

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Горные машины»

# ГОРНОЕ ДЕЛО

Практикум

для студентов специальности

1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области горнодобывающей промышленности*

Минск  
БНТУ  
2020

УДК 622.002.5.001.63

ББК 33.16я7

Г69

**С о с т а в и т е л и:**

*Е. К. Костюкевич, Н. И. Березовский*

**Р е ц е н з е н т ы:**

зав. кафедрой «Теоретическая механика, теория машин и механизмов»  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
д-р. техн. наук, профессор *А. Н. Орда*;  
ведущий инженер Управления торфяной промышленности  
ПО «Белтопгаз» *Д. Б. Джеллилов*

Г69 **Горное дело** : практикум для студентов специальности 1-36 10 01  
«Горные машины и оборудование (по направлениям)» / сост.:  
Е. К. Костюкевич, Н. И. Березовский. – Минск: БНТУ, 2020. – 46 с.  
ISBN 978-985-583-121-2.

В практикуме на базе кратких теоретических предпосылок рассмотрены основные стадии разработки рудных и пластовых месторождений полезных ископаемых, ведение подготовительных работ и очистной выемки. Практические работы предусматривают знакомство с горно-графической документацией.

**УДК 622.002.5.001.63**

**ББК 33.16я7**

**ISBN 978-985-583-121-2**

© Белорусский национальный  
технический университет, 2020

Практическая работа 1

## **ПОДЗЕМНЫЕ ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ, ИХ РАСПОЛОЖЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ И НАЗНАЧЕНИЕ**

*Цель работы:* изучить расположения подземных горных выработок в земной коре, их терминологическую характеристику.

### **Общие положения**

**Разработка месторождения** – совокупность работ по вскрытию и подготовке месторождения, очистной выемке полезного ископаемого и транспортировке его на поверхность, вентиляции, водоотливу и пр.

**Рудное тело** – естественное скопление руды, ограниченное со всех сторон и приуроченное к определенному структурно-геологическому элементу или комбинации таких элементов.

Положение рудных тел в пространстве и их размеры определяются элементами залегания: простиранием, углом падения, мощностью, глубинами залегания и распространения от земной поверхности (рис. 1.1).

**Линия простирания** – воображаемая линия пересечения рудного тела с горизонтальной плоскостью.

**Угол падения** – угол, образованный при пересечении горизонтальной плоскости с перпендикуляром к линии простирания, расположенным в плоскости рудной залежи. Классификация по углу падения представлена на рис. 1.2.

**Мощность рудного тела** – это расстояние по нормали между его висячим и лежащим боками.

Если это расстояние измеряют по нормали, то мощность называют *истинной*, если же ее измеряют по вертикали или горизонтали, то мощность соответственно называют *вертикальной* или *горизонтальной*.

Вертикальной мощностью пользуются для пологопадающих рудных тел, горизонтальной – для крутопадающих.

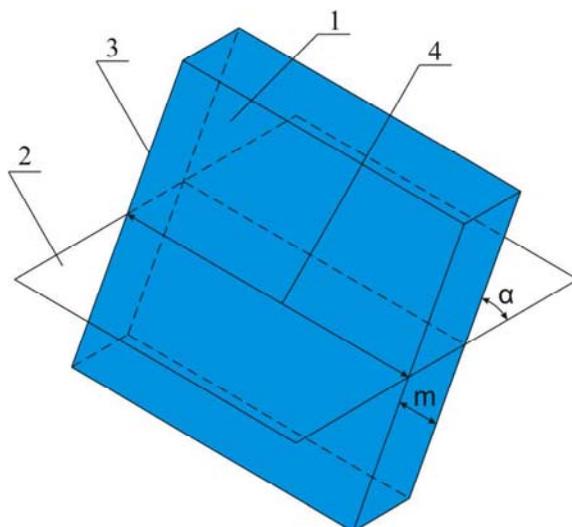


Рис. 1.1. Элементы залегания рудного тела:  
 1 – рудное тело; 2 – горизонтальная плоскость;  
 3 – линия падения; 4 – линия простираия;  
 $m$  – мощность рудного тела;  $\alpha$  – угол падения рудного тела

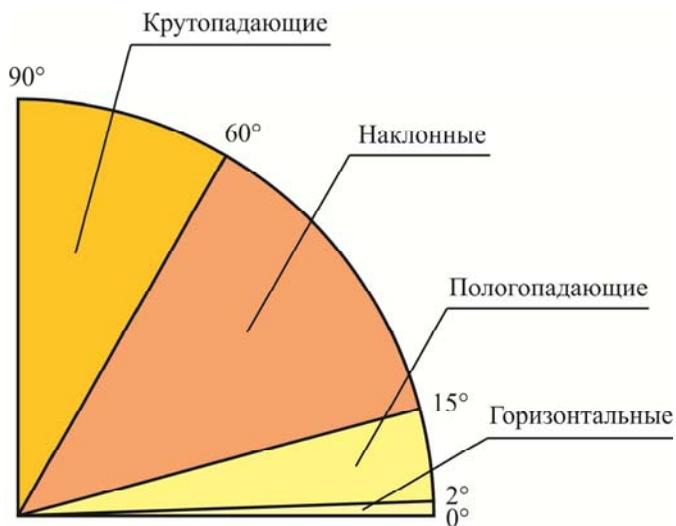


Рис. 1.2. Классификация залежей по углу падения

Это деление связано с изменением условий разработки и применением при разных углах падения различных способов очистной выемки.

**Горная выработка** – искусственная полость в земной коре, образуемая в результате ведения горных работ. Горные выработки служат для разведки, добычи полезных ископаемых и строительства подземных сооружений (метрополитена, автомобильных или железнодорожных туннелей, подземных хранилищ и др.) (рис. 1.3).

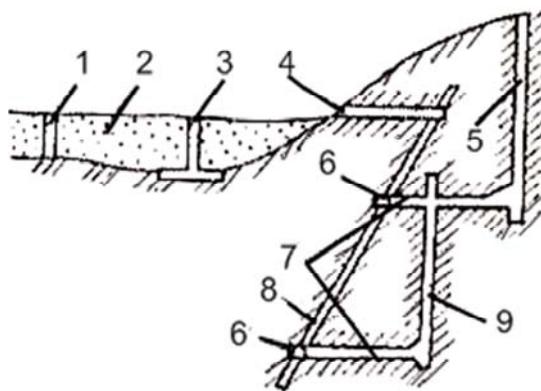


Рис.1.3. Подземные горные выработки:

1 и 3 – шурфы; 2 – вмещающие породы; 4 – штольня; 5 – шахтный ствол;  
6 – штреки; 7 – квершлаг; 8 – восстающий; 9 – слепой ствол

Элементами горных выработок являются (рис. 1.4):

**забой** – перемещающаяся в пространстве поверхность горных пород, ограничивающая горную выработку в направлении ее подвигания;

**устье** – начало горной выработки, являющееся местом выхода ее на поверхность земли или в другую выработку;

**подошва** или **почва** – поверхность горных пород, ограничивающая горную выработку снизу;

**бока** или **стенки** – поверхности горных пород, ограничивающие горную выработку с боков;

**кровля** – поверхность горных пород, ограничивающая горную выработку сверху.

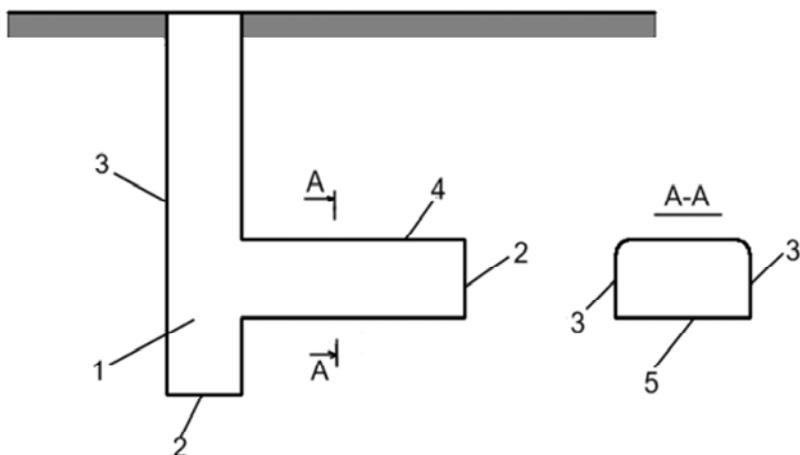


Рис. 1.4. Элементы горных выработок:  
1 – устье; 2 – забои; 3 – стенки (бока); 4 – кровля;  
5 – почва (подошва)

**Шахта** – горнопромышленное предприятие, осуществляющее добычу полезного ископаемого подземным способом. В понятие «шахта» включаются наземные сооружения и совокупность горных выработок, предназначенных для разработки месторождения в пределах шахтного поля.

**Рудник** – горнопромышленное предприятие по добыче руд.

**Ствол** – вертикальная или наклонная выработка, имеющая непосредственный выход на земную поверхность. В зависимости от назначения ствола могут быть главными, вспомогательными и вентиляционными. *Главный* ствол служит для подъема полезного ископаемого и породы на поверхность; *вспомогательный* используют для спуска и подъема людей, машин, материалов, выдачи породы; *вентиляционный* предназначен для подачи в шахту (рудник) свежего или выдачи загрязненного воздуха.

**Восстающий (гезенк)** – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и предназначенная для спуска горной массы с верхнего горизонта на нижний под действием собственного веса, для передвижения людей и пр.

**Слепой ствол** – выработка, не имеющая выхода на земную поверхность и предназначенная для обслуживания подземных работ (подъем полезного ископаемого, вентиляция, спуск и подъем людей).

**Шурф** – вертикальная или наклонная выработка небольшого сечения глубиной до 50–60 м, имеющая непосредственный выход на земную поверхность, предназначенная для разведки полезного ископаемого или для обслуживания подземных работ (спуска крепи, вентиляции, подачи закладочного материала).

**Скважина** – выработка, пройденная для вентиляции, для подачи закладочного материала, имеющая круглое сечение диаметром до 2 м.

**Штрек (этажный)** – горизонтальная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность и проводимая по простиранию пласта или залежи полезного ископаемого. По назначению штреки делятся на откаточные и вентиляционные.

**Квершлаг** – горизонтальная выработка, не имеющая выхода на земную поверхность и проводимая по пустым породам вкрест простирания или под углом к простиранию месторождения. Квершлагы выполняют те же функции, что и штреки.

**Просек** – выработка, проводимая параллельно штреку по пласту полезного ископаемого. Используется при проветривании забоя штрека в период его проведения, а также для транспортирования полезного ископаемого.

**Штольня** – горная выработка, проводимая к месторождению с поверхности горизонтально или с незначительным подъемом и имеющая выход на поверхность.

**Бремсберг** – выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, расположенная по падению

пласта и предназначенная для спуска различных грузов при помощи механических устройств.

**Уклон** – наклонная выработка, не имеющая выхода на земную поверхность, пройденная по падению пласта и предназначенная для подъема полезного ископаемого и различных грузов с нижних горизонтов на верхний.

**Ходок** – выработка для подачи воздуха, перевозки людей и грузов. Ходки обычно проводят параллельно бремсбергу (уклону) на расстоянии 20–30 м от него.

**Скат** – выработка, не имеющая выхода на земную поверхность, проведенная по падению пласта и предназначенная для спуска полезного ископаемого под действием собственного веса.

**Печь** – выработка, проводимая по восстанию пласта и предназначенная для проветривания, передвижения людей, транспортирования грузов. Чаще всего печь соединяет откаточный штрек с просеком.

**Орт** – горизонтальная выработка, пройденная вкрест простирания рудного тела.

Следует отметить, штрек проводят по простиранию рудного тела, квершлаг и орт – вкрест простиранию, причем квершлаг проводят только по пустым породам, а орт – по руде. Штрек может располагаться как в пустых породах – в этом случае его называют *полевым*, так и в рудном теле – называемый *рудным*.

На рис. 1.5 показаны горные выработки комбинированного способа вскрытия.

Все подземные горные выработки занимают определенное положение в пространстве, имеют или не имеют непосредственный выход на дневную поверхность, определено проводятся по отношению к полезному ископаемому или вмещающим породам, имеют определенное назначение (рис. 1.5–1.7).

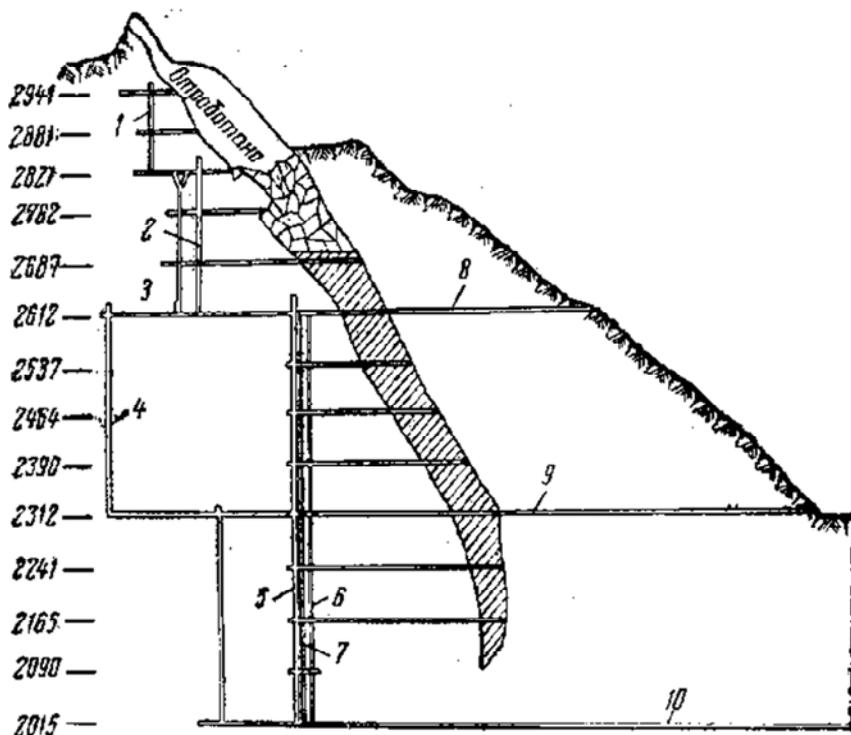


Рис. 1.5. Комбинированный способ вскрытия при помощи штольни, слепого ствола шахты и капитальных рудоспусков (рудник Тырны-Ауз):

- 1 – ствол шахты «Пик»; 2 – слепой ствол шахты № 1;
- 3 – рудоспуск № 3; 4 – вентиляционный ствол шахты;
- 5 – слепой ствол шахты «Капитальная»; 6 – рудоспуск № 1;
- 7 – Рудоспуск № 2; 8 – штольня «Капитальная»;
- 9 – штольня «Змейка»; 10 – штольня «Главная»

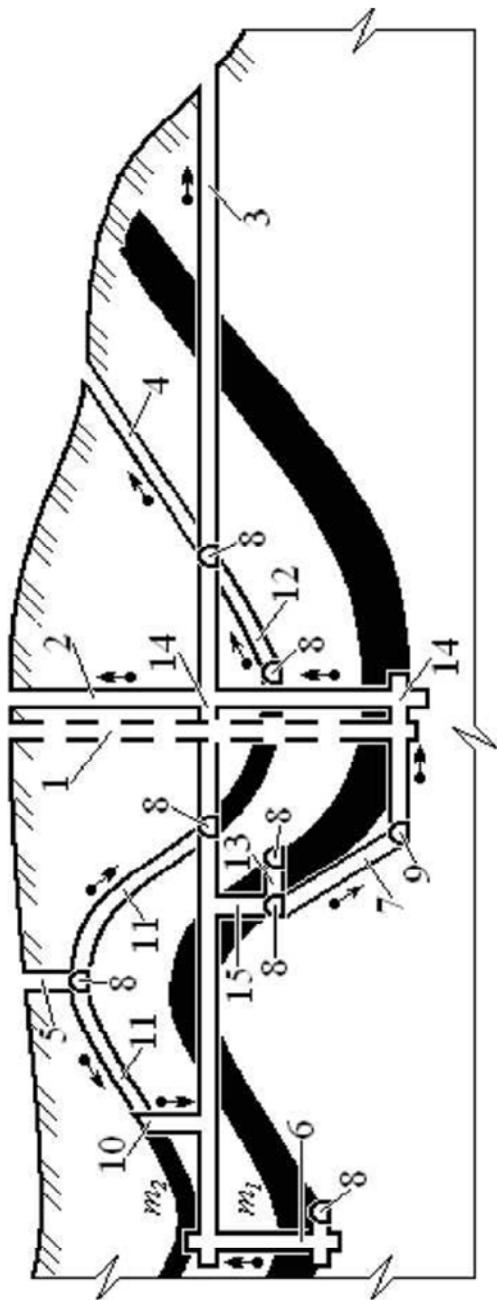


Рис. 1.6. Схема расположения подземных горных выработок при разработке пластовых залежей (разрез вкрест простирания)

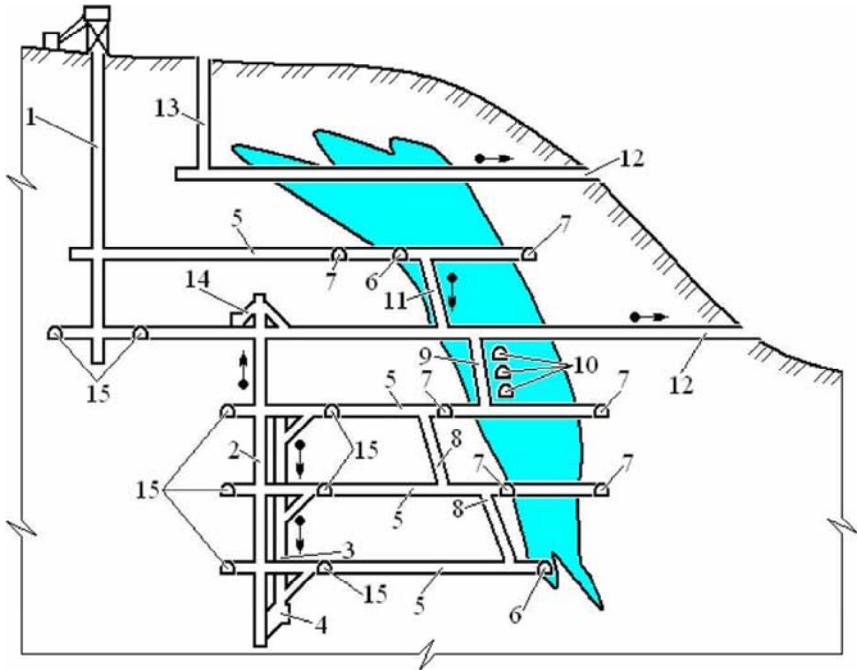


Рис. 1.7. Схема расположения подземных горных выработок при разработке рудной залежи (разрез вкрест простирания)

### Контрольные вопросы и задания

1. Письменно дайте определения вертикальным горным выработкам.
2. Письменно дайте определения наклонным горным выработкам.
3. Письменно дайте определения горизонтальным горным выработкам.
4. Изобразите в рабочей тетради рис. 1.6 и присвойте названия горным выработкам.
5. Изобразите в рабочей тетради рис. 1.7 и присвойте названия горным выработкам.

## Практическая работа № 2

# СПОСОБЫ ВСКРЫТИЯ ШАХТНОГО ПОЛЯ

*Цель работы:* изучить схемы вскрытия шахтных полей.

### Общие положения

**Вскрытием** называется проведение комплекса подземных выработок, обеспечивающих доступ с поверхности к залежи полезного ископаемого.

**Системой вскрытия** шахтного поля называется порядок проведения комплекса вскрывающих выработок при строительстве и эксплуатации горнорудного предприятия, для обеспечения доступа к запасам руды с земной поверхности. Система вскрытия состоит из способа и схемы.

**Способ вскрытия** шахтного поля характеризуется типом основных и подземных главных вскрывающих выработок и их расположением относительно рудной залежи (в лежачем боку, по месторождению, в висячем боку), а графическим изображением способа вскрытия является схема вскрытия.

**Схемой вскрытия** шахтного поля называется графическое изображение расположения главных и вспомогательных вскрывающих выработок относительно рудной залежи.

Если вскрытие осуществляется выработками одного типа, то оно относится к простым способам, а если для подъема руды с нижних горизонтов используются слепые стволы, то к комбинированным. Классификация способов вскрытия рудных месторождений представлена в табл. 2.1, где  $\alpha$  – угол падения залежи,  $H$  – глубина ведения горных работ.

Сущность простых способов вскрытия состоит в том, что вскрытие месторождения производится главной вскрывающей выработкой на всю глубину разработки.

Сущность комбинированных способов вскрытия заключается в том, что верхнюю часть месторождения вскрывают одной

главной выработкой, а нижнюю – другой с выдачей руды на поверхность последовательно по обоим главным выработкам. Такие способы вскрытия целесообразно применять в тех случаях, когда месторождение по падению распространяется на значительную глубину и подъем по одной главной выработке не обеспечивает заданной производительности рудника.

**Вскрывающие выработки** – это выработки предназначенные для вскрытия шахтного поля на первых и всех последующих откаточных и вентиляционных горизонтах. Проведение вскрывающих выработок называется горнокапитальными работами, а сами выработки – капитальными. К вскрывающим выработкам относятся: вертикальные и наклонные стволы, штольни, квершлагги, околоствольные двory, капитальные рудоспуски и породоспуски, шурфы, автомобильные съезды и уклоны, обслуживающие основные горизонты и т. д.

Вскрывающие выработки по расположению относительно земной поверхности подразделяются на две группы:

1) **основные**, имеющие непосредственный выход на земную поверхность;

2) **подземные**, не имеющие непосредственного выхода на поверхность.

По выполняемым функциям вскрывающие выработки подразделяются на:

а) **главные** – служащие для транспортировки и подъема руды;

б) **вспомогательные** – все остальные выработки.

К основным главным вскрывающим выработкам относятся: вертикальные и наклонные шахтные стволы, штольни, автомобильные съезды, выполняющие основные функции по подъему или транспортировке полезного ископаемого, а к основным вспомогательным – вертикальные и наклонные стволы, штольни, предназначенные для вентиляции, передвижения людей, доставке материалов и т. д.

## Классификация способов вскрытия рудных месторождений

Способ вскрытия	Группа способа вскрытия	Схема вскрытия	Условия применения	Достоинства схемы вскрытия	Недостатки схемы вскрытия
1	2	3	4	5	6
Простой	Вертикальным стволом	Вертикальным стволом, расположенным в лежащем боку залежи	$\alpha \geq 40^\circ$ , $H \leq 2000$ м	Отсутствие охранных целиков, отработка которых сопряжена с высокими потерями руды и необходимостью консервации значительных запасов	Большая длина квершлагов с увеличением глубины горных работ
		Вертикальным расположенным в лежащем боку залежи	Наличие на поверхности со стороны бока охраняемых объектов, породы лежащего бока неустойчивы, обводнены, $\alpha \geq 40^\circ$ , $H \leq 2000$ м	Уменьшение длины квершлагов с увеличением глубины горных работ	Большая суммарная длина квершлагов, первый квершлаг получается наиболее длинным, это задерживает ввод в эксплуатацию месторождения, незначительное увеличение глубины залегания месторождения приводит к тому, что зона сдвижения пород захватывает ствол

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
Простой	Вертикальным стволом	Вертикальным стволом, пересекающим залежь	$\alpha \leq 60^\circ$ , залежь должна иметь значительные горизонтальные размеры, $H \leq 2000$ м	Запасы в охранным целике незначительны по сравнению с общими запасами месторождения, сокращается длина квершлагав	Необходимость оставлять полезные ископаемые в охранным целике для предохранения ствола от разрушения
	Вертикальным стволом	Вертикальным стволом с концентрическими горизонтами	$\alpha \geq 60^\circ$ , $H \leq 2000$ м	Сокращение объема горно-капитальных работ за счет уменьшения числа дробильных установок, приемных бункеров скипового подъема, водоотливных установок, которые сооружают только на основном горизонте. Наличие руды в перепускных восстающих положительно сказывается на работу транспорта и шахтного подъема	Необходимость проходки и оборудования дополнительных выработок (восстающих, рудопускусов) для сбойки этажных откаточных выработок с капитальным квершлагом, значительные затраты на поддержание рудопускусов, дополнительные расходы на перегрузку руды, доставку материалов и оборудования, усложнение спуска и подъема рабочих, нарушаются условия нормального проектирования

1	2	3	4	5	6
Простой	Наклонным стволом	Наклонным конвейерным стволом, расположенным в лежачем боку залежи	$\alpha \leq 60^\circ$ (наиболее целесообразно применение такой схемы вскрытия при $\alpha \leq 35^\circ$ ), $H \leq 700$ м	Конвейер позволяет выдать через один ствол большое количество руды более 12 млн т руды в год независимо от длины ствола, полная конвейеризация транспорта от забоя до поверхности	Большая длина ствола, высокая стоимость крепления и поддержки ствола, дорогой водоотлив из-за большой длины трубопровода
	Наклонным стволым	Наклонным скиповым стволом, расположенным в лежачем боку залежи	Наиболее целесообразно применение такой схемы вскрытия при $\alpha = 10-35^\circ$ , $H \leq 700$ м	Меньшая длина вскрывающих квершлагов или полное их отсутствие	Большая длина ствола, высокая стоимость крепления и поддержания ствола, дорогой водоотлив из-за большой длины трубопровода, не высокая надежность работы подъема
	Наклонным стволом по месторождению	Наклонным стволом по месторождению	$\alpha \leq 60^\circ$ , $H \leq 400$ м	Полное отсутствие вскрывающих квершлагов, стоимость проходки наклонного ствола частично окупаются попутно добываемой рудой	Большая длина ствола, высокая стоимость крепления и поддержания ствола, дорогой водоотлив из-за большой длины трубопровода, необходимостью оставлять охранный целик с обеих сторон от ствола

Продолжение табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
Комбинированный	Автомобильным съездом или уклоном	Автомобильным съездом или уклоном, пройденным в лежачем боку или на фланге залежи	$\alpha \leq 90^\circ$ , $H \leq 400$ м	Транспортирование руды от забоя до поверхности осуществляется шахтными самосвалами без перегрузки	Небольшая глубина ведения горных работ, большая длина автомобильных съездов или уклонов, дорогая и сложная их эксплуатация
	Штольной	Штольной расположенной в лежачем боку залежи. Штольной расположенной в висячем боку залежи	Гористый рельеф местности, $\alpha \geq 40^\circ$	Простая схема транспортирования руды, отсутствие пунктов перегрузки руды и связанных с ними устройств, возможность применения автотранспорта в подземных условиях, меньшая стоимость поверхностных сооружений у устья штольни, отсутствие затрат на водоотлив	Ограниченная область применения, сложность выбора места заложения устья штольни
	Вертикальным стволом и вертикальным слепым стволком	Вертикальным стволком с поверхности с переходом в вертикальный слепой ствол	$\alpha \geq 40^\circ$ , $H \leq 1000$ м	Отсутствие охранных целиков, увеличение производительности подъема, уменьшение длины квершлагов на нижележащих горизонтах	Большая суммарная длина квершлагов, многоступенчатость подъема

1	2	3	4	5	6
Вертикальным стволом и наклонным слепым стволом	Вертикальным стволом с поверхности с переходом в наклонный слепой ствол	$\alpha \leq 60^\circ$ , $H \leq 1000$ м	Меньшая длина вскрывающих квершлагав или полное их отсутствие на нижележащих горизонтах	Большая длина, высокая стоимость крепления и поддержания наклонного слепого ствола, дорогой водоотлив из-за большой длины трубопровода, не высокая надежность работы подъема	
Комбинированный	Наклонным стволом и наклонным слепым стволом	Вскрытие наклонным стволом с поверхности с переходом в наклонный слепой ствол	$\alpha \leq 60^\circ$ , $H \leq 1000$ м	Меньшая длина вскрывающих квершлагав	Большая длина наклонных стволлов, высокая стоимость крепления и их поддержание, дорогой водоотлив и невысокая надежность работы подъема
Штольной и вертикальным слепым стволом	Штольной с переходом в вертикальные слепые стволы	Гористый рельеф местности, $\alpha \geq 45^\circ$ , залежь распространяется на глубину ниже уровня штольни	Более простая схема транспортирования руды, меньшая стоимость поверхностных сооружений у устья штольни ввиду отсутствия копра, надшахтного здания и подъемной машины, отсутствие затрат на водоотлив	Ограниченная область применения, сложность выбора места заложения устья штольни, оборудование пунктов перегрузки руды, большая длина квершлагав на нижележащих горизонтах	

Окончание табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
Комбинированный	Штольной и наклонным слепым стволом	Штольной с переходом в наклонные слепые стволы	Гористый рельеф местности, $\alpha \leq 60^\circ$ , залежь распространяется на глубину ниже уровня штольни	Более простая схема транспортирования руды, меньшая стоимость поверженных устья сооружений у штольни ввиду отсутствия копра, наднахтного здания и подъемной машины, отсутствие затрат на водоотлив, меньшая длина вскрывающих квершлагов на глубоких горизонтах	Ограниченная область применения, сложность выбора места заложения устья штольни, большая длина наклонного слепого ствола, высокая стоимость его крепления и поддержания, невысокая надежность работы подъемна, оборудование пунктов перегрузки руды и связанных с ними устройств

На выбор способа и схемы вскрытия оказывают влияние горногеологические условия и горно-технические факторы:

- морфология залежей;
- параметры залежей (мощность, длина по простиранию, длина по падению и глубина залегания);
- условия залегания и характеристика вмещающих пород (углы падения рудных тел, углы сдвижения вмещающих пород, наличие пльвунов, тектонических разломов и т. д.).

На рис. 2.1. представлены схемы вскрытия вертикальными стволами с капитальным квершлагом отличающиеся тем, что вариант *а* предполагает для обеспечения восходящего проветривания уклонной части шахтного поля углубку вспомогательного ствола до нижней технической границы, по варианту *б* – для проветривания уклонной части проводится воздухоподающий ствол.

На рис. 2.2. представлены схемы вскрытия вертикальными стволами с гарнизонными квершлагами отличающиеся тем, что по варианту *а* главный и вспомогательный стволы по мере отработки запасов в бремсберговых выемочных полях периодически углубляются для воспроизводства запасов, для обеспечения восходящего проветривания последней уклонной части шахтного поля углубляется только вспомогательный ствол. По варианту *б* для воспроизводства запасов главный и вспомогательный стволы периодически углубляются и шахтное поле отрабатывается только бремсберговыми выемочными полями.

Рассмотренные варианты вскрытий применяются при пологом залегании пластов. Отличительным признаком является размер шахтного поля по падению.

С целью увеличения пропускной способности выдачи полезного ископаемого и обеспечения полной конвейеризации транспорта пласты вскрывают наклонными стволами, проводимыми по нижнему пласту или по породам лежащего бока (рис. 2.3). В качестве дополнительных вскрывающих выработок используются капитальные или горизонтные квершлагги.

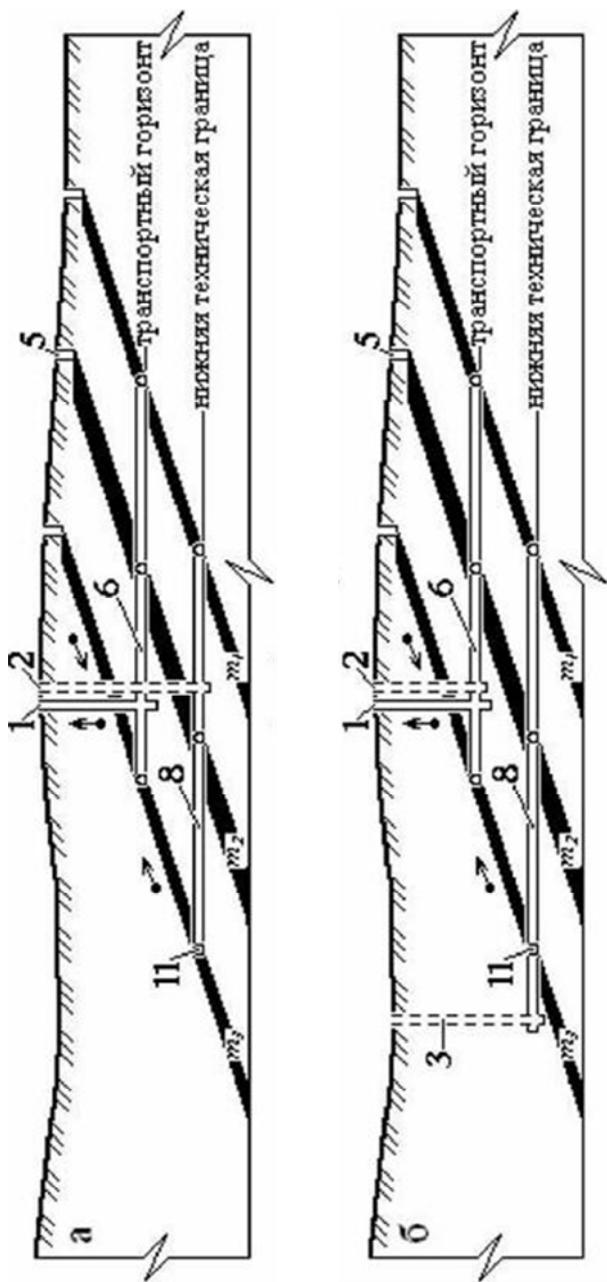


Рис. 2.1. Вскрытие вертикальными стволами с капитальным квершлагом



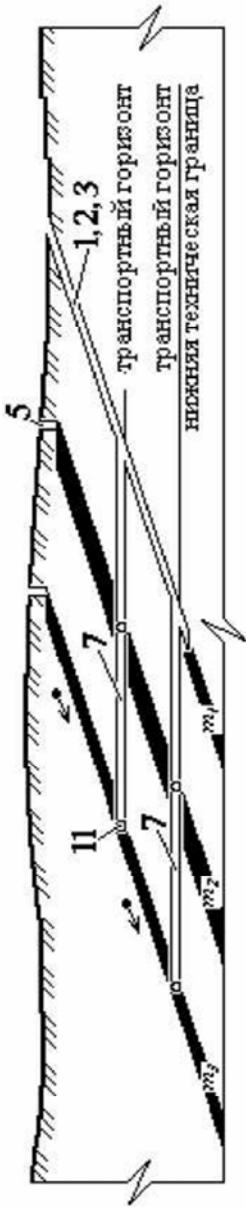


Рис. 2.3. Вскрытие наклонными стволами с горизонтными квершлагами

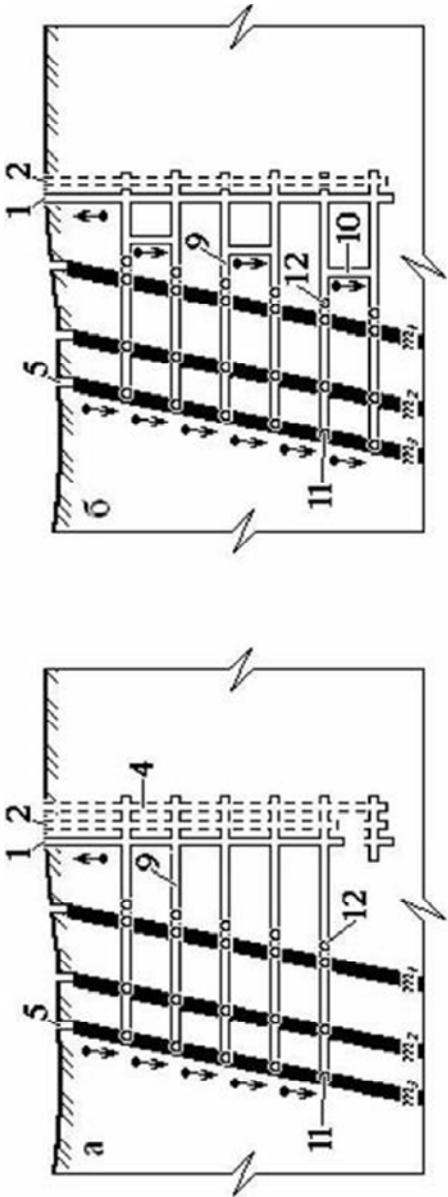


Рис. 2.4. Вскрытие вертикальными стволами с этажными квершлагами

Крутонаклонные и крутые пласты вскрываются вертикальными стволами с этажными квершлагами (рис. 2.4). Так как количество полезного ископаемого в границах этажа обычно значительно меньше чем в границах панели, то возникает необходимость частой углубки вертикальных стволов. Чтобы не снижать производительность скипового подъема полезного ископаемого проводят дополнительно породоуглубочный ствол с опережением на один этаж и затем углубляют главный и вспомогательный стволы в направлении снизу вверх (см. рис. 2.4, а).

С этой же целью этаж делят на два подэтажа (см. рис. 2.4, б). Руда, поступающая на промежуточный горизонт, перепускается через гезенки на основной. Таким образом, время отработки этажа до реконструкции шахты увеличивается.

Сочетание при вскрытии различных по пространственному положению основных вскрывающих выработок представляет комбинированное вскрытие (рис. 2.5). В данном примере погрузка полезного ископаемого осуществляется непосредственно на главный наклонный ствол, а восходящее проветривание уклонных выемочных полей осуществляется через вертикальный воздухоподающий ствол.

В условиях гористой местности применяется вскрытие штольнями (рис. 2.6), позволяющее обеспечить простую схему транспорта полезного ископаемого и водоотлива при отработке запасов выше штольневого горизонта, при отработке запасов ниже штольневого горизонта используется ступенчатый подъем, затрудняется проветривание.

Чтобы правильно выбрать способ и схему вскрытия, производят экономическую оценку нескольких приемлемых для данных горно-геологических условий и окончательно принимают наиболее выгодный.



## **Контрольные вопросы и задания**

1. Присвойте названия выработкам, изображенным на рис. 2.1–2.6.

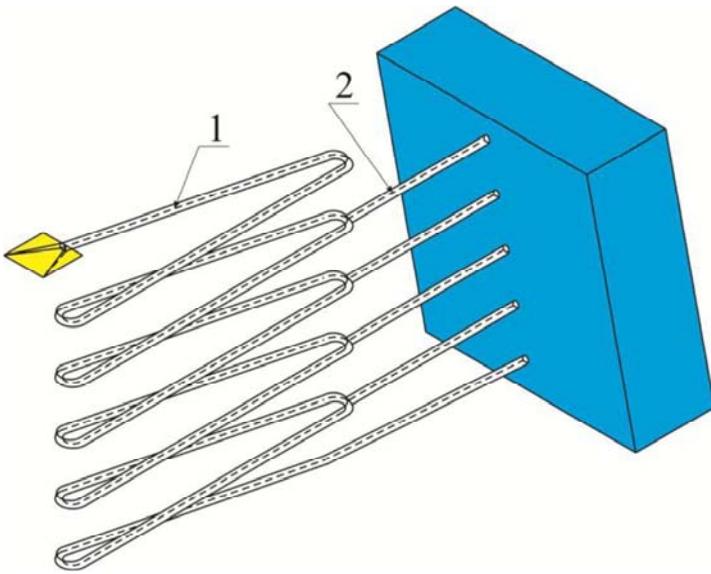
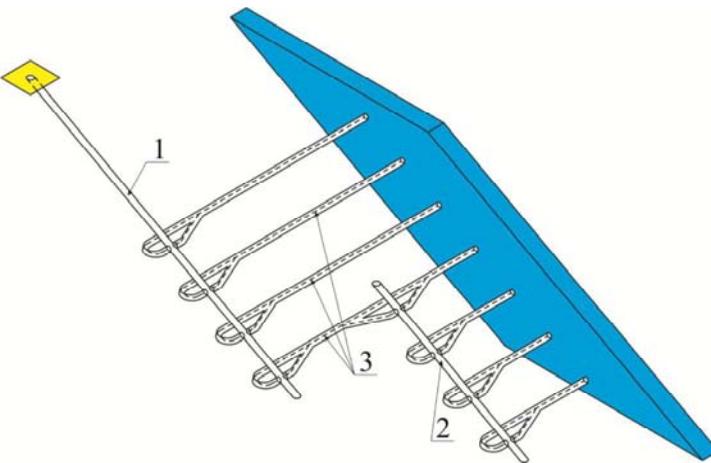
2. В табл. 2.2 представлены схемы способов вскрытия рудных месторождений. В соответствии с полученными вариантами заданий для соответствующей схемы:

– определите способ вскрытия, группу способа вскрытия, условия, достоинства и недостатки;

– присвойте названия выработкам для соответствующих позиций схемы.

Варианты схем способов вскрытия рудных месторождений

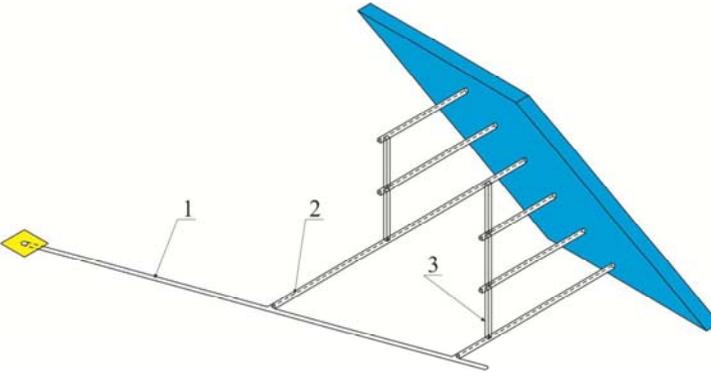
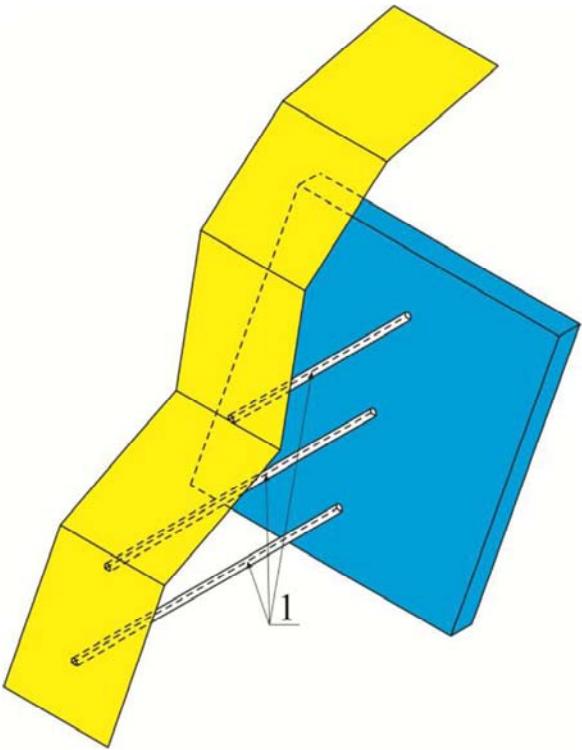
№ варианта	Схема вскрытия рудных месторождений
1	
2	

1	2
3	
4	

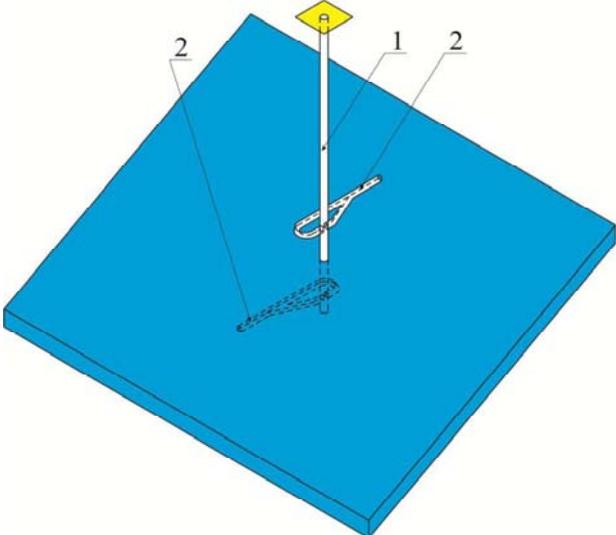
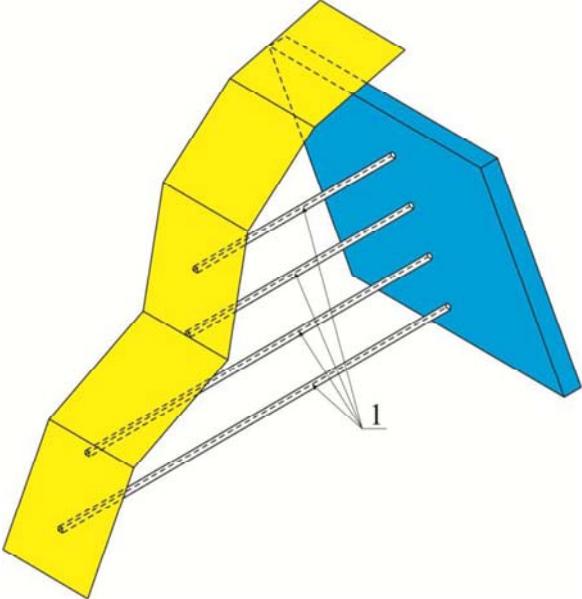
1	2
5	<p>Diagram 5 shows a blue trapezoidal plate with five metal rods (1) inserted into it. A vertical rod (2) is shown below, and a detail (3) shows a rod's end. A yellow diamond marker is at the top of rod 1.</p>
6	<p>Diagram 6 shows a blue square plate with five metal rods (1) inserted into it. A vertical rod (2) is shown to the right, with a yellow diamond marker at the top.</p>

1	2
7	
8	

1	2
9	<p>Diagram 9 shows a blue rectangular block. A zigzag wire, labeled '1', is positioned on the left side of the block. A vertical rod, labeled '2', is positioned on the right side of the block. The rod has a yellow diamond-shaped head at the top. The rod is shown passing through the block, with a dashed line indicating its path.</p>
10	<p>Diagram 10 shows a blue rectangular block. A rod, labeled '1', is shown passing through the block. The rod has a yellow diamond-shaped head at the top. A dashed line indicates the path of the rod through the block.</p>

1	2
11	 <p>Technical drawing of a blue wing structure. A yellow diamond-shaped component labeled '1' is connected to a rib labeled '2'. A callout '3' points to a rib section.</p>
12	 <p>Technical drawing of a yellow wing structure. A blue rectangular component labeled '1' is shown. Dashed lines indicate internal structure.</p>

1	2
13	
14	

<p>1</p> <p>15</p>	<p>2</p> 
<p>16</p>	

Практическая работа № 3

## **СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

*Цель работы:* изучить системы разработки пластовых месторождений для различных горно-геологических условий.

### **Общие положения**

В зависимости от мощности, угла падения, строения, вмещающих пород, глубины залегания рудные пласты отрабатываются различными приемами. Подготовительные работы и очистная выемка (массовая добыча) находятся в тесной взаимосвязи в пространстве и времени, которая называется системой разработки. **Система разработки** – это определенный, увязанный в пространстве и времени порядок ведения подготовительных работ и очистной выемки.

Системы разработки классифицируют по следующим признакам: без деления и с делением пласта на слои; с длинными и короткими очистными забоями; очередность ведения подготовительных работ и очистной выемки; по направлению подвигания очистного забоя относительно элементов залегания пласта.

При отработке пластов с углами падения до  $18^\circ$ , мощностью до 6,5 м применяют различные варианты системы разработки длинными столбами по простиранию, сущность которых заключается в оконтуривании части шахтопласта до начала ведения очистных работ подготовительными выработками. При оконтуривании образуются длинные столбы, ориентированные по простиранию. Наиболее характерные варианты приведены на рис. 3.1–3.3.

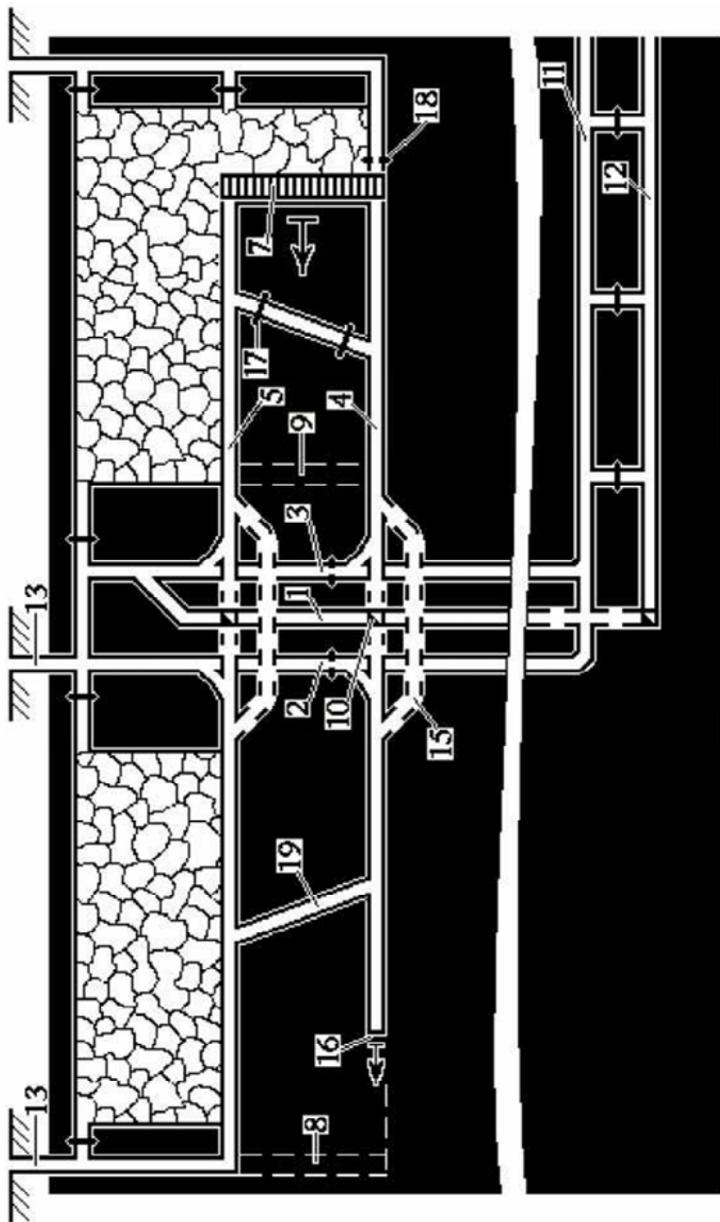


Рис. 3.1. Система разработки длинными столбами по простиранию с сохранением ярусного конвейерного штрека для повторного использования его в качестве вентиляционного при отработке нижележащего яруса

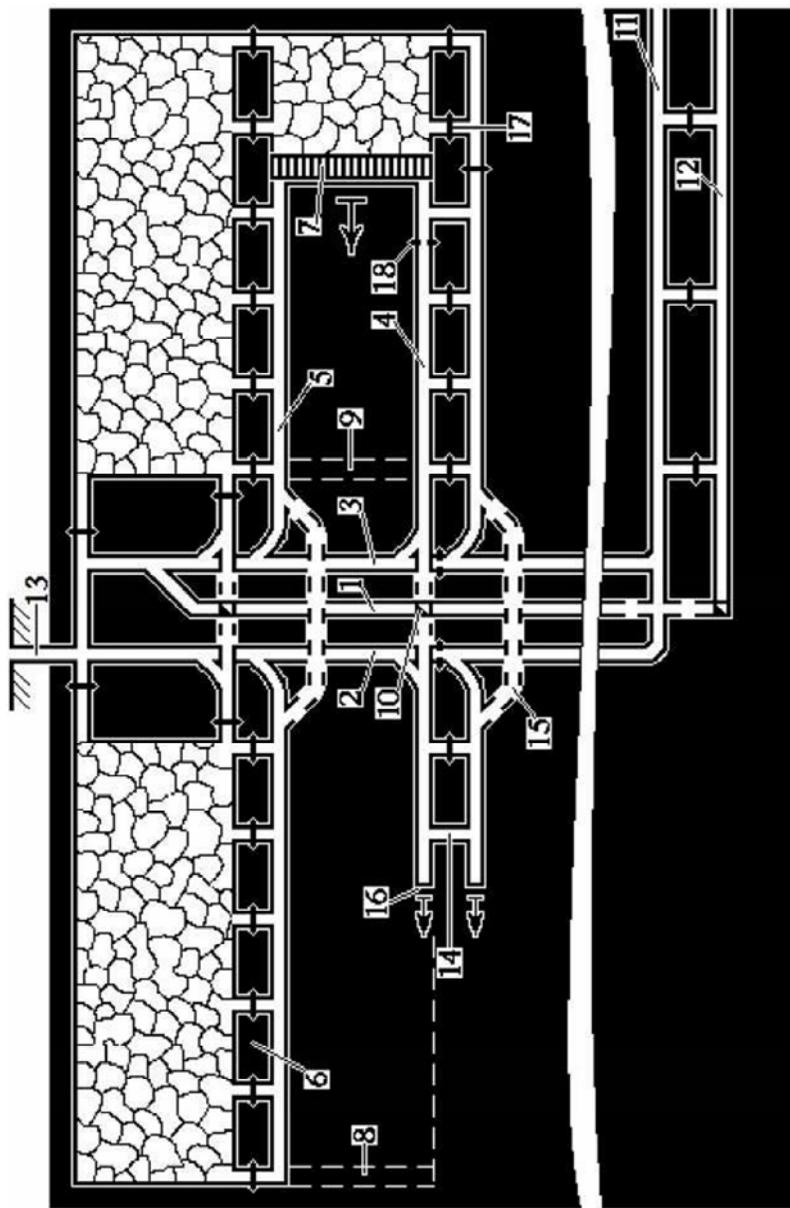


Рис. 3.2. Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межъярусных целиков

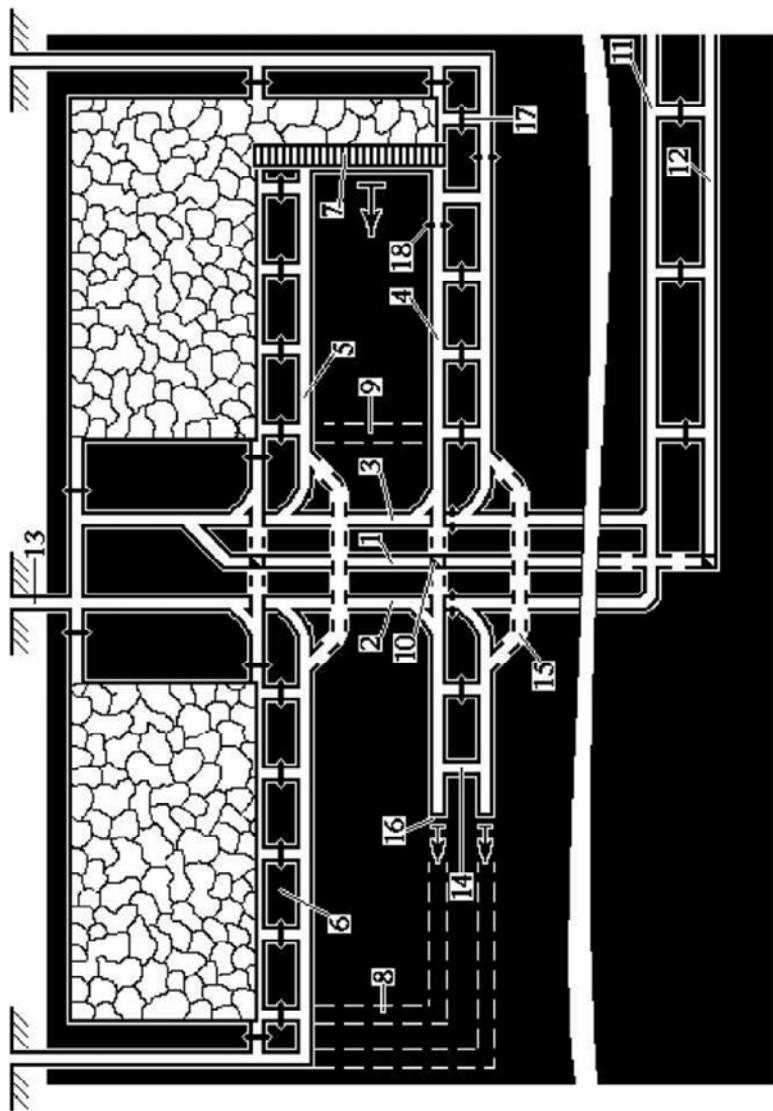


Рис. 3.3. Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межъярусных целиков и последующей отработкой их нижележащей лавой

Достоинствами столбовых систем разработки являются:

- дополнительная разведка условий залегания пласта;
- возможность предварительной дегазации выемочного столба;
- независимое ведение подготовительных работ и очистной выемки.

Недостатки:

- более поздний срок ввода в эксплуатацию выемочных полей;
- значительные эксплуатационные потери в межъярусных целиках.

При отработке участков шахтопласта неправильной формы применяются варианты системы разработки длинными столбами с поворотом на определенный угол, одноразовым разворотом, многоразовым разворотом механизированного комплекса, рис. 3.4.

Достоинства данных систем разработки:

- сокращение временных затрат на ремонт комплекса;
- снижение эксплуатационных потерь руды.

Недостатки:

- необходимость проведения обводных выработок;
- трудности при управлении комплексом во время поворота;
- сложная схема проветривания.

С целью сокращения объемов проведения подготовительных выработок, быстрого развития фронта очистных работ, снижения эксплуатационных потерь при отработке тонких и частично средней мощности пластов известна комбинированная система разработки (рис. 3.5), сущность которой заключается в отработке нечетных ярусов сплошной системой, а четных – столбовой.

Недостатки:

- интенсивное воздействие горного давления на штреки и их сопряжения с лавой;
- высокая трудоемкость возведения бутовых полос.

Камерно-столбовая система разработки является комбинированной (камерная + столбовая системы разработки). Область применения включает ограниченные (забалансовые) участки пластов пологого падения мощностью до 4,5 м с устойчивыми породами кровли, где нет возможности разместить очистное оборудование для длинных очистных забоев.

Один из существующих на практике вариантов (рис. 3.6) заключается в следующем. От панельных выработок начинают проведение транспортного и вентиляционного штреков (узких протяженных камер) по простиранию пласта (диагонально). Затем, от проводимых штреков диагонально по падению и восстановлению пласта отрабатывают прямым ходом заходками камеры. После отработки камер последовательно продлевают штреки и отрабатывают следующие камеры в направлении границ выемочного столба. Камеры крепят анкерной крепью. Между смежными камерами оставляются междукамерные целики, отрабатываемые следом за отработкой камер, либо, во вторую очередь после отработки камер в пределах столба. Междукамерные целики могут отрабатываться без возведения крепи.

Достоинства данной системы разработки:

- возможность отработки участков шахтного поля неправильной формы, ранее отнесенных к забалансовым запасам;
- использование одного и того же комплекта оборудования для проведения штреков и отработки камер;
- одновременная выемка угля в заходках и возведение анкерной крепи.

Недостатки:

- сложное проветривание большого количества тупиковых забоев;
- большие эксплуатационные потери (до 60–70 %).

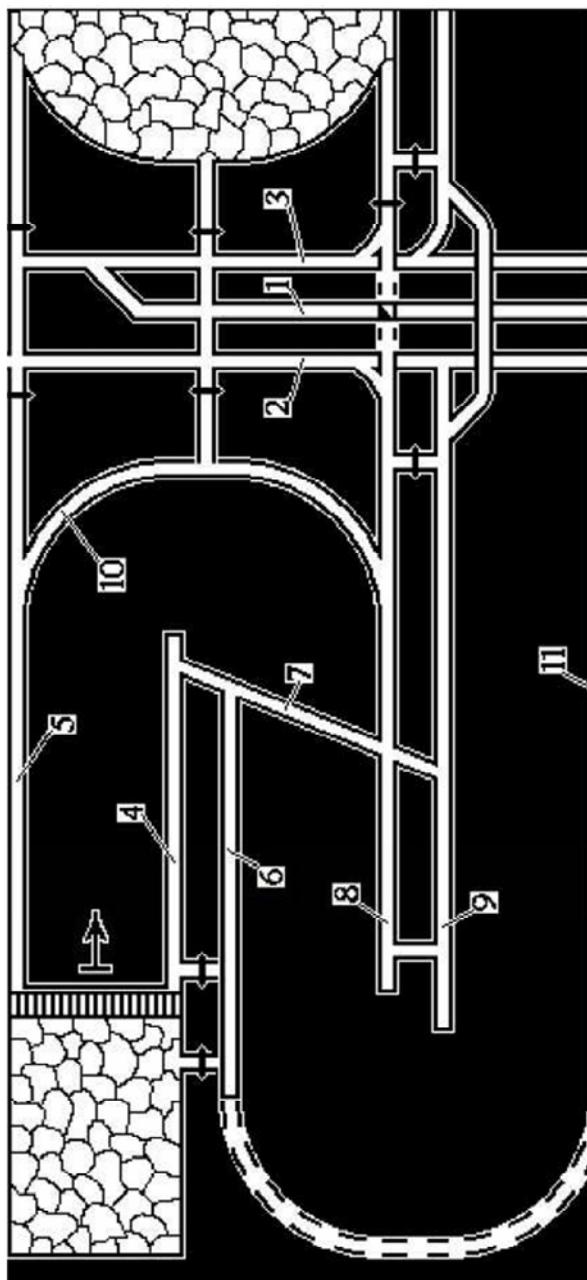


Рис. 3.4. Система разработки длинными столбами по простиранию с многоазовым разворотом механизированного комплекса на 180°



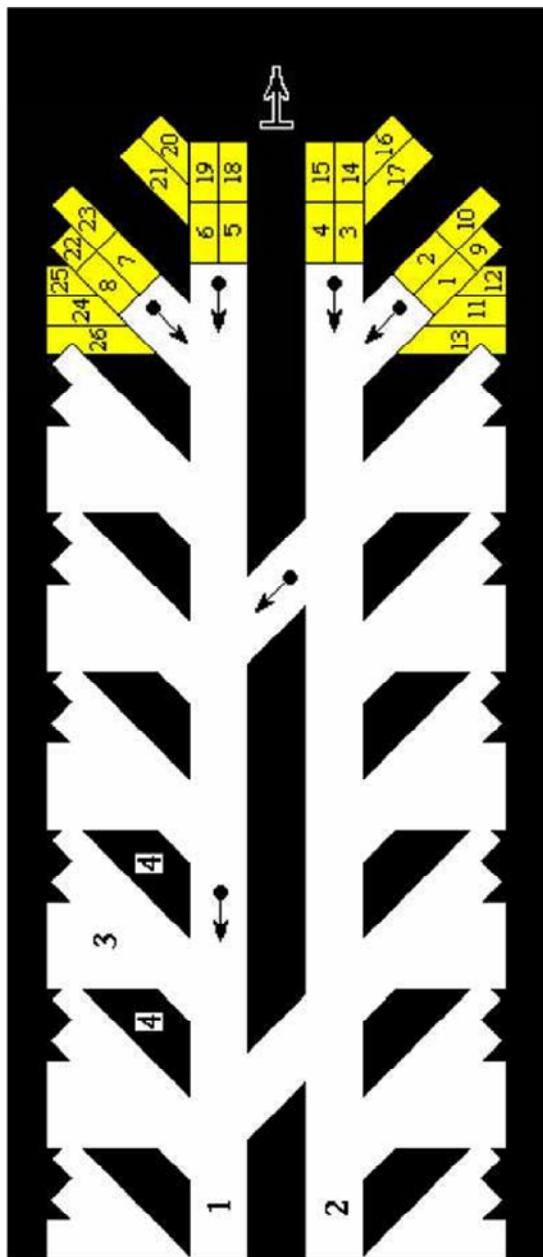


Рис. 3. 6. Камерно-столбовая система разработки

## Контрольные вопросы и задания

1. Присвойте названия обозначениям на рис. 3.1–3.6.
2. Поясните сущность системы разработки длинными столбами по простиранию с сохранением ярусного конвейерного штрека для повторного использования его в качестве вентиляционного при отработке следующего яруса. Назовите достоинства и недостатки.
3. Поясните сущность системы разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межъярусных целиков. Назовите достоинства и недостатки.
4. Поясните сущность системы разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межъярусных целиков и последующей отработкой их нижележащей лавой. Назовите достоинства и недостатки.
5. Поясните сущность системы разработки длинными столбами по простиранию с многократным разворотом механизированного комплекса на  $180^\circ$ . Назовите достоинства и недостатки.
6. Поясните сущность комбинированной системы разработки. Назовите достоинства и недостатки.
7. Поясните сущность камерно-столбовой системы разработки. Назовите достоинства и недостатки.
8. Укажите на каждой схеме системы разработки направление транспортировки угля и движения воздушной струи.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агошков, М. И. Разработка рудных и нерудных месторождений: учебник для техникумов / М. И. Агошков, С. С. Борисов, В. А. Боярский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1983. – 424 с.
2. Хоменко, О. Е. Процессы при подземной разработке рудных месторождений: учебник / О. Е. Хоменко, М. Н. Кононенко, С. А. Зубко. – Д.: НГУ, 2015. – 202 с.
3. Хоменко, О. Е. Вскрытие и подготовка рудных месторождений при подземной разработке: учебное пособие / О. Е. Хоменко, М. Н. Кононенко. – Д.: НГУ, 2016. – 101 с.
4. Карасев, В. А. Технология подземных горных работ: методические указания по практическим занятиям для студентов специальности 080502 «Экономика и управление на предприятиях горной промышленности и геологоразведки» дневной формы обучения / В. А. Карасев. – Кемерово: КузГТУ, 2011.
5. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов / В. И. Бондаренко [и др.]. – Днепропетровск, 2002. – 730 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Практическая работа 1 Подземные горные выработки, их расположение в пространстве и назначение .....	3
Практическая работа № 2 Способы вскрытия шахтного поля .....	12
Практическая работа № 3 Системы разработки пластовых месторождений для различных горно-геологических условий .....	35
Библиографический список .....	45

Учебное издание

## **ГОРНОЕ ДЕЛО**

Практикум  
для студентов специальности  
1-36 10 01 «Горные машины и оборудование (по направлениям)»

Составители:

**КОСТЮКЕВИЧ** Елена Казимировна  
**БЕРЕЗОВСКИЙ** Николай Иванович

Редактор *В. И. Акуленок*

Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 15.06.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 2,73. Уч.-изд. л. 2,14. Тираж 100. Заказ 829.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.