без масштаба
1 301 011	Планы силовых и осветительных сетей промплощадки	1:500
1 302 000	<b>Автоматизация технологических процессов</b>	
1 302 000	Для горных предприятий всех типов	
1 302 001	Структурные функциональные схемы управления и технологического контроля автоматизируемых объектов	Без масштаба
1 302 002	Схема потока добычи и блокировочных зависимостей для технологического комплекса	То же
1 302 003	Принципиальные схемы управления для каждого объекта (в случае нетиповых решений)	»
1 303 000	<b>Пневматическое хозяйство</b>	
1 303 200	Для подземного способа разработки	
1 303 201	Схема подземной и поверхностной воздухопроводной сети с размещением механизмов (план сети, спецификации)	»
1 303 202	Камеры маслоотводителей (план и разрезы)	1:50, 1:100
1 303 203	Перфораторная камера (план и разрезы)	1:50, 1:100
1 303 204	Компрессорная станция (план, разрез) с размещением оборудования и спецификацией механической и электрической частей	1:100

ТАБЛИЦА 17  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 401 000	<b>Архитектурно-строительные решения</b>	
1 401 001	Общие проекции и схемы надшахтных сооружений (надшахтных копров, башенных копров, надшахтных и машинных зданий и др.)	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 002	Общие проекции и схемы специальных зданий и сооружений (бункеров, шахтных складов, подъемников, конвейерных галерей и др.)	1:100, 1:200, 1:400, 1:500



Продолжение таблицы 17

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 401 003	Общие проекции и схемы инженерных сооружений общепромышленного значения на промплощадках шахт и карьеров (мостов, путепроводов, тоннелей, резервуаров и др.)	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 004	Общие проекции и схемы вспомогательно-производственных зданий	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 005	Общие проекции и схемы зданий	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 006	Общие проекции и схемы зданий административно-бытового назначения	1:100, 1:200
1 402 000	<b>Водоснабжение и канализация</b>	
1 402 001	Трассы внешних магистральных сетей и узлов сооружений (указываются на ситуационном плане)	1:5000, 1:10 000, 1:25 000
1 402 002	Трассы внутриплощадочных сетей и местоположение сооружений (указываются с диаметрами и длинами трубопроводов на сводном плане инженерных сетей)	1:500, 1:1000, 1:2000
1 402 003	Планы сооружений в одну линию или паспорта применяемых типовых проектов	1:100, 1:200
1 402 003	<b>Примечание.</b> При реконструкции шахт на ситуационном плане инженерных сетей показываются существующие и проектируемые сети и сооружения	
1 403 000	<b>Внутренние водопровод, канализация, отопление и вентиляция</b>	
1 403 000	Горные предприятия всех типов	
1 403 001	Планы основных производственных зданий с нанесением на них в одну линию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, водопровода и канализации	1:50, 1:100
1 404 000	<b>Теплоснабжение</b>	
1 404 000	Горные предприятия всех типов	
1 404 001	План и основной разрез с указанием основного оборудования калориферной	1:50, 1:100, 1:200
1 404 002	Трассы тепловых сетей (указываются на сводном плане инженерных сетей)	1:100, 1:200, 1:500, 1:1000

ТАБЛИЦА 18  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА  
«ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И ТРАНСПОРТ»

Индекс	Наименование части проекта и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 500 000	<b>Генеральный план и транспорт</b>	
1 500 000	Для горных предприятий всех типов	
1 500 001	Ситуационный план района	1:5000, 1:10 000, 1:25 000
1 500 002	Генеральный план промплощадки с указанием: а) привязки строительной сетки к геодезическому обоснованию	1:5000, 1:10 000, 1:25 000

Продолжение таблицы 18

Индекс	Наименование части проекта и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 500 003	б) вертикальной планировки площадки строительства в проектных (красных) горизонталях в) размещения промышленных и бытовых зданий и сооружений и их блокировки г) размещения искусственных сооружений водоотвода д) внутриплощадочных проездов с координацией основных проездов е) инженерных коммуникаций на промплощадке ж) озеленения промплощадки Продольные профили подъездного железнодорожного пути	1:500, 1:1000, 1:2000  Горизонтальный: 1:5000, 1:10 000 Вертикальный: 1:500, 1:1000
1 500 004	План железнодорожных станций	1:1000, 1:2000
1 500 005	План железнодорожной станции, примыкающей к путям МПС	1:500, 1:1000, 1:2000
1 500 006	Характерные поперечные профили	1:100, 1:200
1 500 007	Планы и схемы отдельных нетиповых сооружений и узлов транспорта и искусственных сооружений	1:100, 1:200
1 500 008	Схематический план станций и сигнализация	Без масштаба
1 500 009	Таблица маршрутов	—

ТАБЛИЦА 19  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВОМ»

Индекс	Наименование разделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 601 000	<b>Система управления производством</b>	
1 601 001	Скелетная схема диспетчерской службы	Без масштаба
1 601 002	Скелетная схема диспетчеризации	То же
1 601 003	Расположение оборудования в помещении диспетчера горного предприятия	1:50
1 601 004	Принципиальная схема диспетчеризации	Без масштаба
1 602 000	<b>Связь и сигнализация</b>	
1 602 001	Скелетная схема производственно-технологической и диспетчерской связи	То же
1 602 002	Скелетная схема комплексной телефонной связи	»
1 602 003	Схема внешних линий связи	»
1 602 004	Планы телефонных сетей на промплощадке и в шахте (разрезы), совмещенные с генпланами промплощадок и положениями горных работ	1:500, 1:1000, 1:200, 1:5000



## § 2. Комплектность маркшейдерско-геологических чертежей

В основу индексации маркшейдерско-геологических чертежей положена классификация чертежей, принятая в технической инструкции по производству маркшейдерских работ. Принятая индексация для маркшейдерско-геологических чертежей ни в коем случае не может заменить номенклатуру планов и карт. Классификация и индекса-

ция маркшейдерско-геологических чертежей приведена на рис. 257.

В комплект чертежей земной поверхности каждого горного предприятия должны входить чертежи, указанные в табл. 20.

В комплект чертежей горных выработок горных предприятий должны входить чертежи, указанные в табл. 21.

ТАБЛИЦА 20  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)	Высота сечения рельефа, м
211 000	<b>Рельеф и ситуация земной поверхности</b>		
211 001	План земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия	1:1000, 1:2000, 1:5000	0,5; 1,0; 0,5 1,0; 2,0; 1,0 1,0; 5,0
211 002	План застроенной части земной поверхности (города, поселка)	1:2000, 1:5000	0,5; 1,0
211 003	План промплощадки	1:500, 1:1000	0,25; 0,5 0,5
211 004	План породных отвалов (для карьеров и приисков)	1:2000, 1:5000	—
211 005	Планы участков земной поверхности, отведенных под склады полезного ископаемого или хранилища отходов обогатительных фабрик	1:200, 1:500, 1:1000	0,25 0,25; 0,50 0,50
211 006	Картограмма расположения планшетов съемки земной поверхности	1:10 000, 1:25 000	
212 000	<b>Опорная и съемочная сети</b>		
212 001	План расположения пунктов маркшейдерской опорной и съемочной сети на земной поверхности	1:5000, 1:10 000, 1:25 000	— — —
212 002	План расположения пунктов разбивочной сети, осевых пунктов разбивочной сети и осевых пунктов шахтных стволов	1:200, 1:500, 1:1000	— — —
212 003	Кроки и схемы конструкции реперов и пунктов	Без масштаба	—
213 000	<b>Отводы горного предприятия</b>		
213 001	План горного и земельного отводов горного предприятия и разрезы к ним	1:1000, 1:2000, 1:5000	— — —

**Примечания:**

1. При составлении плана земной поверхности полигонов (211 001) для приисков обязателен масштаб 1:2000, в случае необходимости разрешается дополнительно составлять план 211 001 в масштабе 1:10 000 или 1:25 000.

2. При большом числе устьев скважин (различного назначения) на земной поверхности (Подмосковный угольный бассейн) разрешается их на плане 211 001 не изображать. В этом случае дополнительно должен составляться план расположения устьев скважин на земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия.

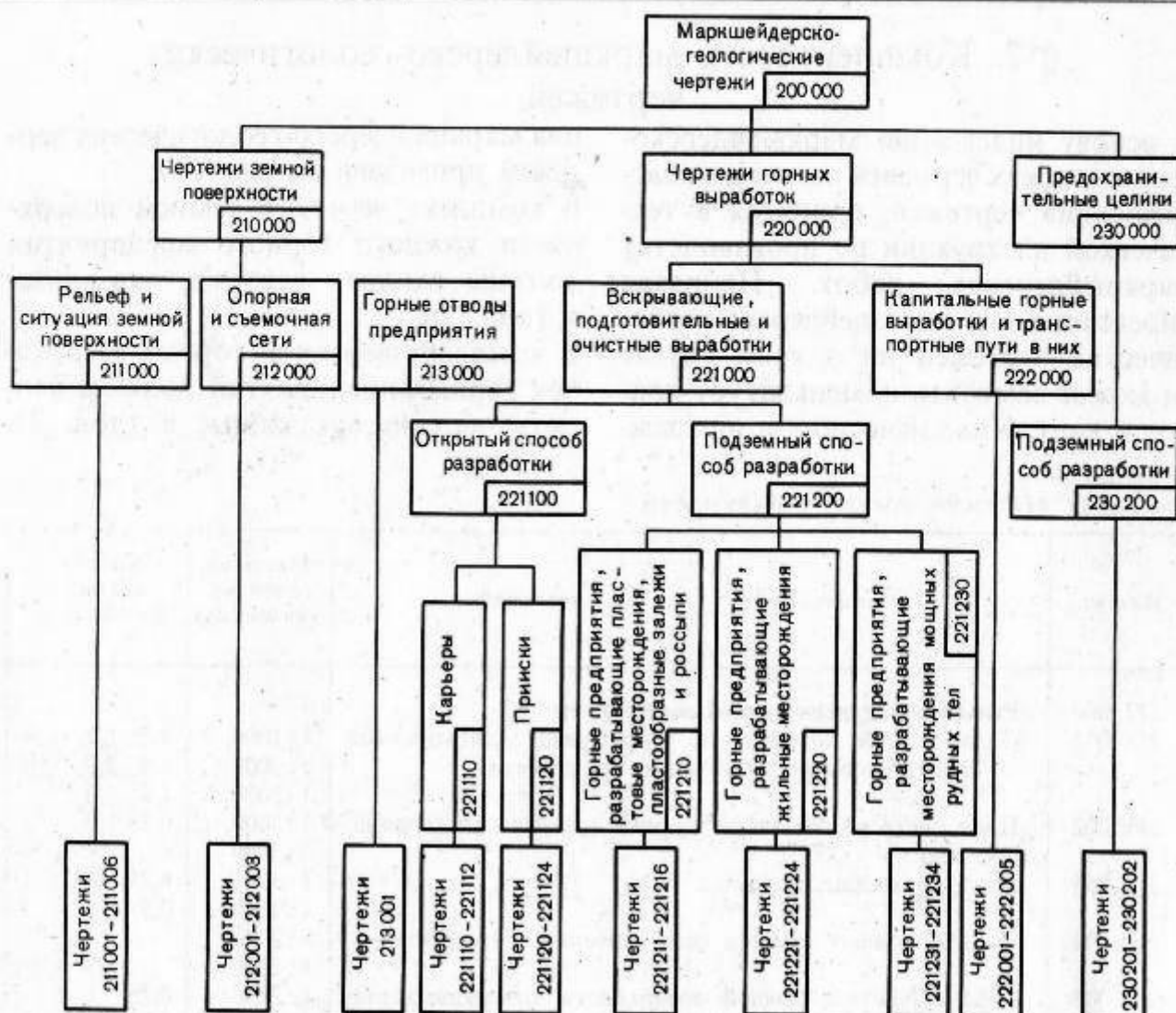


РИС. 257. КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ТАБЛИЦА 21  
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
221 000 221 100	<b>Вскрытие, подготовка и разработка месторождения</b> Для открытого способа разработки	
	<i>Карьеры</i>	
221 110	Планы горных выработок по горизонтам горных работ	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000
221 111	Разрезы горных выработок (вкост простираия пласта или по поперечным направлениям, приуроченным к разведочным линиям)	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000
221 112	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок	1 : 10 000, 1 : 25 000



Продолжение таблицы 21

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
	<i>Прииски</i>	
221 120	Планы горных выработок полигонов	1:2000
221 121	Оперативные планы горных выработок полигонов	1:500, 1:1000
221 122	Разрезы горных выработок полигонов (поперек и вдоль россыпи), приуроченных к разведочным линиям	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000 Вертикальный: в 10 раз крупнее горизонтального
221 123	Вертикальные разрезы по направлению подвигания фронта работ	1:500, 1:1000
221 124	Картограмма расположения планшета съемки горных выработок полигонов	1:10 000, 1:25 000
221 200	Для подземного способа разработки	
221 210	<i>Горные предприятия, разрабатывающие пластовые месторождения, пластообразные залежи и россыпи</i>	
221 211	Планы горных выработок по каждому пласту, пластообразной залежи независимо от углов их падения и мощности	1:1000, 1:2000
221 212	Планы горных выработок по каждому слою при разделении мощных пластов на слои, параллельные напластованию	1:1000, 1:2000
221 213	Проекция горных выработок на вертикальную плоскость по каждому пласту с углами падения 60° и более	1:1000, 1:2000
221 214	План горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ при разработке свиты крутых пластов	1:2000, 1:5000
221 215	Разрезы вкрест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1:1000, 1:2000
221 216	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по пластам	1:1000
221 220	<i>Горные предприятия, разрабатывающие жильные месторождения</i>	
221 221	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ	1:1000, 1:2000
221 222	Проекция горных выработок на вертикальную плоскость по каждой жиле	1:1000, 1:2000
221 223	Разрезы вкрест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1:1000, 1:2000
221 224	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по основным (транспортным) горизонтам	1:5000
221 230	<i>Горные предприятия, разрабатывающие месторождения мощных рудных тел</i>	
221 231	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ	1:1000; 1:2000
221 232	Планы горных выработок по каждому горизонту очистного блока	1:500, 1:1000
221 233	Поперечные и продольные разрезы по блокам и проекция на вертикальную плоскость	1:500, 1:1000, 1:2000
221 234	Картограмма расположения планшетов горных выработок по основным (транспортным) горизонтам	1:5000, 1:10 000

Продолжение таблицы 21

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
222 000	<b>Капитальные горные выработки и транспортные пути в них</b>	
222 001	Для горных предприятий всех типов	1 : 200, 1 : 500
222 002	Разрезы по вертикальным и наклонным шахтным стволам	Вертикальный: 1 : 100, 1 : 200
	Профили стенок и армировки шахтных стволов	Горизонтальный: 1 : 10, 1 : 20
222 003	Планы околоствольных горных выработок	1 : 500
222 003	Планы дренажных горных выработок (для карьеров)	1 : 1000, 1 : 2000
222 004	Продольные профили рельсовых путей в откаточных горных выработках (для шахт)	Горизонтальный: 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000
		Вертикальный: 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200
222 004	Продольные профили железнодорожных, автомобильных, троллейвозных и подвесных канатных дорог (для карьеров)	Горизонтальный: 1 : 2000
		Вертикальный: 1 : 200
222 005	Продольные профили руслоотводных, водозаводных и других капитальных траншей и канав (для приисков)	Горизонтальный: 1 : 1000
		Вертикальный: 1 : 100
230 000	<b>Предохранительные целики</b>	
230 200	Для подземного способа разработки	
230 201	Планы и разрезы к расчету предохранительных целиков под зданиями, сооружениями и природными объектами	Не мельче 1 : 2000; для протяженных объектов не мельче 1 : 10 000
230 202	Барьерные целики между шахтными полями с указанием границ безопасного ведения горных работ у затопленных горных выработок	Не мельче 1 : 2000

Примечание. При необходимости на основе планов горных выработок по горизонтам горных работ составляются сводный план горных выработок в масштабе 1 : 1000, 1 : 2000 или 1 : 5000.

### § 3. Комплектность эксплуатационно-технологических чертежей

В основу классификации эксплуатационно-технологических чертежей положены способ разработки месторождений и технология производственных процессов. На эксплуатационно-технологических чертежах отображают состояние горных работ.

В комплект эксплуатационно-технологических чертежей (рис. 258) каждого горного предприятия, разрабатывающего твердое полезное ископаемое, в зависимости от способа разработки должны входить чертежи, указанные в табл. 22.



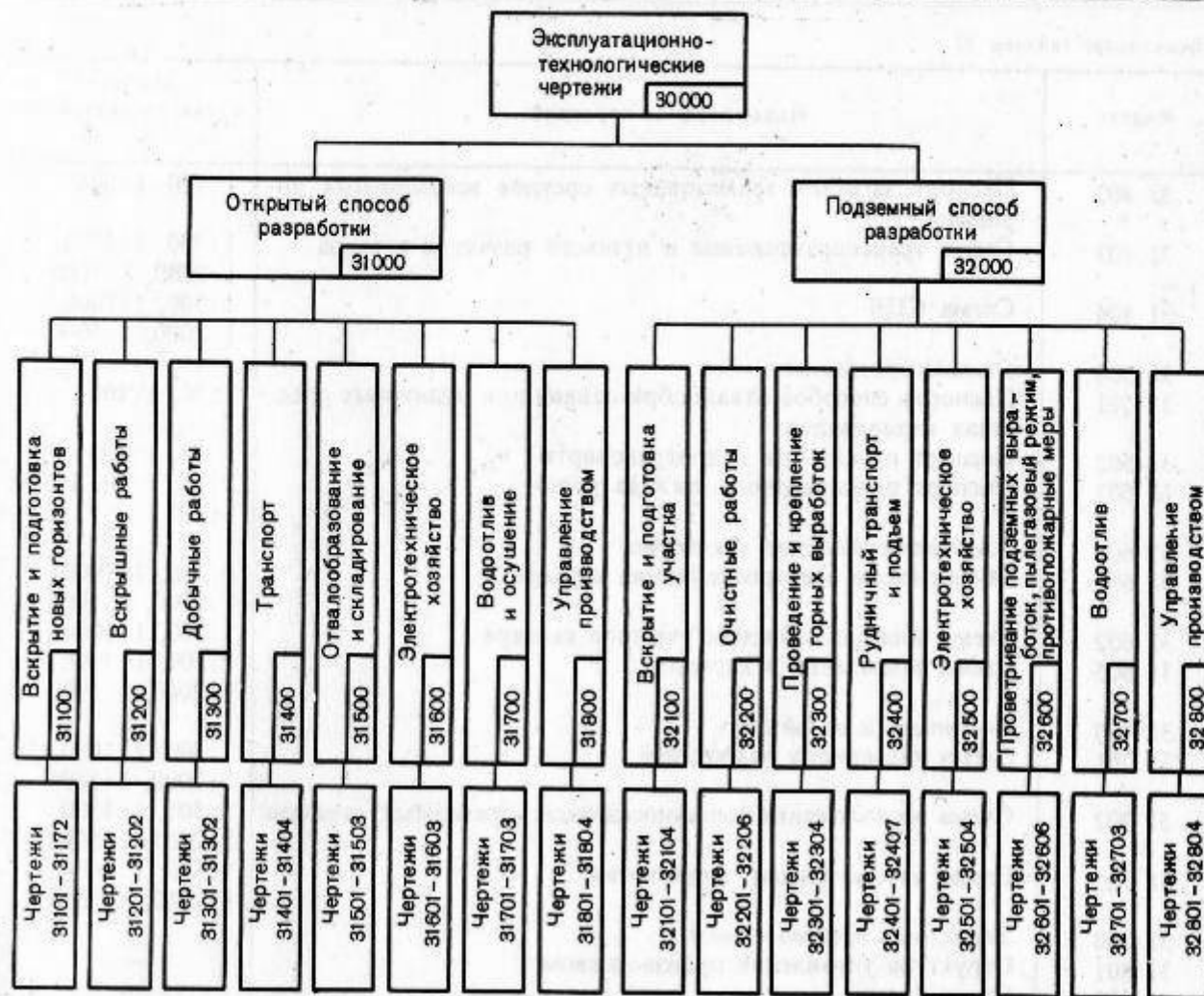


РИС. 258. КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ТАБЛИЦА 22  
КОМПЛЕКТ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
31 100 31 100	Для открытого способа разработки Вскрытие и подготовка новых горизонтов	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
31 101 31 102	Паспорта проведения траншей буровзрывным способом Паспорта проведения траншей экскаваторным способом	1 : 50, 1 : 200, 1 : 500 1 : 25, 1 : 50, 1 : 200, 1 : 500
31 200	<i>Вскрышные работы</i>	
31 201	Типовой проект буровзрывных работ во вскрышных забоях	1 : 25, 1 : 50
31 202	Паспорта забоев вскрышного экскаватора	1 : 50, 1 : 100, 1 : 200
31 300	<i>Добычные работы</i>	
31 301	Типовой проект буровзрывных работ в добычных забоях	1 : 50, 1 : 200
31 302	Паспорта добычных забоев	1 : 50, 1 : 100, 1 : 200
31 400	<i>Транспорт</i>	
31 401	Паспорт загрузки сырой руды в транспортные сосуды	1 : 50, 1 : 100, 1 : 200

Продолжение таблицы 22

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
31 402	Паспорт загрузки транспортных сосудов вскрышными породами	1:100, 1:200
31 403	Схема транспортирования и путевого развития карьера	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 404	Схема СЦБ	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 500	<i>Отвалообразование</i>	
31 501	Паспорта способов отвалообразования при рудничных средствах механизации	1:50, 1:100
31 502	Паспорт отвала при гидротранспорте	1:50, 1:100
31 503	Паспорт прикарьерного склада руды	1:25, 1:50, 1:100, 1:200
31 600	<i>Электротехническое хозяйство</i>	
31 601	Общая схема электроснабжения карьера	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 602	Схема электроснабжения участков карьера	1:500, 1:1000
31 603	Схема заземления в карьере	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 700	<i>Водоотлив и осушение</i>	
31 701	Схема карьерного водоотлива	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 702	Схема расположения водопонижающих (дренажных) скважин	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 703	Схема автоматизации водоотлива	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 800	<i>Управление производством</i>	
31 801	Структура управления производством	—
31 802	Схема связи	—
31 803	Схема диспетчерского управления	—
31 804	Схема централизованного управления механизмами	—
32 100	Для подземного способа разработки	
32 100	<i>Вскрытие и подготовка участка</i>	
32 101	Проект вскрытия участка	1:1000, 1:2000
32 102	Схема подготовки участка	1:1000
32 103	Календарные планы развития горных работ (годовые)	1:1000
32 104	Календарные планы развития горных работ (пятилетние)	1:1000, 1:2000
32 200	<i>Очистные работы</i>	
32 201	Система разработки	1:500
32 202	Технологическая схема комплексной механизации очистных работ	1:1000, 1:2000
32 203	Паспорт управления кровлей и крепления очистной выработки	1:50
32 204	Паспорт буровзрывных работ в очистном забое	1:50
32 205	Паспорт крепления сопряжения очистной выработки (лавы) со штреком	1:25, 1:50
32 206	Проект погашения целиков	1:1000
32 300	<i>Проведение и крепление горных выработок</i>	
32 301	Технологические схемы комплексной механизации проведения горных выработок	1:100
32 302	Паспорт крепления подготовительных выработок	1:50
32 303	Паспорт буровзрывных работ при проведении подготовительных выработок	1:50



Продолжение таблицы 22

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
32 304	Проект восстановления или капитального ремонта горных выработок	1:50
32 400	<i>Рудничный транспорт и подъем</i>	
32 401	Схема транспорта полезного ископаемого, материалов и оборудования	1:1000, 1:2000
32 402	Схема главных откаточных путей внутришахтного транспорта	1:1000, 1:2000
32 403	Схема конвейерного транспорта шахты (панелей, этажей, участков)	1:1000
32 404	Схемы автоматизированного управления внутренним транспортом (конвейерными линиями, лебедками и электровозами на погрузочных пунктах)	1:1000
32 405	Схема транспорта закладочного материала	1:1000
32 406	Схема гидротранспорта (на гидрошахтах)	1:1000
32 407	Схема водоводов высокого давления (на гидрошахтах)	1:1000
32 408	Схема транспорта полезного ископаемого, материалов и оборудования на поверхности	1:1000
32 409	Схема транспорта породы на поверхности и расположения породных отвалов	1:5000, 1:10 000
32 410	Паспорт подъемной машины (лебедки) и редуктора	Без масштаба
32 411	Детальная схема тормозного устройства	То же
32 412	Коммутационная схема подъемной машины	»
32 413	Схема парашютных устройств	»
32 500	<i>Электротехническое хозяйство</i>	
32 501	Общая принципиальная схема подземного электроснабжения шахты	»
32 502	Схема подземной кабельной сети, нанесенной на план горных работ каждого пласта, горизонта с указанием расположения электрооборудования	1:1000, 1:2000
32 503	Схема электроснабжения участка, нанесенная на план горных работ	1:1000
32 504	Схема заземляющей сети в шахте	Без масштаба
32 600	<i>Проветривание подземных выработок, пылегазовый режим, противопожарные мероприятия</i>	
32 601	План ликвидации аварий, включающий в себя: а) вентиляционный план б) план поверхности шахтного (рудничного) поля	1:2000, 1:5000 1:2000, 1:5000 1:10 000
32 602	в) схему электроснабжения Вентиляционные планы и схемы вентиляционных соединений шахт в аффинных и аксонометрических проекциях	Без масштаба 1:2000, 1:5000
32 603	Схема дегазаций	1:1000, 1:2000
32 604	Совмещенная схема противопожарного водопровода и водопровода для орошения с целью пылеподавления с указанием всех пунктов переключения трубопроводов	1:1000, 1:2000
32 605	Схема нагнетания воды в пласт для пылеподавления и других целей	1:100, 1:200
32 606	Схема пульпопроводов (для заилвки)	1:1000, 1:2000
32 700	<i>Водоотлив</i>	
32 701	Схема водоотлива (главного и участковых)	1:1000

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальнейшее развитие техники и технологии горного производства в черной и цветной металлургии, угольной и горно-химической промышленности, промышленности строительных материалов требует совершенствования графического аппарата, применяемого при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий.

Основные направления этого совершенствования:

максимальная унификация принципов выполнения графической документации;

разработка и регламентация наиболее выразительных и наименее трудоемких по выполнению графических обозначений и условных знаков;

разработка графических методов решения горно-технологических и организационно-экономических задач;







дальнейшая механизация и автоматизация процесса выполнения горных чертежей, особенно чертежей, отличающихся большой сложностью построений.

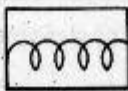
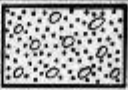



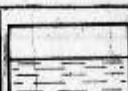
Успешное решение этих задач обеспечит повышение качества проектирования и культуры ведения горных работ, улучшит условия для обмена информацией и будет способствовать совершенствованию горного образования.






# ПРИЛОЖЕНИЯ

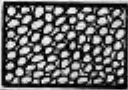
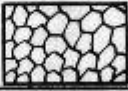

ПРИЛОЖЕНИЕ 1  
ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Материалы	Условное обозначение
1. Металлы	
2. Неметаллические материалы, за исключением указанных ниже	
3. Древесина:	
а) поперек волокон	 
б) вдоль волокон	
4. Фанера	
5. Ксилолит, плиты древесно-стружечные, древесно-волокнистые, столярные	

Материалы	Условное обозначение
6. Волокнистые материалы (вата, стекловата, войлок и т. п.)	
7. Бетон:	
а) неармированный	
б) армированный	
8. Кладка из кирпича	
9. Стекло и другие прозрачные материалы	
10. Жидкость	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
ОБЩИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СЕЧЕНИЯХ

Наименование	Обозначение
Массив скальных горных пород (вскрышных, вмещающих)	
Полезное ископаемое в массиве	
Мягкие и сыпучие горные породы	

Наименование	Обозначение
Разрушенное полезное ископаемое	
Разрушенные (обрушенные) горные породы	
Дневная поверхность	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГРУПП МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Условное обозначение	
	черно-белое	цвет
1. Группа пород нормального ряда:		
а) кислого состава		Красный
б) среднего состава		Оранжевый
в) основного состава		Зеленый
г) ультраосновного состава		Фиолетовый
2. Группа пород щелочного ряда:		
а) сиенит-трахиты		Оранжевый
б) фельдшпатоидные сиенит-фонолиты		Оранжевый и черный
в) щелочные габброиды, щелочные базальтоиды		Коричневый

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Буквенное обозначение
1. Породы интрузивные и породы, залегающие в форме жил и малых интрузий (по составу):	
а) кислые	γ
б) средние	δ
в) основные	ε

Название	Буквенное обозначение
г) ультраосновные	σ
д) сиениты-трахиты	ξ
е) фельдшпатоидные сиенит-фонолиты	ε
ж) щелочные габброид-щелочные базальтоиды	η



Продолжение приложения 4

Название	Буквенное обозначение	Название	Буквенное обозначение
2. Разновидности интрузивных пород: а) гранодиорит б) гранит роговообманковый в) гранит биотитовый г) диорит д) диорит кварцевый е) норит ж) анортозит з) монзонит и) перидотит к) пироксенит л) дунит м) сиенит н) граносиенит о) сиенит нефелиновый п) хибинит р) миссурит с) шокинит т) эссексит	$\gamma\delta$ $\gamma_h$ $\gamma_b$ $\delta$ $\delta q$ $v_{ky}$ $v_f$ $v_\xi$ $\sigma$ $\sigma_{py}$ $\delta_{cr}$ $\xi$ $\gamma\xi$ $\epsilon_u$ $\eta_n$ $\eta_a$ $\eta_{ny}$	5. Породы эффузивные: а) кислые б) средние в) основные г) ультраосновные д) сиенит-трахиты е) фельдшпатоидные сиенит-фонолиты ж) щелочные и габброид-щелочные базальтоиды з) дациты и) стекловатые породы	$\lambda$ $\alpha$ $\beta$ $\omega$ $\tau$ $v$ $\phi$ $\xi$ $v$
3. Породы, залегающие в форме жил и малых интрузий (по основным структурным особенностям): а) порфиры б) порфириты в) лампрофиры г) пегматиты д) аплиты и микроразности пород	$\pi$ $\mu$ $\chi$ $\rho$ $i$	6. Разновидности эффузивных пород: а) кератофир кварцевый б) комендит в) андезит роговообманковый г) диабаз д) кератофир е) ортофир ж) трахит биотитовый з) фонолит лейцитовый и) порода мелилитовая базальтоидная к) лимбургит л) фельзит м) стекло липаритовое н) гиалобазальт	$\lambda\mu_{ab}$ $\lambda_{ae}$ $\alpha_h$ $\beta_a$ $\tau\mu_{ab}$ $\tau\mu_a$ $\tau_b$ $v_e$ $\phi_{me}$ $\phi_{ov}$ $v_\gamma$ $v_\lambda$ $v_\beta$
4. Разновидности пород, залегающих в форме жил и малых интрузий: а) гранит-порфир б) гранит-аплит в) пегматит гранитный г) габбро-пегматит д) диорит-порфирит е) минетта ж) спессартит	$\gamma\pi$ $\gamma_i$ $\gamma\rho$ $\gamma\rho$ $\delta\mu$ $\xi\chi$ $\delta\chi$	7. Возраст пород: а) граниты верхнемеловые б) гранит-порфиры среднекарбоновые	$\gamma_{cr_3}$ $\gamma\pi_{c_2}$
		8. Субфаза внедрения пород: а) первая б) вторая в) третья	$\gamma^1 c_{r_3}$ $\gamma^2 c_{r_3}$ $\gamma^3 c_{r_3}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5  
ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Продолжение приложения 5

Название	Условное обозначение	Название	Условное обозначение
1. Породы обломочные рыхлые:		алевропелит	
слой почвенно-растительный			
щебень (100 мм и менее)		2. Породы карбонатные:	
глыбы (100 мм и более)		известняк	
валуны (100 мм и более)		мергель	
галечник (10—100 мм)		доломит	
гравий (2—10 мм)		мука доломитовая	
дресва		магнезит	
песок грубо-, крупнозернистый (0,5—2 мм)		мел, породы мелоподобные	
песок среднезернистый (0,2—0,5 мм)		3. Породы кремнистые:	
песок тонко-, мелкозернистый (0,1—0,2 мм)		трепел	
алеурит (0,01—0,10 мм)		спонголит	
лёсс		яшма	
глина		опока	
суглинки		конкреции кремнистые	
супесь		диатомит	
		кремний	



Продолжение приложения 5

Название	Условное обозначение
радиолярит	
гейзерит	
4. Породы соленосные:	
соль каменная	
соль сильвинитовая	
соль карналлитовая	
соль каунитовая	
соль лангбейнитовая	
соль полигалитовая	
соль гипсовая	
соль ангидритовая	
5. Породы углистые:	
торф	
уголь бурый	
антрацит, уголь каменный	
сапропелит	

Продолжение приложения 5

Название	Условное обозначение
6. Породы железистые:	
железняки бурые	
железняки красные	
сернисто-железистые	
сидеритовые	
шамозитовые	
фосфато-железистые	
джеспилиты (кварциты железистые)	
7. Породы марганцовистые:	
псиломелано-пирролюзитовые	
кварцево-пирролюзитовые	
карбонатно-опалородохрозитовые	
8. Породы глиноземистые:	
бокситы	
латериты	
9. Породы фосфоритовые	

ПРИЛОЖЕНИЕ 6  
ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Условное обозначение
1. Породы эпизоны:	
а) филлиты	
б) сланцы	
в) гнейсы	
2. Породы мезозоны:	
а) сланцы	

Название	Условное обозначение
б) гнейсы	
в) амфиболиты	
3. Породы катазоны:	
а) гнейсы	
б) гранулиты	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7  
ОБОЗНАЧЕНИЯ ОБВОДНЕННОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Условное обозначение	Цвет
1. Породы, подразделяемые по степени водоносности:		
а) водоупорные		Темно-желтый
б) водоносные		Синий
в) водопроницаемые сильно		»
г) водопроницаемые слабо		»

Название	Условное обозначение	Цвет
2. Уровень подземных вод:		
а) естественный		Синий
б) сниженный		»
3. Уровень подземных вод мерзлой толщи		»
4. Кривая депрессионная (пьезометрическая)		»







ПРИЛОЖЕНИЕ 8  
ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Название	Цвет условного обозначения
1. Руды металлические, содержащие: алюминий бериллий бор ванадий висмут  вольфрам железо золото кобальт  литий магний  марганец медь молибден мышьяк никель ниобий олово платину ртуть свинец серебро сурьму тантал титан торий уран хром цинк цирконий	Светло-желтый Фиолетовый Светло-оранжевый Серый Светло-изумрудно-зеленый Пурпурный Темно-синий Красный Светло-изумрудно-зеленый Желто-зеленый Светло-желто-зеленый Темно-пурпурный Зеленый Красный Желтый Зеленый Пурпурный Коричневый Оранжевый Красный Синий Светло-пурпурный Коричневый Пурпурный Светло-фиолетовый Синий Желто-зеленый Темно-зеленый Коричневый Оранжевый
2. Полезные ископаемые неметаллические: агат алмаз ангидрит апатит асбест  асфальт барит битум боксит бораты	Светло-пурпурный Красный Пурпурный Светло-зеленый Светло-желто-зеленый Серый Светло-синий Серый Коричневый Светло-лимонный

Продолжение приложения 8

Название	Цвет условного обозначения
воды промышленные гипс гранит керамический графит изумруд  кальцит оптический камень тальковый каолин слюда сода соль каменная сырье глиноземистое тальк топаз  флюорит фосфорит шпат полевой янтарь яшма	Фиолетовый  Серый Красный  Серый Зеленый Светло-синий  Желтый » Пурпурный Темно-синий Пурпурный Оранжевый  Желтый Светло-изумрудно-зеленый Фиолетовый Светло-синий Светло-желтый Желтый Темно-красный
3. Строительные материалы естественные: глина гравий каолин кварц кварцит пемза песок песчаник породы изверженные порода карналлитовая кварц керамический, стекольный кварц оптический корунд магнезит малахит нефелин нефрит  породы карбонатные	Изумрудно-зеленый Светло-лимонный Желтый Светло-красный Лимонный Коричневый Светло-лимонный Лимонный Синий  Светло-красный  Темный пурпурный  Светло-красный Светло-синий Синий Зеленый Светло-желто-зеленый Светло-зеленый  Светло-синий

Продолжение приложения 8

Название	Цвет условного обозначения
породы метаморфические трепел шпат полевой	Синий Оранжевый Светло-желтый
4. Каустобиолиты: газ нефть сланец горючий торф уголь бурый, каменный и антрацит	Светло-синий Коричневый Темно-желтый Коричневый  Серый
5. Руда железная:	
мартитовая богатая	 Темно-синий
краско-мартитовая	 То же
красковая	 »
глиноземистая	 »

Название	Цвет условного обозначения
магнетитовая	 Темно-синий
бурая	 »
сидеритовая	 »
6. Соль:	
каменная	 Пурпурный
новосадка	 То же
садка прежних лет	 »
корневая	 »
чугунка	 »
гранатка	 »

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9


БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД

Название объекта	Условный знак
1. Структура:	
а) аплитовая	<i>a</i>
б) апографическая	<i>ap</i>
в) графическая	<i>г</i>
г) диабазовая	<i>д</i>
д) долеритовая	<i>до</i>
е) крупнозернистая	<i>к</i>
ж) мелкозернистая	<i>м</i>
з) микрозернистая	<i>ми</i>

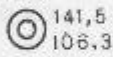



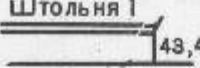


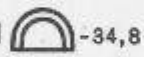






Название объекта	Условный знак
и) неравномернозернистая	<i>н</i>
к) солитовая	<i>о</i>
л) пегматоидная	<i>п</i>
м) реликтовая	<i>р</i>
2. Текстура:	
а) массивная	<i>м</i>
б) полосчатая	<i>п</i>
в) сланцевая	<i>с</i>
г) шлировая	<i>ш</i>



ПРИЛОЖЕНИЕ 10  
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
<p>Изображение горных выработок на плане</p> <p>1. Ствол вертикальный:</p> <p>а) круглого сечения</p> <p>б) прямоугольного сечения</p> <p>б) эллиптического сечения</p>	<p>Ств. 5 к.л.  124,7 -175,3 -190,0</p> <p>Ств. сл. 2 вент.  146,7 -132,0</p> <p>Ств. 1 скип.  185 -322 -564 -584</p>	<p>Высотные отметки: поверхностные — красного цвета; под- земные — синего цвета</p>
<p>2. Шурф эксплуатационный:</p> <p>а) круглого сечения</p> <p>б) прямоугольного сечения</p>	<p>Шф. 10 вент.  135,1 100,4</p> <p>Шф. 1 мат.  84,5 30,0</p>	<p>То же</p>
<p>3. Выработка с указанием крепи:</p> <p>а) горизонтальная</p> <p>б) наклонная</p> <p>в) вертикальная</p>	<p>Кв - г </p> <p>Уклон 12° </p> <p>Гез. 3  25,0 -126,5 -174,0</p>	<p>»</p>
<p>4. Выработка без указания крепи:</p> <p>а) горизонтальная</p> <p>б) наклонная</p> <p>в) ликвидированная</p>	<p>Штр. Северный </p> <p>Бр. - г  -200,0 ← 35°</p> <p></p>	<p>Высотные отметки— синего цвета</p>

Продолжение приложения 10





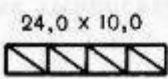
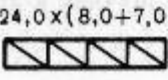
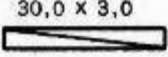
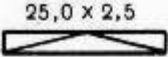
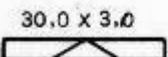
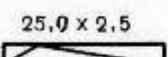

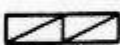


Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
<p>5. Устье скважины вертикальной:</p> <p>а) встретившей породный прослой</p> <p>б) встретившей полезное ископаемое</p> <p>Изображение горных выработок в проекции на вертикальную плоскость</p> <p>6. Выработки:</p> <p>а) вертикальная</p> <p>б) наклонная и крутая</p> <p>в) горизонтальная</p> <p>г) с законсервированной крепью</p> <p>д) с ликвидированной крепью</p>	<p>41-63   141,5 106,3</p> <p>45-65   147,4 111,3 103,7</p> <p>Ств. 5 124,5  </p> <p>Ств. 1 67,0  </p> <p>Штольня 1 43,4  </p> <p>v.70  </p> <p>v.70 x.71  </p>	<p>Высотные отметки: поверхностные — красного цвета; подземные — синего цвета</p> <p>Отметки — красного цвета</p>
<p>7. Сечение выработок:</p> <p>а) в плоскости проекций</p> <p>б) пересекающих плоскость разреза</p> <p>в) расположенных за плоскостью разреза</p> <p>г) расположенных перед плоскостью разреза</p>	<p>Кв-г1  -34,8</p> <p>Кв-г2  -145,2 </p> <p>Орт. 12  -113,8 </p> <p>Штр. 5  -151,2 </p>	<p>Отметки — синего цвета</p>



Продолжение приложения 10


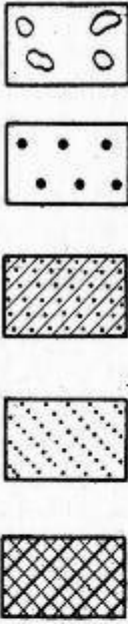

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание				
8. Крезь вертикальных выработок:		Отметки — синего цвета				
а) однослойная	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">На плане</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе			
На плане	На разрезе					
б) многослойная комбинированная	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">На плане</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе			
На плане	На разрезе					
в) анкерная	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">На плане</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе			
На плане	На разрезе					
9. Крезь горизонтальных и наклонных выработок:						
а) металлическая, бетонная кирпичная и др.	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">На плане</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе			
На плане	На разрезе					
б) штанговая (анкерная) без затяжки	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">На плане</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе			
На плане	На разрезе					
в) с затяжкой из огнестойкого материала	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">На плане</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе			
На плане	На разрезе					
10. Перемычка:						
а) с проемом						
б) глухая (изолирующая, вентиляционная, противопожарная)						
в) водоподпорная						
11. Расстрел						
12. Лестница						
13. Трубопровод						

Продолжение приложения 10

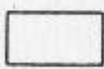
Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
14. Проводник: а) рельсовый б) коробчатый в) канатный г) деревянный	   	
15. Щит на плане и в проекции на вертикальную плоскость: а) секционный (жесткий) одинарный послойный б) секционный (жесткий) сдвоенный в) бессекционный (эластичный) г) параболический д) арочный е) Г-образный	     	
16. Щит на разрезе: а) секционный (жесткий) одинарный б) секционный (жесткий) сдвоенный в) бессекционный (эластичный) параболический, арочный, Г-образный	  	
17. Перекрытие над щитом в проекции на вертикальную плоскость: а) железобетонное		



Продолжение приложения 10













Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
б) деревянное		
18. Перекрытие над щитом на разрезе: а) железобетонное б) деревянное		
19. Выработанное пространство: а) с опорными целиками полезного ископаемого б) с штанговой (анкерной) крепью в кровле в) с закладкой г) с замагазинированным полезным ископаемым д) с обрушением покрывающих пород		Площадь фигур — лимонного цвета
20. Граница безопасности ведения горных работ	<u>Гр. безоп. вед.</u> <u>гор. работ</u>	Линия — красного цвета
21. Граница техническая		

Продолжение приложения 10
















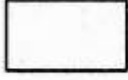
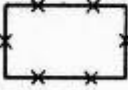
Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
22. Колонка структурная вынимаемого пласта:  а) без разделения на слои  б) с разделением на слои		Горные породы — согласно условным обозначениям
23. Изогипсы, изолинии  а) основные тонкие  б) основные утолщенные  в) половинные  г) дополнительные		Изогипсы кровли и почвы залежи — синего цвета
24. Залегание пород:  а) наклонное  б) горизонтальное  в) вертикальное  г) опрокинутое  д) простирание и падение залежи		
25. Целик		Лимонного цвета



Продолжение приложения 10

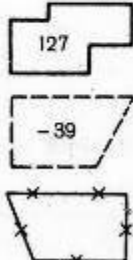

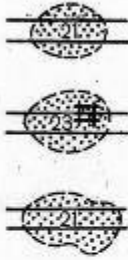
Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
26. Очаг: а) сульфидного выделения газа б) внезапного выброса газа и полезного ископаемого в) внезапного выброса газа и породы	1  7.III.68 H <sub>2</sub> S 5  10.II.68 CH <sub>4</sub> 5  10.V.68 CH <sub>4</sub>	Диаметры — красного цвета
27. Очаг взрыва: а) газа б) пыли в) газа и пыли	3  11.V.66 CH <sub>4</sub> 3  1.I.69 6  12.XI.67 CH <sub>4</sub>	Диаметры и два сектора — красного цвета Два сектора — красного цвета
28. Очаг проявления горного давления: а) микроудар б) горный удар	 1  22.I.67	Точка — красного цвета Площадь — красного цвета
29. Очаг самонагревания	4  3.V.67	Окружность — красного цвета
30. Очаг пожара: а) действующего б) ликвидированного	321  4.II.67 321  4.II.67 15.XI.67	Окружность — красного цвета
31. Очаг прорыва: а) пльвуна	11  14.III.66	Окружность — оранжевого, точки — красного цвета

Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
б) глины, заиловки	9  15.V.67	Окружность — темно-синего, точки — красного цвета
32. Место проникновения воды в горные выработки: а) просачивание воды б) усиленный приток воды	 1.I.68  2  9.V.68	Окружность и штрих — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета Окружность и стрелка — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета
33. Прорыв воды в горную выработку: а) из забоя б) из кровли в) из боков г) из подошвы д) ликвидированного	 8  2.I.69  7  3.IV.70  9  4.II.68  5  3.V.68  7  3.IV.70  10.II.71	Окружность, диаметр и стрелка — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета Окружность, точка, и стрелка — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета То же » »
34. Граница пожарного участка: а) действующего пожара б) ликвидированного пожара	 	Контурная линия красного цвета



Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
35. Граница зоны с повышенным горным давлением		Контурная линия — красного цвета
36. Граница участка: а) затопленного б) с предполагаемым скоплением воды в) осушенного после затопления		Контурная линия и цифры — темно-синего цвета
37. Граница участка, обработанного глинистой пульпой		Контурная линия — оранжевого цвета
38. Граница заиленных горных выработок при прорыве глины, пульпы		То же
39. Вывал (купол) в выработке на плане: а) незабученный б) забученный в) обработанный цементным раствором		Штриховая линия — красного цвета То же Штриховая линия — красного, площадь — серого цвета
40. Выработка подземная: а) заиленная б) расположенная под горящим отвалом на поверхности		Точки — оранжевого цвета Точки — красного цвета

## ПРИЛОЖЕНИЕ 11

## УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ МЕХАНИЗМОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

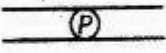
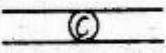
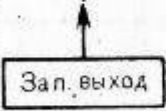
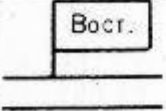



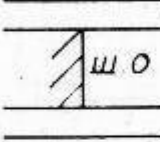
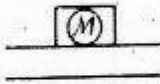
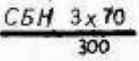
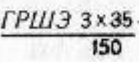
Название	Условные знаки	Примечание
1. Струя вентиляционная		Красный или синий цвет
2. Вентилятор стационарный	<p>ВУПД-28</p> <p>9700(11000) 110</p>	Стрелка — красного или синего цвета
3. Вентилятор местного проветривания временный	<p>СВМ-6</p> <p>220</p>	
4. Кроссинг типа «перекидной мост» общешахтный		
5. Кроссинг трубчатый участковый		
6. Дверь вентиляционная: а) закрытая б) с регулирующим окном в) открытая, противопожарная, водозаборная г) автоматическая	<p>ДМ-1</p> <p>Д</p> <p>М</p> <p>М А</p>	Площадь прямоугольников — цвет, принятый для материала перемычки по ГОСТ
7. Дверь решетчатая		
8. Парус вентиляционный		



Продолжение приложения II


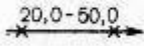


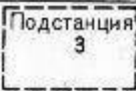



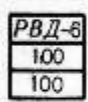
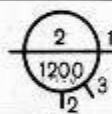
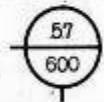
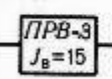
Название	Условные знаки	Примечание
9. Перемычка барьерная		
10. Место установки шпиргельной перемычки		
11. Перегородка вентиляционная продольная		
12. Труба вентиляционная:		
а) в общем виде		
б) с эжектором		
13. Заслон:		
а) сланцевый		
б) водяной		
14. Установка калориферная		
15. Обогреватель		
16. Установка холодильная		
17. Воздухоохладитель		
18. Гидрокалорифер		
19. Траншея воздухоподающая		
20. Станция замера количества воздуха		

Продолжение приложения 11

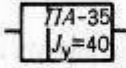




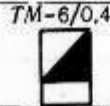








Название	Условные знаки	Примечание
21. Место хранения: а) респираторов б) самоспасателей	 	Окружность — красного цвета То же
22. Выход запасный		Прямоугольник — красного цвета
23. Граница реверсии вентилятора		
24. Место установки прибора автоматической сигнализации		Площадь круга — красного цвета
25. Место: а) загазования б) набора пробы воздуха	 	Площадь — красного цвета —
26. Забой очистной (лава)		Площадь частично закрашивается в черный цвет на чертежах, кроме маркшейдерских
27. Камера		Буква — красного цвета
28. Кабель: а) высоковольтный б) низковольтный	 	



Продолжение приложения 11











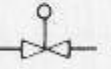
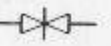
Название	Условные знаки	Примечание
29. Кабель с указанием потребителя электроэнергии		
30. Линия сети: а) освещения б) троллейной в) заземления или зануления	  	
31. Контур блока подстанции		
32. Величина: а) тока уставки максимального реле б) номинального тока плавкой вставки	 	
33. Подстанция передвижная трансформаторная подземная		
34. Устройство распределительное комплектное подземное		
35. Выключатель автоматический фидерный подземный		
36. Пускатель магнитный подземный		
37. Пускатель ручной подземный		

Продолжение приложения II







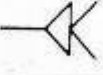
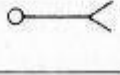
Название	Условные знаки	Примечание
38. Аппарат пусковой подземный		
39. Подстанция стационарная поверхностная		
40. Устройство распределительное стационарное поверхностное		
41. Подстанция передвижная трансформаторная поверхностная		
42. Пункт передвижной поверхностный (распределительный, приключательный, защиты)		
43. Подстанция трансформаторная на опоре		
44. Пост управления		
45. Выключатель масляный		
46. Устройство выпрямительное		
47. Разъединитель секторный		
48. Кабельный ящик		
49. Муфта кабельная:		
а) соединительная		
б) тройниковая		
50. Воронка кабельная		



Продолжение приложения 11

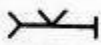














Название	Условные знаки	Примечание
51. Реле (как самостоятельный аппарат)	УПКИ 	
52. Светильник		
53. Ксеноновая лампа	ДКСТ 	
54. Прожектор		
55. Датчик	ДМТ-2 	
56. Заземление местное		
57. Ток короткого замыкания		
58. Кран пожарный (гайка Ротта)		
59. Колодец на сети с пожарным гидрантом		
60. Вышка с пожарным гидрантом		
61. Вентиль (клапан) запорный		
62. Задвижка:		
а) с электроприводом		
б) ручная		

Продолжение приложения 11

















Название	Условные знаки	Примечание
63. Клапан редукционный		
64. Заглушка		
65. Установка оросительная, дренажная, водяной завесы: а) ручная б) автоматическая	 	
66. Место орошения		
67. Место стояния: а) пеногенераторной установки б) оросительного, побелочного передвижного агрегата в) противопожарной автомашины, локомотива г) передвижного огнетушителя д) противопожарного поезда	    	
68. Место установки противопожарного насоса		
69. Огнетушитель ручной		
70. Форсунка оросительная		
71. Ствол противопожарный		



Продолжение приложения 11

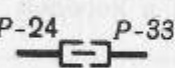

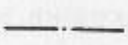



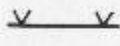
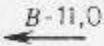



Название	Условные знаки	Примечание
72. Пика противопожарная		
73. Пункт хранения противопожарных материалов и оборудования		
74. Ящик с выкидным рукавом и пожарным стволом		
75. Место хранения материалов для закладки проема в перемычке		
76. Место подключения воздухопровода на подачу воды		
77. Место установки кожуха		
78. Установка пылеулавливающая	УПЗ-3 	
79. Электрофильтр	ЭПМ-55 	
80. Фильтр матерчатый		
81. Место установки средств связи: а) телефона б) пункта радиосвязи в) пункта телевидения	237   	
82. Водохранилище в горной выработке	 1000	
83. Вакуум-насос, установка вакуум-насосная: а) стационарная б) временная	 	

Продолжение приложения 11












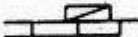
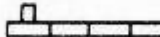

Название	Условные знаки	Примечание
84. Труба для отвода газа в атмосферу		
85. Устройство со специальным диффузором-смесителем для выпуска газа в подземную выработку		
86. Эжектор		
87. Герметизатор		
88. Устройство противозрывное, пламегаситель		
89. Индикатор метана		
90. Газоанализатор		
91. Вакуумметр		
92. Манометр		
93. Диффманометр		
94. Водомер		
95. Расходомер		
96. Газосчетчик		
97. Реле давления		
98. Диафрагма		
99. Водоотделитель		



Продолжение приложения 11















Название	Условные знаки	Примечание
100. Камера для бурения дегазационной скважины		
101. Путь узкоколейный рельсовый с границей настилки по типам рельсов		
102. Знак пикетный		
103. Ось рельсового пути		
104. Разминовка со стрелочным переводом: а) автоматическим б) ручным		
105. Путь узкоколейный рельсовый в наклонной выработке		
106. Круг поворотный		
107. Монорельсовая дорога		
108. Радиус закругления		
109. Направление уклона рельсового пути		
110. Направление движения составов с порожними вагонами		
111. Направление движения составов с загруженными вагонами: а) полезным ископаемым		

Продолжение приложения 11
















Название	Условные знаки	Примечание
б) породой		
в) полезным ископаемым и породой		
112. Откатка вагонов аккумуляторными электровозами, дизелевозами, гировозами		
113. Откатка вагонов контактными электровозами		
114. Откатка вагонов канатная: а) одноконцевая б) двухконцевая в) бесконечная	  	
115. Доставка скрепером		
116. Доставка конвейером: а) скреперным б) ленточным	 	
117. Конвейер ленточный с устройством для доставки людей		
118. Привод конвейера		
119. Устройство конвейера натяжное		
120. Подъем канатно-кресельный людской		



Продолжение приложения 11



Название	Условные знаки	Примечание
121. Место перегрузки с одного конвейера на другой		
122. Устройство сигнальное:		
а) световое		
б) звуковое		
123. Ниша		
124. Стопор		
125. Толкатель:		
а) верхнего действия		
б) нижнего действия		
126. Компенсатор высоты		
127. Барьер		
128. Установка для очистки вагонов		
129. Место для сцепки и расцепки вагонов		
130. Опрокидыватель		
131. Машина подъемная		
132. Лебедка:		
а) маневровая		

Продолжение приложения II





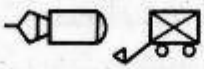
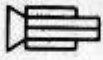

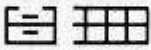
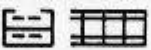
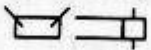
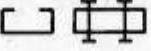
Название	Условные знаки	Примечание
б) скреперная		
в) посадочная		
г) подъемная		
д) кабельная		
133. Питатель		
134. Пункт погрузочный:		
а) стационарный		
б) временный		
в) автоматический		
135. Затвор секторный		
136. Путь рельсовый в горной выработке:		
а) освещенной		
б) с пучащейся почвой		
в) заниженной		
г) зауженной		
137. Место посадки в пассажирские поезда:		
а) персонала		
б) взрывников		





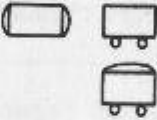

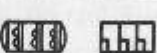




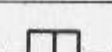
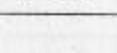



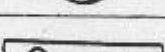
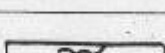

Продолжение приложения П

Название	Условные знаки	Примечание
138. Место стоянки пассажирского поезда		
139. Начало торможения		

ПРИЛОЖЕНИЕ 12  
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ИЛЛЮСТРАЦИИ ЧЕРТЕЖЕЙ И СХЕМ

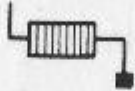



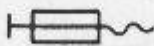

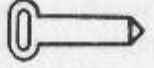








1	Угольный комбайн:  широкозахватный  узкозахватный	 а  б
2	Угольный комбайн для выемки в лоб уступа	
3	Угольный струг	
4	Погрузочная машина ковшовая	
5	Погрузочная машина с загребующими лапами	
6	Проходческий комбайн	
7	Одноцепной скребковый конвейер	
8	Двухцепной скребковый конвейер	
9	Ленточный конвейер	
10	Качающийся лоток	

Продолжение приложения 12












11	Электровоз контактный	
12	Электровоз аккумуляторный	
13	Вагонетки грузовые порожние. Вагонетки с грузом	
14	Вагонетки для леса	
15	Вагонетки для перевозки людей	
16	Забойный перегружатель	
17	Лебедка однобарабанная	
18	Лебедка двухбарабанная	
19	Подъемная машина однобарабанная	
20	Подъемная машина двухбарабанная	
21	Толкатель	
22	Опрокидыватель	
23	Осевой вентилятор	
24	Центробежный вентилятор	
25	Вентилятор местного проветривания с трубопроводом	
26	Вентилятор местного проветривания	
27	Вентилятор временный	



Продолжение приложения 12

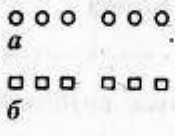

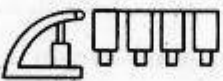
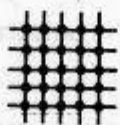



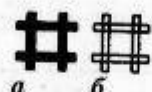
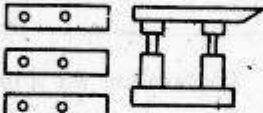



28	Центробежный насос	
29	Перекачной насос	
30	Компрессор	
31	Ручное электросверло	
32	Колонковое электросверло	
33	Пневмосверло	
34	Отбойный молоток	
35	Телефон	
36	Клеть	
37	Скип	
38	Бункер	
	Направление движения состава:	
	груженого	
	порожного	
39	Выработка, закрепленная деревом	
40	Выработка, закрепленная сборной железобетонной крепью	

Продолжение приложения 12.

41	Выработка, закрепленная монолитным бетоном	
42	Выработка, закрепленная металлическими арками	
43	Выработка, закрепленная анкерной крепью	
44	Отработка мощного крутого пласта наклонными слоями (порядок отработки показан стрелкой)	
45	Отработка мощного крутого пласта горизонтальными слоями (порядок отработки показан стрелкой)	
46	Отработка мощного крутого пласта поперечно-наклонными слоями (порядок отработки показан стрелкой)	
47	Очистной забой (лава)	
48	Послойная отработка мощного пласта	
49	Щитовой забой	
50	Камерный очистной забой	
51	Механизированный комплекс для добычи угля в камерном забое	



Продолжение приложения 12

52	Посадочная крепь: деревянные стойки; металлические стойки	
53	Анкерная крепь в очистном забое	
54	Механизированная передвижная крепь оградительного типа	
55	Металлическое гибкое перекрытие	
56	Индивидуальная крепь в очистном забое (дерево)	
57	Индивидуальная крепь в очистном забое (металл)	
58	Гидравлические стойки	
59	Костровая крепь: металлическая; деревянная	
60	Механизированная крепь поддерживающего типа	
61	Шнекобуровая выемочная машина	
62	Буро-сблочная машина	
63	Крепеукладчик	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 13

## УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ЭЛЕМЕНТОВ ГРАФИКОВ ЦИКЛИЧНОСТИ И ПЛАНОГРАММ

1 Зарубка лавы врубовой машиной		17 Посадка лавы, управление кровлей, обрушение кровли	
2 Спуск врубовой машины		18 Оборка забоя	
3 Выемка угля комбайном		19 Зачистка лавы	
4 Спуск комбайна		20 Срыв земника	
5 Работа струга		21 Возведение закладочного массива, закладка, выкладка бутовых полос	
6 Работа передвижчика		22 Возведение постоянной крепи	
7 Спуск передвижчика		23 Возведение временной крепи	
8 Осмотр и ремонт механизмов		24 Возведение органной крепи	
9 Погрузка угля на конвейер, выемка угля из ниш		25 Переноска крепи	
10 Выемка целиков		26 Ремонт крепи	
11 Бурение по углю		27 Разрядка крепи	
12 Бурение по породе		28 Возведение костров	
13 Взрывание по углю		29 Переноска костров	
14 Взрывание по породе		30 Установка кустов	
15 Бурение, зарядание, взрывание по углю и проветривание		31 Переноска кустов	
16 Бурение, зарядание, взрывание по породе и проветривание		32 Установка стоек ОКУ	
		33 Переноска стоек ОКУ	



Продолжение приложения 13

34	Настилка рельсовых путей		44	Балластировка пути	
35	Переноска воздухопровода и трубопровода		45	Ремонт ж.-д. путей	
36	Переноска конвейера		46	Подача порожняка и выдача груза	
37	Наращивание конвейера		47	Прием порожняка с путей МПС	
38	Укладка настила на почве, обшивка		48	Переноска кабеля	
39	Доставка крепежных материалов (леса)		49	Зачистка кровли пласта экскаватором	
40	Доставка рештаков		50	Разгрузка составов на экскаваторных отвалах	
41	Работа экскаватора, станка		51	Передвижка ж.-д. путей	
42	Переход экскаватора		52	Выходные дни	
43	Переукладка пути краном				

## ПРИЛОЖЕНИЕ 14

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ АРМАТУРЫ ПО ГОСТ 11692-66

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Конец стержня без крюка и лапки		То же, с лапкой (конец стержня отогнутый) в плоскости чертежа	
То же, с крюком в плоскости чертежа		Стык стержней внахлестку без крюков и лапок	
То же, с крюком, перпендикулярным плоскости чертежа		Стык стержней внахлестку с крюками в плоскости чертежа	
То же, в совмещенной проекции стержней разной длины		То же, с лапками в плоскости чертежа	

Продолжение приложения 14

Наименование	Обозначение
То же, с крюками, перпендикулярными плоскости чертежа	
То же, с лапками, перпендикулярными плоскости чертежа	
Стык стержней сварной внахлестку электродуговой сваркой с одним фланговым швом	
То же, внахлестку электродуговой сваркой с двумя фланговыми швами	
То же, с накладками электродуговой сваркой с двумя фланговыми швами	

Наименование	Обозначение
То же, с накладками электродуговой сваркой с четырьмя фланговыми швами	
Пересечение стержней с перевязкой	
То же, сварное (точечной сваркой)	
Пучок арматурный, арматурная прядь (канат)	
То же, в канале	
То же, в каналообразователе (трубе)	

## ПРИЛОЖЕНИЕ 15

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ МЕХАНИЗМОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Объект изображения	Условный знак
Экскаватор-мехлопата	
Драглайн	
Роторный экскаватор	
Многочерпаковый цепной экскаватор	
Бульдозер	
Колесный скрепер	

Объект изображения	Условный знак
Гидромонитор	
Землесос	
Автосамосвал	
Ленточный конвейер	
Консольный отвалообразователь	



Продолжение приложения 15

Объект изображения	Условный знак	Объект изображения	Условный знак
Отвальный плуг		Путепередвигатель непрерывного действия	
Отвальный мост		Пункт технического осмотра	
Абзетцер		Стрелочный пост	
Буровой станок		Клетевой подъемник	
Бункер-дозатор		Скиповой подъемник	
Путепередвигатель циклического действия		Экипировочное устройство	

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.301—68 — ГОСТ 2.309—68. М., Изд-во стандартов, 1969. 134с.
- Горная графическая документация. Виды и комплектность горных чертежей. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 47 с.
- Горная графическая документация. Общие правила выполнения горных чертежей. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 43 с.
- Горная графическая документация. Изображение элементов горных работ. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 21 с.
- Горная графическая документация. Правила выполнения условных обозначений. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 37 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные ситуации земной поверхности. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 14 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные горных выработок. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 54 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные производственно-технических объектов. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 62 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 177 с.
- Чертежи строительные. — «Условные графические обозначения элементов конструкций и элементов зданий», М., Изд-во стандартов, 1967. 120 с.
- Арсентьев А. И., Татарин А. Н., Голоднов Н. Е. Применение методов начертательной геометрии при проектировании карьеров. — В кн.: Повышение интенсивности горных работ в карьерах. М., Госгортехиздат, 1963, вып. XV. 6 с.
- Арсентьев А. И., Татарин А. Н., Голоднов Н. Е. Горное черчение при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. Кривой Рог, изд. КГРИ, 1961, ч. I, 1969, ч. II, 48 и 32 с.
- Букринский В. А. Практический курс геометрии недр. М., «Недра», 1965.
- Бызов Л. А. Графические методы в планировании, статистике и учете. М., Госстатиздат, 1952. 286 с.
- Зенгин А. Р. Теория и практика изображения горных выработок в проекциях Е. С. Федорова. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., Фонды МГИ, 1951. 125 с.
- Инженерное рисование и черчение. М., Стройиздат, 1968. Авт: Б. В. Будасов, М. Д. Романцев, Н. В. Александров и др.



- Крунчак Г. В. Методы перехода от проекций с числовыми отметками к пространственным изображениям. Зап. ЛГИ, т. XXIII. Л., изд. ЛГИ, 1949. 5 с.
- Крылов Н. Н., Лобандиевский П. И., Мэн С. А. Начертательная геометрия. М., «Высшая школа», 1965. 362 с.
- Кузнецов Н. С. Начертательная геометрия. М., «Высшая школа», 1969. 493 с.
- Ломоносов Г. Г. Методы графических изображений открытых горных разработок. М., изд. МГИ, 1970. 47 с.
- Мельников Н. В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. М., «Недра», 1968. 800 с.
- Русскевич Н. Л. Проекция с числовыми отметками. Харьков, изд. Харьковского гос. ун-та, 1959. 24 с.
- Рыжов П. А. Проекция, применяемые в геолого-маркшейдерском деле. М., Углетехиздат, 1951. 168 с.
- Симонин С. И. Инженерно-топографическое черчение и наглядные изображения. М., «Недра», 1969. 187 с.
- Ушаков Г. А., Гольдин И. Д. Наглядные маркшейдерские графики. М., Металлургиздат, 1959. 185 с.
- Ушаков И. Н. Горная геометрия. М., Госгортехиздат, 1962. 260 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ</b> . . . . .	<b>5</b>
§ 1. Виды и особенности горных чертежей . . . . .	5
§ 2. Методы изображения горных объектов . . . . .	8
§ 3. Принципы изображения горных объектов и их элементов в прямоугольных проекциях . . . . .	9
§ 4. Оформление горных чертежей . . . . .	13
§ 5. Особенности оформления маркшейдерских планшетов . . . . .	27
§ 6. Цветовое тонирование горных чертежей . . . . .	31
§ 7. Условные обозначения материалов, горных пород и полезных ископаемых. Условные знаки . . . . .	31
§ 8. Некоторые геометрические построения . . . . .	32
<b>ГЛАВА II. ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ В ГОРНОМ ЧЕРЧЕНИИ</b> . . . . .	<b>37</b>
§ 1. Сущность метода . . . . .	37
§ 2. Топографические поверхности . . . . .	42
§ 3. Решение некоторых метрических задач на планах . . . . .	45
§ 4. Решение позиционных задач на планах . . . . .	47
§ 5. Определение на плане элементов залегания пласта полезного ископаемого . . . . .	53
<b>ГЛАВА III. ЧЕРТЕЖИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ</b> . . . . .	<b>55</b>
§ 1. Общие сведения об изображении элементов открытых горных работ . . . . .	55
§ 2. Начертание основных типов открытых горных выработок и отвалов . . . . .	58
§ 3. Изображение открытых горных выработок в проекциях с числовыми отметками . . . . .	61
§ 4. Изображение механизмов и металлоконструкций на горных чертежах . . . . .	64
<b>ГЛАВА IV. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАРЬЕРА</b> . . . . .	<b>65</b>
§ 1. Построение линий пересечения элементов карьера в условиях равнинной местности . . . . .	65
Построение линий пересечения поверхности карьера с рельефом земной поверхности . . . . .	72
<b>ГЛАВА V. ТРАССИРОВАНИЕ ВСКРЫВАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В КАРЬЕРЕ</b> . . . . .	<b>79</b>
§ 1. Общие сведения о трассировании в карьере . . . . .	79
§ 2. Построение трассы системы поступательных траншей . . . . .	80
§ 3. Трассирование системы тупиковых и петлевых траншей . . . . .	86
§ 4. Построение трассы системы комбинированных траншей . . . . .	88



ГЛАВА VI. ЧЕРТЕЖИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК . . . . .	89
§ 1. Основные сведения об изображении и обозначениях подземных горных выработок . . . . .	89
§ 2. Планы, вертикальные проекции, горизонтальные и вертикальные разрезы и сечения горных выработок . . . . .	93
§ 3. Изображение наклонного сечения (разреза) горных выработок на вертикальную и горизонтальную плоскости проекций . . . . .	98
§ 4. Изображение горных выработок на наклонную плоскость проекций . . . . .	99
§ 5. Чтение планов горных работ . . . . .	101
§ 6. Условные знаки и обозначения на чертежах подземных горных работ . . . . .	103
§ 7. Основные виды чертежей подземных горных работ . . . . .	105
ГЛАВА VII. ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ . . . . .	106
§ 1. Основные сведения о горно-строительных чертежах . . . . .	106
§ 2. Чертежи узлов строительных конструкций и горных выработок, закрепленных железобетоном . . . . .	111
§ 3. Чертежи узлов металлических строительных конструкций и металлических крепей . . . . .	113
§ 4. Чертежи узлов деревянных конструкций и деревянных крепей . . . . .	116
§ 5. Общие чертежи зданий и поверхностных сооружений . . . . .	117
§ 6. Построение линий сопряжений горных выработок . . . . .	121
ГЛАВА VIII. НАГЛЯДНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК . . . . .	125
§ 1. Общие положения . . . . .	125
§ 2. Построение наглядных проекций методом аффинных преобразований . . . . .	126
§ 3. Аксонометрия горных выработок . . . . .	142
§ 4. Построения стандартной аксонометрии методом аффинных преобразований . . . . .	149
§ 5. Векторный метод изображения горных выработок . . . . .	152
§ 6. Способ непосредственного перехода от проекций с числовыми отметками к наглядным изображениям . . . . .	156
§ 7. Механизация построения наглядных изображений горно-геологических объектов . . . . .	158
ГЛАВА IX. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ . . . . .	161
§ 1. Основные положения . . . . .	161
§ 2. Перспектива прямых и плоскостей . . . . .	167
§ 3. Позиционные задачи в линейной перспективе . . . . .	169
§ 4. Масштаб в линейной перспективе . . . . .	173
§ 5. Метрические задачи . . . . .	177
§ 6. Применение линейной перспективы для построения наглядных изображений горных выработок . . . . .	179
ГЛАВА X. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ И ДИАГРАММ . . . . .	190
§ 1. Графики и диаграммы . . . . .	190
§ 2. Общие принципы построения графиков . . . . .	191
§ 3. Принцип построения диаграмм . . . . .	199
ГЛАВА XI. КОМПЛЕКТНОСТЬ И ИНДЕКСАЦИЯ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ . . . . .	201
§ 1. Комплектность и индексация чертежей. Чертежи Технического проекта горного предприятия . . . . .	201
§ 2. Комплектность маркшейдерско-геологических чертежей . . . . .	213
§ 3. Комплектность эксплуатационно-технологических чертежей . . . . .	216
Заключение . . . . .	220
Приложения . . . . .	221
Список литературы . . . . .	260

---

Геральд Георгиевич Ломоносов  
Александр Иванович Арсентьев  
Ираида Андреевна Гудкова  
Александр Никитич Татарин  
Лев Августович Зибенгар  
Юрий Васильевич Юдкин  
Ольга Даниловна Вострова  
Ольга Дмитриевна Герстенмейер  
Генрих Александрович Холодняков  
Ольга Корнильевна Хапаева

### ГОРНО-ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

---

Редактор издательства Т. Н. Мальцева.  
Оформление художника А. Г. Антоновой  
Художественные редакторы О. Н. Зайцева, В. В. Быкова  
Технический редактор В. В. Максимова  
Корректор Л. М. Кауфман

Сдано в набор 28/IV 1975 г. Подписано в печать 10/XII 1975 г.  
Т-20080. Формат 70 × 90  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.  
Печ. л. 16,5. Усл. л. л. 19,31. Уч.-изд. л. 17,5. Тираж 9500 экз.  
Заказ № 336/5343-10. Цена 1 р. 71 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.