

К. А. Филимонов В. А. Карасёв

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Учебное пособие



Кемерово 2013

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых
подземным способом

Составители
К. А. Филимонов В. А. Карасёв

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Учебное пособие

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления
подготовки 080200.62 "Менеджмент"
в качестве электронного учебного пособия



Кемерово 2013

Рецензенты:

Королева Т. Г. – председатель учебно-методической комиссии направления подготовки 0800200.62 "Менеджмент", заведующая кафедрой отраслевой экономики, к.э.н., доцент

Зайнулин Р. Р. – старший преподаватель кафедры разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом

Филимонов Константин Александрович, Карасев Вячеслав Анатольевич. Технология подземных горных работ [Электронный ресурс]: Учебное пособие для студентов направления подготовки 080200.62 "Менеджмент" профиль 080206.62 «Производственный менеджмент (в горной промышленности)»; специальности 130400.65 "Горное дело" всех форм обучения / Составители: К. А. Филимонов, В. А. Карасев. – Электрон. дан. – Кемерово : КузГТУ, 2013. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 8 Мб; Windows 97; мышь. Загл. с экрана.

В пособии рассмотрены вопросы горной терминологии, схемы вскрытия, подготовки, системы разработки угольных и рудных месторождений и т. д.

Предназначено для студентов при изучении дисциплин "Технология подземных горных работ", "Основы горного дела (подземная геотехнология)", "Подземная разработка пластовых месторождений", "Подземная разработка рудных месторождений".

© КузГТУ
© Филимонов К. А.,
© Карасев В. А.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель учебного пособия – формирование у студентов профессиональных компетенций, знаний и умений в своей будущей профессиональной деятельности путем изучения основных элементов технологии подземных горных работ. В пособии рассмотрены вопросы горной терминологии, схемы вскрытия подготовки, системы разработки угольных и рудных месторождений и т. д.

Структурно учебное пособие составлено согласно рабочей программе дисциплины "Технология подземных горных работ" для студентов направления 080200.62 "Менеджмент", профиль 080206.62 "Производственный менеджмент" (в горной промышленности). Кроме того, темы, представленные в пособии, входят в перечень изучаемых в рамках дисциплин "Основы горного дела (подземная Геотехнология)", "Подземная разработка пластовых месторождений", "Подземная разработка рудных месторождений" изучаемых студентами специальности 130400.65 "Горное дело". Поэтому данное пособие рекомендуется использовать в качестве основной литературы при изучении этих дисциплин.

Учебное пособие, в основном, предназначено для использования на практических (лабораторных) занятиях. В этой методической работе присутствует большое количество графических материалов по подземной технологии. Их изучение и конспектирование на лекциях затруднительно, так как представлять эту информацию целесообразно в виде мультимедийных презентаций. При работе в группах (подгруппах) на практических и лабораторных занятиях студенты имеют возможность более детально изучить эти графические материалы, получая при этом разъяснения преподавателя в индивидуальном порядке.

Конкретный объем изучаемого материала и вопросы, выносимые на промежуточную аттестацию, устанавливаются преподавателем согласно конкретной рабочей программе. Так, для получения общего представления студентам профиля 080206.62 "Производственный менеджмент" (в горной промышленности) достаточно освоить, например 2-3 системы разработки, а студентам специализации 130401.65 "Подземная разработка пластовых месторождений" необходимо освоить весь материал данного учебного пособия в полном объеме.

ТЕМА № 1. ФОРМЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЗАЛЕГАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ЗАПАСЫ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. ПОНЯТИЕ О ШАХТНОМ ПОЛЕ

Цель занятия: Изучение терминологических основ понятий о полезных ископаемых, пустых породах, формах и элементах их залегания, запасах, потерях, а также основных конфигураций шахтных полей.

Формы и элементы залегания полезных ископаемых.

Земная кора (или литосфера) – это каменная оболочка земли, ограниченная сверху гидросферой или атмосферой, а снизу – мантией.

Земная кора состоит из горных пород. Они подразделяются на коренные и наносы. Коренные породы – это породы, залегающие на месте своего первоначального образования и не подвергшиеся разрушению, по происхождению они делятся на магматические, осадочные и метаморфические. Наносы – это рыхлые осадочные породы, которые образовались в результате разрушения коренных пород.

Все горные породы, содержащиеся в земной коре, подразделяются на полезные ископаемые и пустые породы. Полезными ископаемыми называются естественные природные минеральные образования органического и неорганического происхождения, которые могут быть использованы человеком с достаточным экономическим эффектом. Понятие "полезное ископаемое" – относительное, так как, одно и тоже минеральное образование, в зависимости от содержащегося количества в объёме, имеет, либо не имеет промышленного значения.

Естественное скопление ископаемого в земной коре, занимающее определённый объём в ней, называется месторождением полезного ископаемого. Месторождения могут быть коренными и россыпными.

Месторождения твёрдых полезных ископаемых подразделяются на залегания правильной и неправильной формы. К правильным, обычно, относятся месторождения осадочного происхождения – пласты и пластообразные залежи. Неправильную форму залегания имеют, как правило, рудные месторождения,

которые залегают в виде жил, гнёзд, линз, штоков, трубок – все они представляют трещины, либо полости в земной коре, заполненные минеральным веществом (рис.1.1).

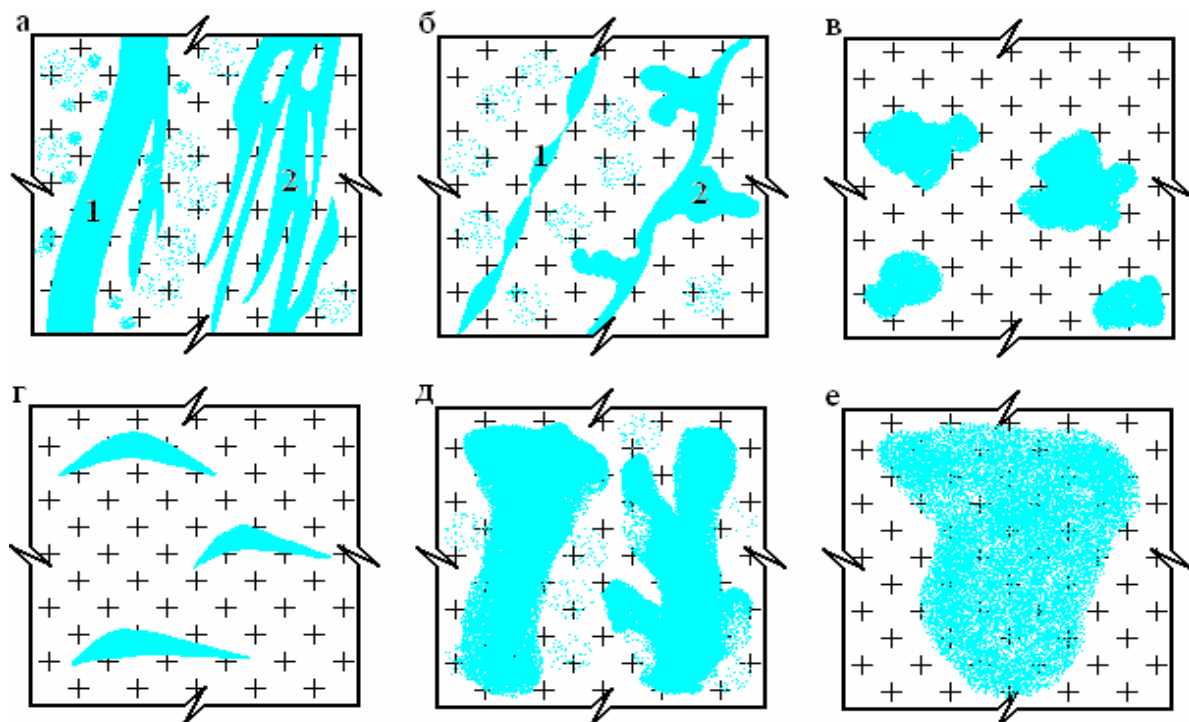


Рис. 1.1. Формы рудных тел (вертикальные разрезы):
 а – жила простая (1) и сложная (2); б – жила четковидная (1) и камерная (2); в – гнёзда; г – линзы; д – штоки; е – трубка

Пласты осадочных пород в период образования залегают более или менее горизонтально, но под действием тектонических процессов в период образования, или позднее, первоначальное залегание нарушалось в той или иной степени (рис.1.2).

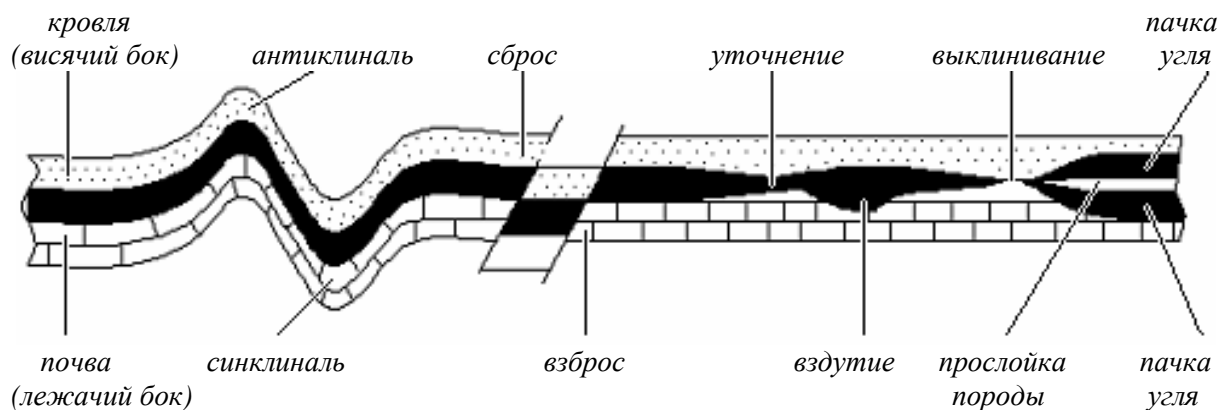


Рис. 1.2. Виды нарушений залегания пластовых месторождений

Положение месторождений в земной коре определяется элементами залегания (рис. 1.3). К ним относятся: простирание и падение.

Простирание – протяженность залежи в длину. Размер залежи, измеренный в этом направлении, называется размером по простиранию и в горном деле обозначается как S .

Линия простирания – линия пересечения залежи с горизонтальной плоскостью.

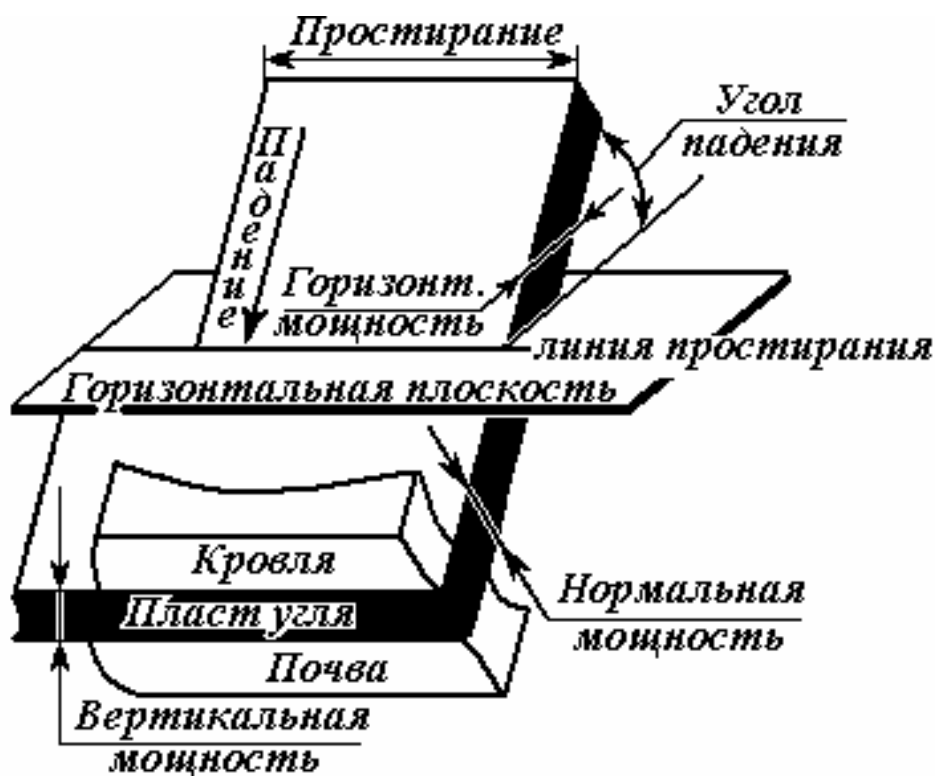


Рис. 1.3. Элементы залегания залежей полезных ископаемых

Линия падения – линия, лежащая в плоскости залежи перпендикулярно линии простирания. Направление линии падения называется падением залежи. Размер залежи, измеренный в этом направлении, называется размером по падению – H .

Угол падения – угол, измеренный между линией падения залежи и горизонтальной плоскостью, обозначается – α .

Породы, залегающие над залежью полезного ископаемого и ниже залежи, называются, соответственно, кровлей и почвой.

Мощность залежи – расстояние, измеренное между кровлей и почвой. Мощности, измеренные по нормали, по горизонтали и по вертикали называются, соответственно, нормальными, горизонтальными и вертикальными.

При подземной разработке угольные пласты и рудные месторождения классифицируются по углу падения (табл. 1.1) и мощности (табл. 1.2). Классификация по углу падения принята исходя из средств транспортировки полезного ископаемого по выработкам, по мощности – исходя из принимаемой технологии ведения очистной выемки.

Таблица 1.1

Классификация залежей полезных ископаемых по углу падения

Тип залежи по углу падения	Угол падения залежи, град.	
	угольных пластов	рудных месторождений
Горизонтальная	–	$0 \div 5$
Пологая	$0 < \alpha \leq 18$	$5 < \alpha \leq 25$
Наклонная	$18 < \alpha \leq 35$	$25 < \alpha \leq 45$
Крутонаклонная	$35 < \alpha \leq 55$	–
Крутая	$\alpha > 55$	$\alpha > 45$

Таблица 1.2

Классификация залежей полезных ископаемых по мощности

Тип залежи по углу падения	Мощность залежи, м	
	угольных пластов	рудных месторождений
Весьма тонкая	$m \leq 0,7$	$m \leq 0,6$
Тонкая	$0,7 < m \leq 1,2$	$0,6 < m \leq 2$
Средней мощности	$1,2 < m \leq 3,5$	$2 < m \leq 5$
Мощная	$m > 3,5$	$5 < m \leq 20$
Весьма мощная	–	$m > 20$

Запасы полезных ископаемых.

Количество полезного ископаемого, находящееся в недрах его месторождения, называют запасами. В зависимости от вида полезного ископаемого, запасы оцениваются в: m^3 – природный газ, нерудные полезные ископаемые, строительные материалы; т – нефть, уголь, руды; кг – благородные металлы, редкие элементы; кар – драгоценные камни, жемчуг (1 кар = 0,2 г).

Различают несколько категорий запасов и потерь в шахтном поле (рис. 1.4). Общие запасы месторождений (шахтного поля) называют геологическими. Геологические запасы ($Z_{\text{геол}}$) делят на балансовые ($Z_{\text{бал}}$) и забалансовые ($Z_{\text{заб}}$).

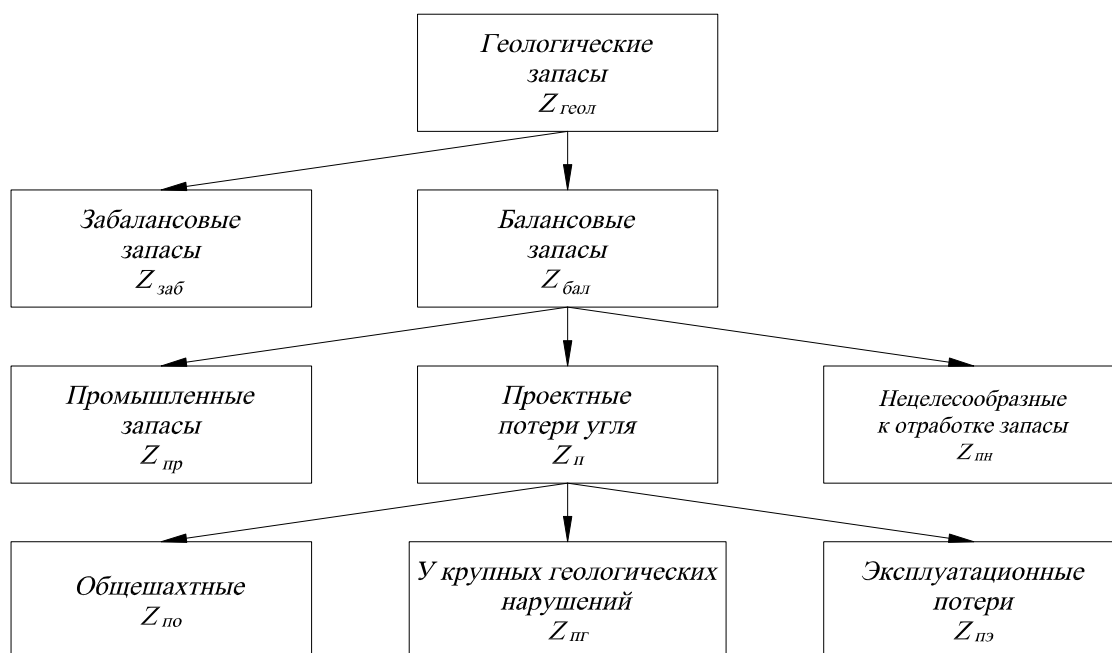


Рис. 1.4. Классификация запасов и потерь угольных месторождений

Забалансовые запасы – запасы, которые разведаны и изучены, но отработка которых нецелесообразна при современном уровне развития техники, технологии добычи и обогащения (причины: малая мощность пластов, сложность залегания, высокая зольность).

Балансовые запасы – разведанные и изученные запасы, отработка которых целесообразна в настоящее время. Однако не все балансовые запасы будут извлечены. Принято делить балансовые запасы на: промышленные запасы ($Z_{пр}$), запасы нецелесообразные к отработке ($Z_{пн}$) и проектные потери ($Z_{п}$).

Промышленными запасами называют часть балансовых запасов, которые подлежат непосредственному извлечению и выдаче на поверхность.

Запасы, нецелесообразные к отработке – участки балансовых шахтопластов, особенно при их неправильной конфигурации, которые нецелесообразно отрабатывать по технологии, применяемой по данной шахте (участки небольшой площади, непрямоугольной формы и др.). Хотя эти участки шахтопласта не несут в себе функцию охранных целиков, их могут оставлять из-за нецелесообразности разработки.

Различают следующие виды потерь:

- общешахтные $Z_{по}$;
- эксплуатационные $Z_{пэ}$;
- потери у крупных геологических нарушений $Z_{пг}$.

В основном потери – это целики различного назначения.

Общешахтные потери – потери в целиках:

- а) барьерных (между соседними шахтными полями, у затопленных зон и т.д.);
- б) под охранные объекты на поверхности;
- в) под вскрывающие и подготовительные горной выработки, имеющие общешахтные значения.

Эксплуатационные потери:

- а) в целиках, зависящих от применяемой системы разработки (охрана выемочных выработок, "клинья");
- б) потери по мощности пласта при его неполной выемке;
- в) потери угля от переизмельчения при транспортировке от забоя до поверхности.

Также оставляют целики у крупных геологических нарушений ($Z_{пг}$), переход которых очистным комплексом затруднителен или невозможен.

Распределение запасов и потерь при разработке рудных месторождений полезных ископаемых представлено на рис. 1.5.

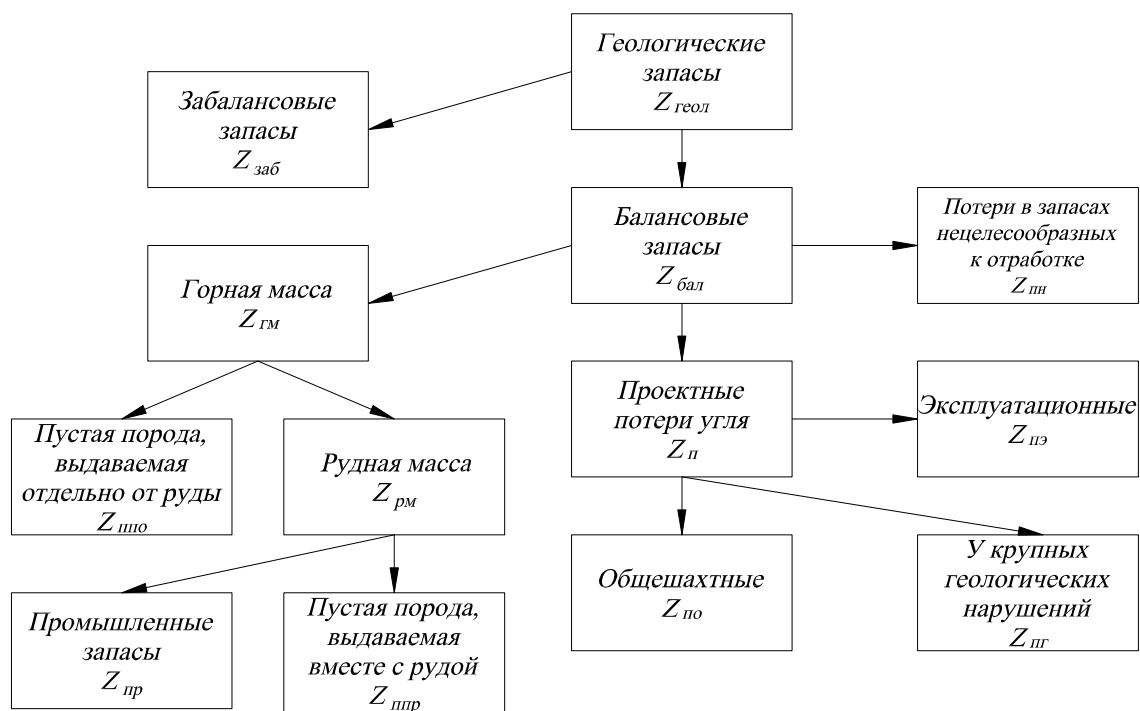


Рис. 1.4. Классификация запасов и потерь рудных месторождений

Понятие о шахтном поле.

Каждая шахта ведёт горные работы в пределах определённой части земной коры. В связи с этим различают такие понятия: горный отвод, шахтное поле, земельный отвод (рис. 1.6).

Горный отвод – это часть недр, от пластов до поверхности, предоставленная горнодобывающему предприятию для промышленной разработки.

Шахтное поле – это часть месторождения полезных ископаемых, выделенная для разработки одной шахте.

Земельный отвод – это часть земной поверхности, которая передается горнодобывающему предприятию на временное пользование.

На практике, в горной промышленности при составлении различной документации, чаще пользуются понятием "горный отвод".

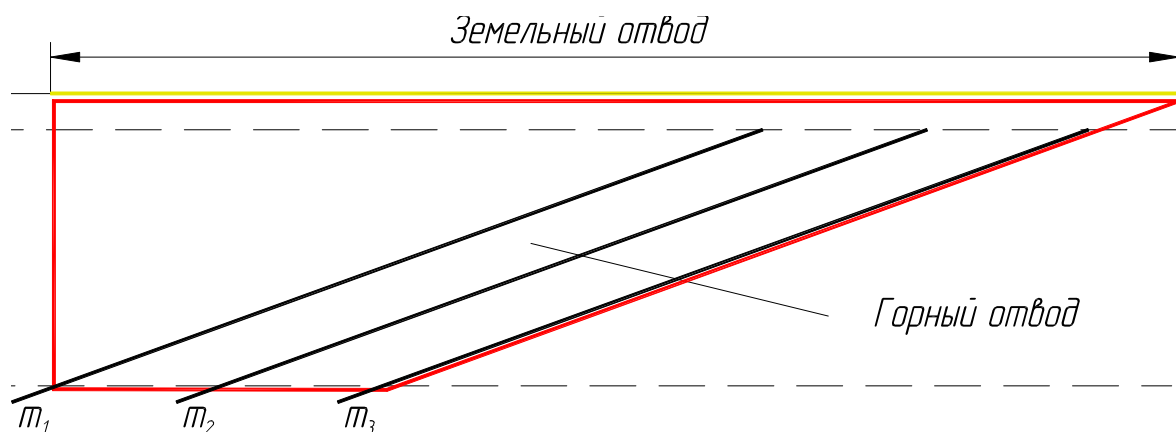


Рис. 1.6. Вертикальный разрез с нанесенными границами земельного отвода (желтый цвет) и горного отвода (красный цвет)

Параметрами шахтного поля являются:

S – размер по простиранию, м. или км.;

H – размер по падению, м. или км.;

n – число пластов, шт;

t – мощность пластов, м;

l – расстояние между пластами, м;

α – угол падения.

Шахтное поле имеет границы: верхняя (по восстанию); нижняя (по падению); боковые (по простиранию).

Поля современных шахт (давно действующих и новых) имеют различные размеры S и H , но наиболее характерны следующие значения этих параметров:

- пологое и наклонное падение $S = 3 \div 12$ км, $H = 1 \div 2,5$ км;
- крутое и крутонаклонное падение S до 4 км, H до $0,6 \div 0,8$ км.

Шахтные поля могут иметь различную конфигурацию. Наиболее удобные для разработки – шахтные поля прямоугольной формы с пластами, имеющими выдержанные элементы залегания и выдержанные размеры по простиранию S и по падению H . Однако такие конфигурации встречаются не всегда. В основном шахтные поля имеют неправильные формы: невыдержанные элементы залегания пластов, различные размеры S и H каждого пласта, наличие крупных геологических нарушений (граница выбирается по нарушению) или наличие охранных объектов на поверхности, под которыми нельзя вести разработку и т.д.

Конфигурация шахтных полей.

Для шахтных полей угольных шахт характерны несколько вариантов конфигурации. Рассмотрим 5 основных вариантов, разделение на которые произведем условно (в учебных целях), в зависимости от угла падения пластов и наличия складчатости. Такое условное разделение отражает и фактические конфигурации шахтных полей действующих шахт.

Моноклиналиное залегание пластов с углом падения более 12° .

Это "классический" вариант шахтного поля правильной конфигурации (рис 1.7). Он характерен для многих шахт (ш. Первомайская, ш. Березовская и др.).

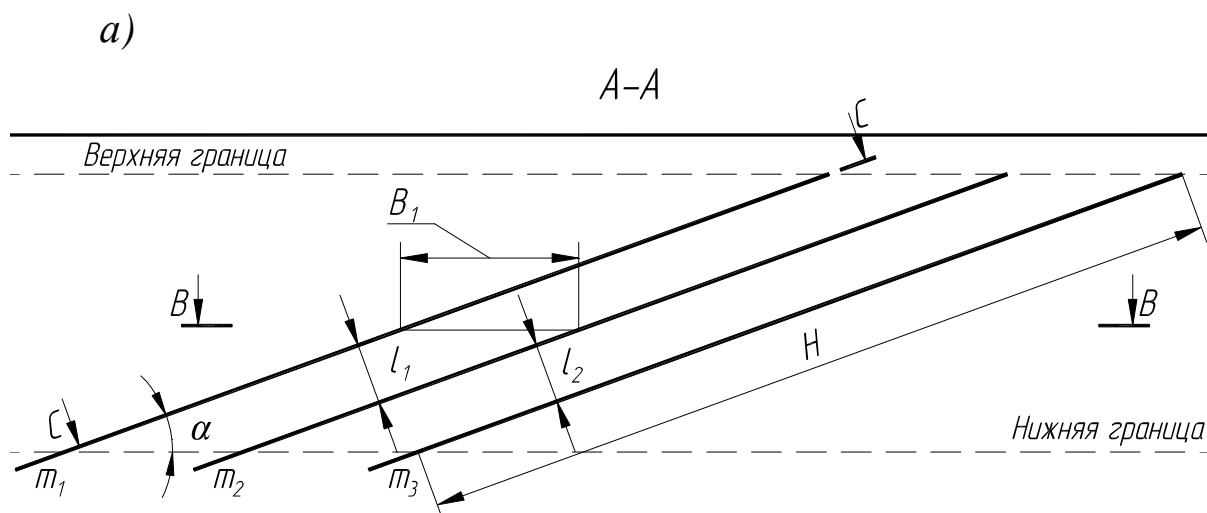


Рис.1.7. Моноклиналиное залегание пластов с углом падения более 12°

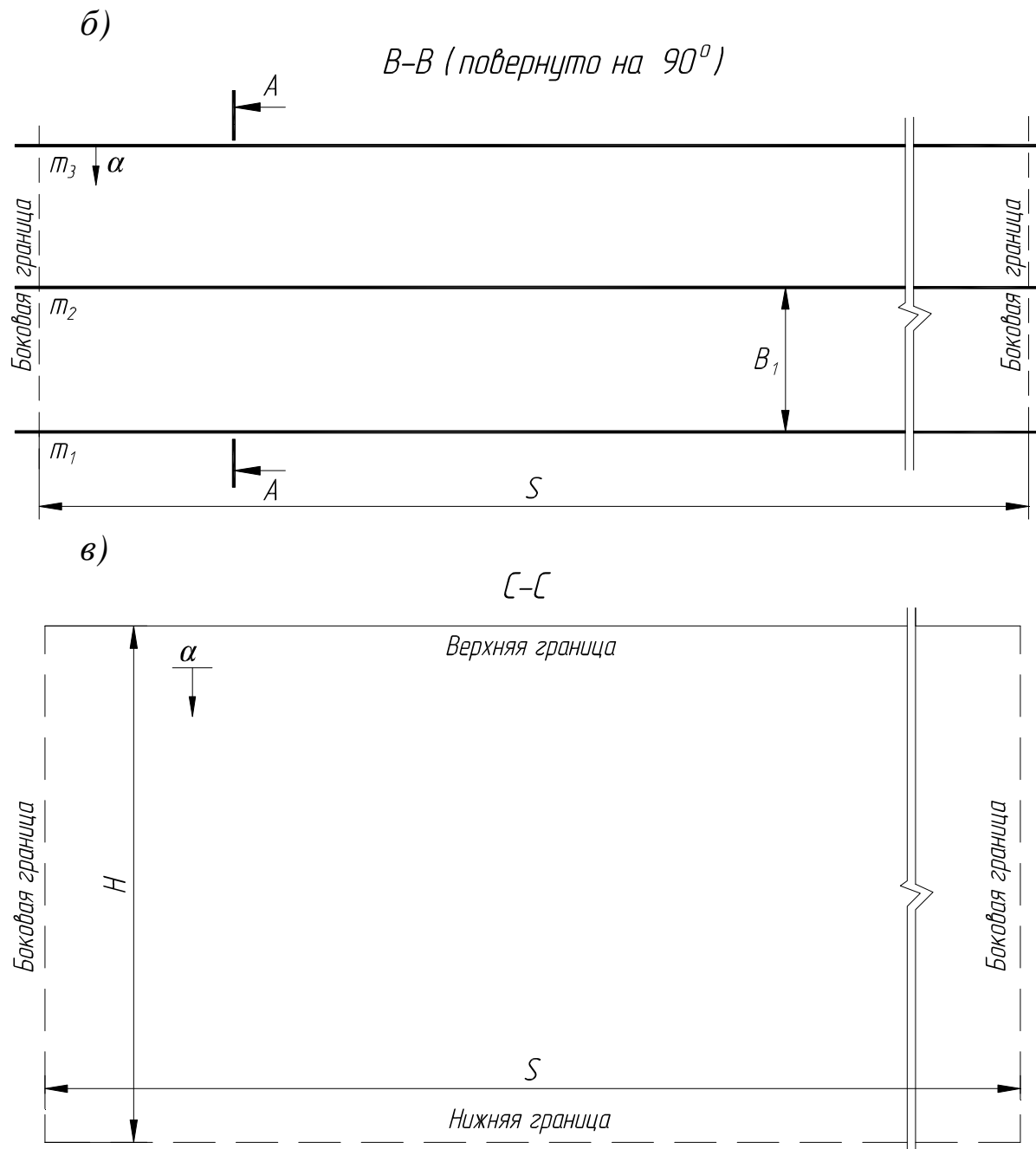


Рис.1.7. Продолжение:

а – вертикальный разрез (схема вскрытия); б – план транспортного горизонта (план выхода пластов под наносы, схема подготовки, горизонтальная схема вскрытия); в – вид в плоскости пласта (система разработки)

Особенности этой конфигурации: приблизительно одинаковые размеры S и H пластов; размер по падению пластов ограничен горизонтальной плоскостью (нижней границей). Возможен вариант такой конфигурации с различным размером S по пластам (рис. 1.8). Следует отметить, что для всех рассматриваемых конфигура-

ций шахтных полей возможен как вариант представленный на рис. 1.7 б, так и вариант, как на рис. 1.8 (встречается чаще).

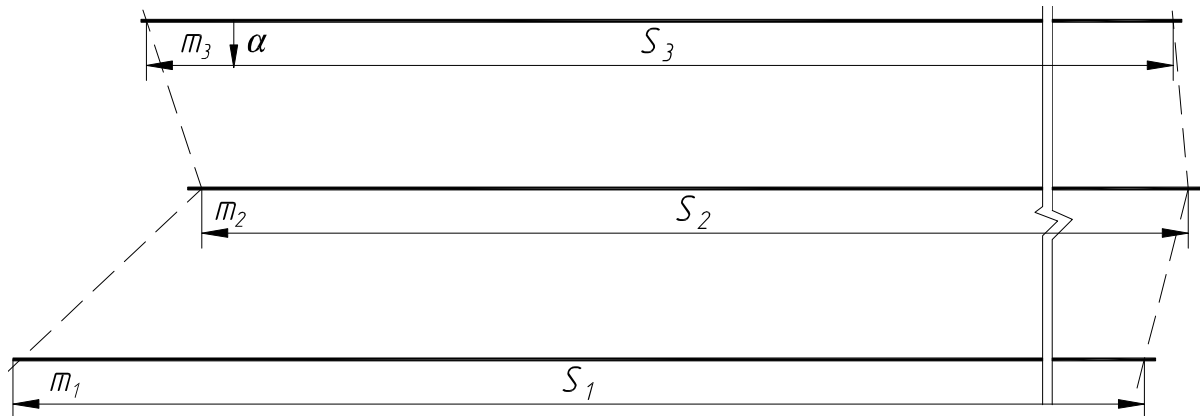


Рис. 1.8. План транспортного горизонта при различном размере S

Моноклиналиное залегание пластов с углами падения от 6 до 12°.

Шахтные поля такой конфигурации характерны (рис. 1.9) для Ленинск-Кузнецкого района (ш. Комсомолец, ш. им. А. Д. Рубана), шахт юга Кузбасса (ш. Распадская, ш. им. В. И. Ленина) и др. Особенности этой конфигурации: различный размер H , который ограничен вертикальной плоскостью, при этом нижней границей является почва нижнего пласта.

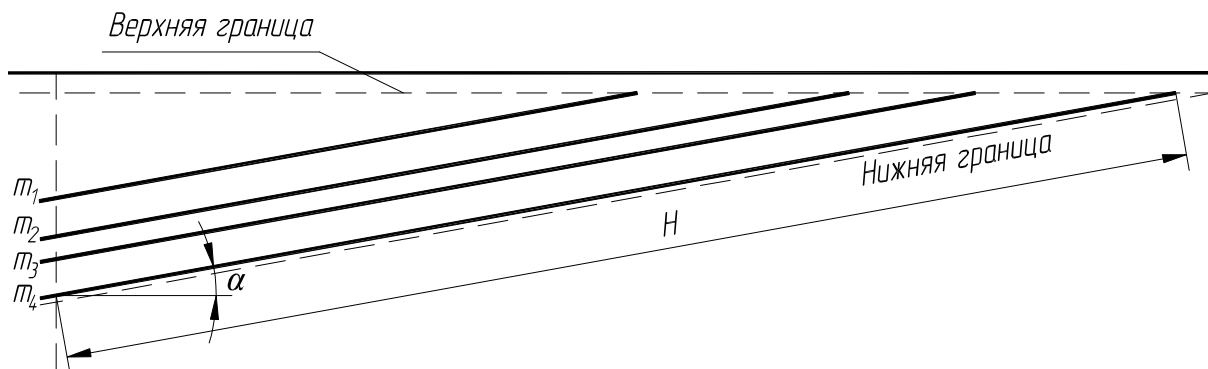


Рис. 1.9. Моноклиналиное залегание пластов с углами падения от 6 до 12°

Моноклиналиное залегание пластов с углами падения до 6°.

Особенность такой конфигурации – отсутствие выходов пластов под наносы (ш. Южная). Нижней границей шахтного поля является почва нижнего пласта, по падению пласты ограничены двумя вертикальными плоскостями, верхней границей является кровля верхнего пласта (рис. 1.10).

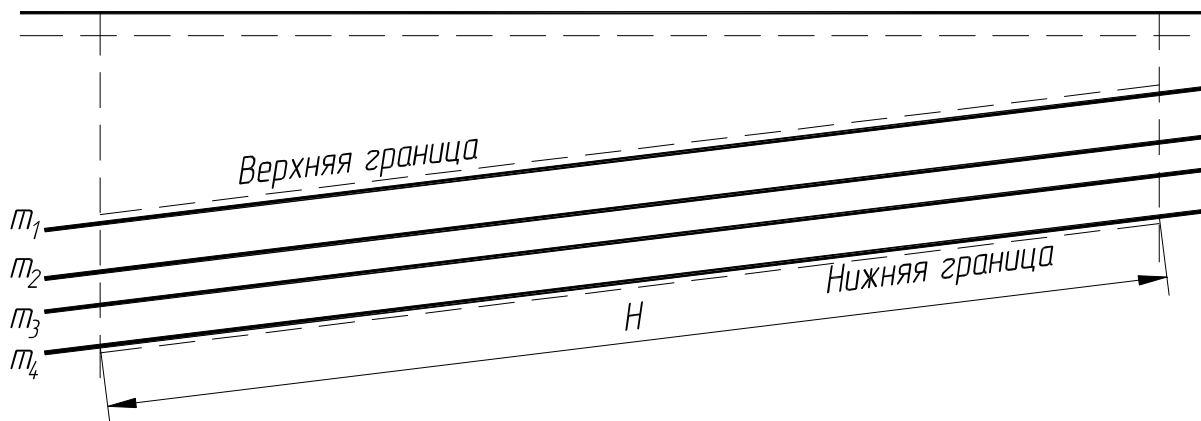


Рис. 1.10. Моноклинальное залегание пластов с углами падения менее 6°

Антиклинальное залегание.

Для таких шахтных полей (рис. 1.11.) характерно отсутствие выходов пластов под наносы (выход пластов под наносы может быть только у верхних пластов). Нижняя граница – горизонтальная плоскость, верхняя граница – кровля верхнего пласта.

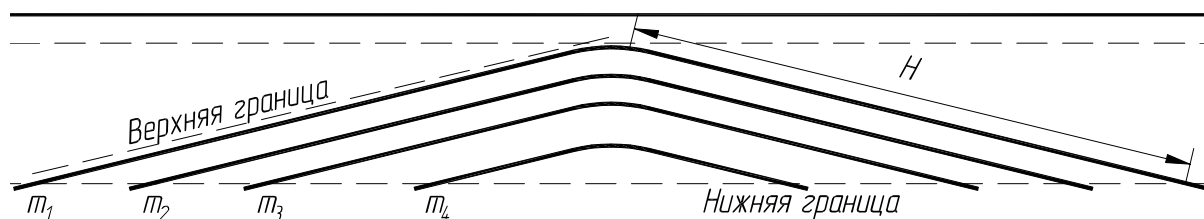


Рис. 1.11. Антиклинальное залегание

Синклинальное залегание.

Верхней границей является выход пластов под наносы; нижняя граница – почва нижнего пласта (шахта им. С. М. Кирова, им. 7 Ноября и др.).

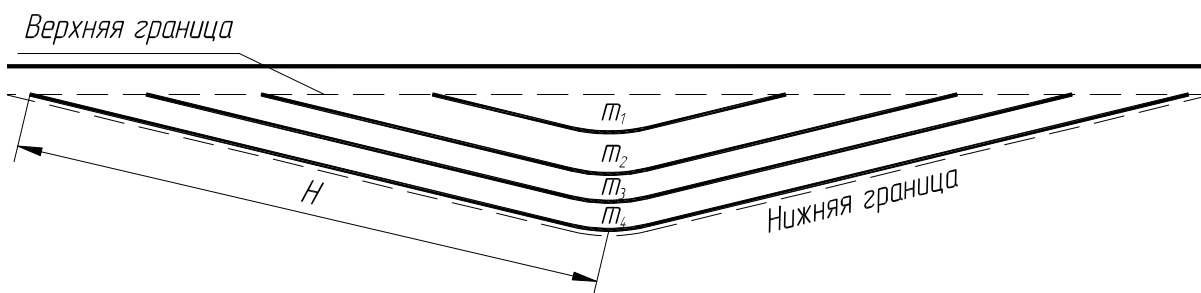


Рис. 1.12. Синклинальное залегание

Общая особенность обеих складок: наличие двух крыльев складки, в каждой из которых пласты имеют различные размеры по падению H .

Представленные на рис. 1.11 и 1.12 варианты складок идеализированы. Чаще всего, крылья складок имеют различные элементы залегания и размеры (ш. Чертинская-Коксовая).

Примеры контрольных вопросов

1. Что называют земной корой?
2. Что называют полезными ископаемыми?
3. Какие нарушения залегания пластов рассмотрены в этой теме?
4. Назовите элементы залегания пластов.
5. Как называются запасы, которые подлежат непосредственному извлечению и выдаче на поверхность.
6. Назовите виды потерь.
7. Что называют шахтным полем?
8. Назовите параметры шахтного поля.

ТЕМА № 2. ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Цель занятия: изучение классификации, терминологии горных выработок и их расположения в земной коре.

Работы по извлечению залежей полезных ископаемых называются горными работами. В результате ведения горных работ в толще полезного ископаемого или пустых пород образуются полости. Горные выработки – полости в толще полезных ископаемых и пустых пород, образующиеся в результате ведения горных работ.

Подземные горные выработки могут быть классифицированы по тем или иным признакам. Основные классификационные признаки горных выработок следующие.

По общему назначению:

- разведочные – служащие для поиска и разведки полезных ископаемых;
- эксплуатационные – служащие для разработки месторождений полезных ископаемых.

По основному функциональному назначению эксплуатационные выработки разделяют на служащие для:

- транспорта полезного ископаемого (конвейерные или откаточные);
- транспорта вспомогательных грузов (материалы, оборудование, люди);
- подачи свежего и выдачи исходящего воздуха (соответственно воздухоподающие и вентиляционные);
- удаления воды (дренажные);
- отвода метановоздушной смеси (газодренажные);

По положению в пространстве: вертикальные, горизонтальные, наклонные.

По положению относительно залежи полезного ископаемого – проведенные: вкрест линии простирания, вдоль линии простирания, вдоль линии падения (восстания), под углом к линии падения (восстания).

Все подземные горные выработки классифицируют на выработки имеющие или не имеющие непосредственный выход на дневную поверхность.

Согласно стадиям разработки месторождения, различают вскрывающие, подготовительные и очистные выработки.

Ввиду большого количества классификационных признаков затруднительно отразить все аспекты классификации горных выработок в одной графической интерпретации. Поэтому, в специализированной литературе представлены различные подходы к освещению этого вопроса. Один из видов классификации показан на рис. 2.1. В его основу заложен еще один классификационный признак – тип выработки. В эту блок-схему включены выработки, используемые при разработке угольных и рудных месторождений.

Каждая горная выработка имеет свое терминологическое определение. В основе большинства этих определений лежат 4 классификационных признака (из рассмотренных выше). Это:

- положение в пространстве;
- наличие или отсутствие непосредственного выхода на дневную поверхность;
- положение относительно простирания или падения пласта;
- основное функциональное назначение.

Следует отметить, что практически во всех выработках проходит воздух, могут передвигаться люди и грузы и т.д. Однако в определении горной выработки отражается именно основное назначение. Это назначение, как правило, также отражается в названии выработки. Поэтому названия всех горных выработок состоят, минимум, из двух слов (например, воздухоподающий ствол), многих выработок – из двух слов и цифрового обозначения (например, конвейерный штрек 18-10).

Далее представлены определения горных выработок, составленные описанным выше образом и сгруппированные согласно основному классификационному признаку блок-схемы на рис. 2.1.

Протяженные горные выработки

Ствол (ствол, ствол шахты, шахта) — вертикальная или наклонная горная выработка, имеющая непосредственный выход на дневную поверхность и предназначенная для:

- выдачи полезного ископаемого из шахты – *главный ствол* (скиповой или конвейерный);

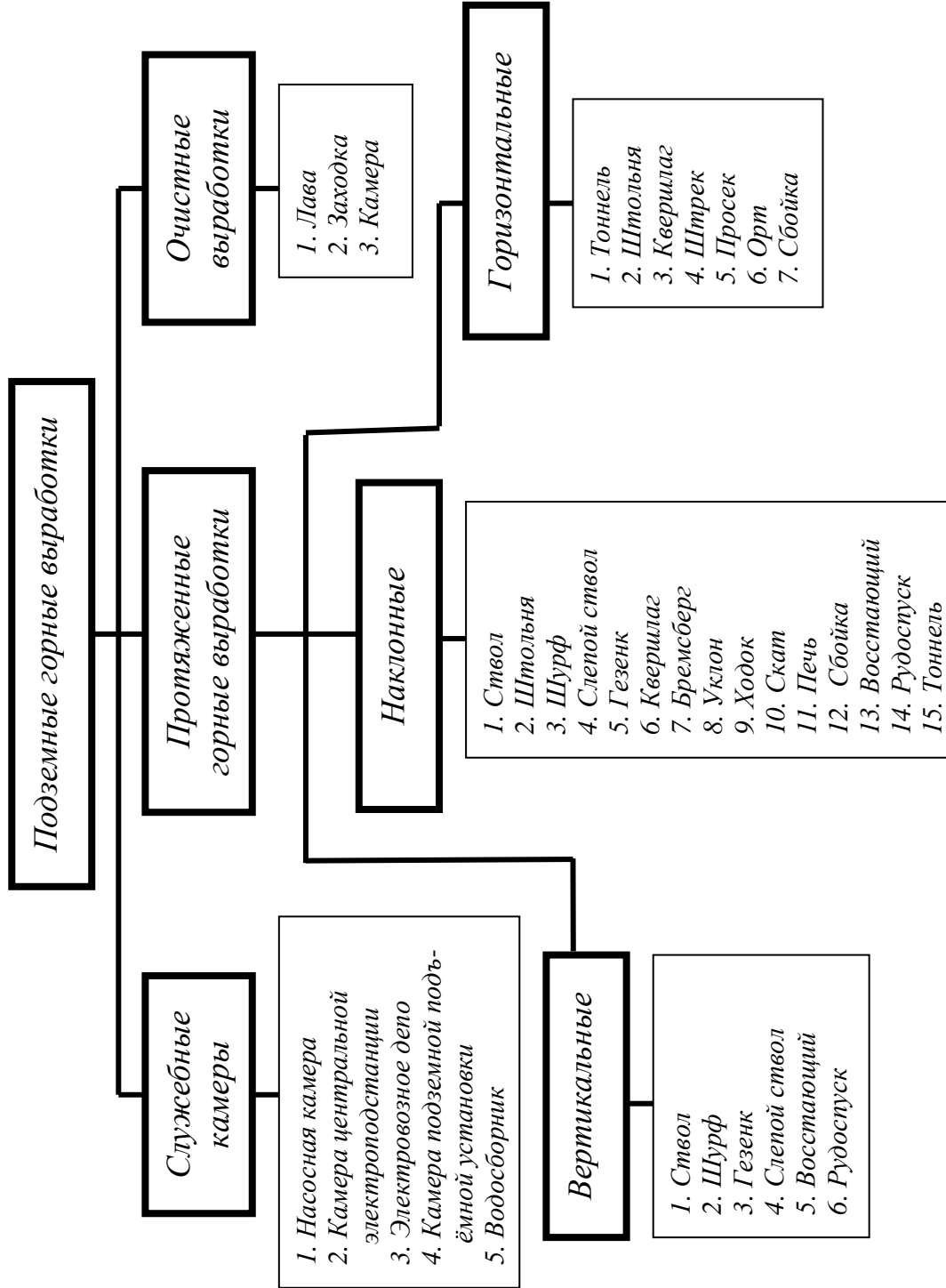


Рис. 2.1. Классификация подземных горных выработок

- спуска-подъёма людей, выдачи пустой породы, доставки материалов и оборудования – *вспомогательный ствол* (клетье-вой, грузовой или людской);
- подачи свежего воздуха в шахту – *воздухоподающий ствол*;
- отвода исходящей струи воздуха из шахты – *вентиляционный ствол*.

Штольня – горизонтальная или наклонная горная выработка, проводимая в условиях гористой местности, имеющая непосредственный выход на дневную поверхность, расположенная в крест или вдоль линии простирания полезного ископаемого и предназначенная для различных целей. По главному функциональному назначению штольня может быть: главной, вспомогательной, воздухоподающей, вентиляционной и т. д.

Шурф – вертикальная или наклонная подземная горная выработка, имеющая непосредственный выход на дневную поверхность, проведённая в пределах наносов с поверхности земли и предназначенная для: спуска-подъёма людей и грузов, выдачи исходящей струи воздуха из шахты, использования в качестве аварийного (запасного) выхода из шахты.

Слепой ствол – вертикальная или наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность. По главному функциональному назначению слепой ствол также может быть: главный, вспомогательный, воздухоподающий, вентиляционный и т. д.

Расположение стволов относительно пластов представлено в теме № 4.

Гезенк – вертикальная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность и предназначенная для транспортировки угля сверху вниз под действием гравитации.

Квершлаг – горизонтальная или наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, пройденная в крест линии простирания полезного ископаемого и предназначенная для различных целей. По главному функциональному назначению квершлаг может быть: главный, вспомогательный, воздухоподающий, вентиляционный и т. д.

Бремсберг – наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, расположенная вдоль линии падения пласта (или под углом к ней), проводимая по пласту или вмещающим его породам, предназначенная для транспортировки угля сверху вниз с помощью механических транспортных средств (преимущественно ленточных конвейеров).

Уклон – наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, расположенная вдоль линии падения пласта (или под углом к ней), проводимая по пласту или вмещающим его породам, предназначенная для транспортировки угля снизу вверх с помощью механических транспортных средств (преимущественно ленточных конвейеров).

Ходок (при бремсберге, уклоне) – наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, расположенная вдоль линии падения пласта (или под углом к ней), проводимая по пласту или вмещающим его породам, предназначенная для транспортировки, передвижения и перевозки людей (*людской ходок*), грузов (*грузовой ходок*), а также подачи свежего воздуха для проветривания забоев и выдачи исходящей струи.

Штрек – горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, пройденная вдоль линии простирания полезного ископаемого и предназначенная для различных целей. По главному функциональному назначению штрек может быть: конвейерный откаточный, вентиляционный, главный, дренажный и т. д. Штрек, проведённый по пласту угля называется *пластовым*; проведённый по рудной залежи – *рудным*. Штрек, проведённый по пустым породам, называют *полевым*.

Скат – наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, расположенная вдоль линии падения пласта (или под углом к ней), проводимая по пласту или вмещающим его породам и предназначенная для транспортировки вниз полезного ископаемого или закладочного материала под действием гравитации.

Печь - наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, расположенная вдоль линии падения пласта (или под углом к ней), проводимая по пласту или вмещающим его породам и предназначенная для различных целей. По главному функциональному назначению печи бывают: *углеспускные; ходовые; вентиляционные.*

Печь, соединяющая ярусный конвейерный и вентиляционный штреки по перпендикуляру, называется *разрезной*; под углом $55\div 65^\circ$ – *диагональной*. Из разрезной печи, в дальнейшем, сооружают монтажную камеру. Диагональные печи проводят для облегчения транспортировки отбитой горной массы и проветривания при проходке штреков.

Печь отличается от *ската* количеством отделений. Печь имеет одно, скат – два или три отделения.

Просек – горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, проводимая параллельно штреку, обычно без подрывки боковых пород и предназначенная для проветривания штреков в период их проходки.

Орт – горизонтальная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, проводимая в толще рудной залежи или мощного пласта, вкрест линии простирания или под и предназначенная для различных целей. По главному функциональному назначению орты бывают: *откаточные, буровые, вентиляционные* и т.д.

Сбойка – вертикальная, горизонтальная или наклонная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, проводимая между двумя параллельными наклонными или горизонтальными горными выработками и предназначенная для обеспечения транспортной и аэродинамической связи между этими выработками.

Восстающий – вертикальная или крутонаклонная выработка, не имеющая непосредственного выхода на земную поверхность, проведенная *по рудному телу* или пустым породам и служащая для: перемещения грузов и людей с одного горизонта на другой, вентиляции и других целей при ведении очистных работ в блоке.

Рудоспуск – вертикальная или крутонаклонная горная выработка, предназначенная для перепуска руды или рудной массы сверху вниз под действием гравитации. Рудоспуск, предназначенный для перепуска руды или рудной массы из нескольких горизонтов на общий – концентрационный горизонт, называется *капитальным*.

Тоннель – горизонтальная или наклонная горная выработка, проводимая в гористой местности и имеющая два непосредственных выхода на дневную поверхность.

Служебные камеры

Служебная камера – вертикальная, наклонная или горизонтальная подземная горная выработка, не имеющая непосредственного выхода на дневную поверхность, у которой протяженность, ширина и высота – величины одного порядка. Камера проводится по полезному ископаемому или пустым породам и предназначена для различных целей. По главному функциональному назначению различают следующие камеры: **насосная камера**, камера для электрооборудования **камера ожидания**, и т. д. Несколько камер различного назначения располагают около сопряжения стволов с главными транспортными (воздухоподающими) выработками шахты. Они входят в структуру околоствольного двора.

Очистные выработки

Очистной забой – выработка, в которой происходит массовая отбойка (добыча) полезного ископаемого. Очистной забой угольной шахты, оборудованный очистным механизированным комплексом (см. тему 7) называют *лавой*. Такие очистные выработки характерны для систем разработки длинными столбами (см. тему 6).

Заходка – горизонтальная или наклонная выработка, формируемая комбайном за один заход, отбойка полезного ископаемого в которой ведется проходческим комбайном или комбайном типа "Continuous miner" (рис. 3.2). Ширина заходки, приблизительно, равна ширине погрузочной части комбайна. Заходки характерны для камерно-столбовых систем разработки.

Камера – горизонтальная или наклонная выработка формируемая комбайном за несколько заходов, отбойка полезного ископаемого в которой ведется проходческим комбайном или комбайном типа "Continuous miner". Ширина камеры больше ширины погрузочной части комбайна. Камеры характерны для камерных систем разработки.

Отдельно следует представить классификацию выработок согласно стадиям разработки. Это одна из наиболее часто применяемых классификаций, и её знание является обязательным при изучении технологии подземных горных работ.

Вскрывающие горные выработки – это выработки, по которым осуществляется доступ к месторождению или его частям. Они служат для вскрытия месторождений полезных ископаемых. Вскрывающие выработки проводятся при строительстве горных предприятий и, как правило, служат весь срок его работы. Вскрывающие выработки: ствол, штольня, гезенк, квершлаг, шурф, тоннель.

Подготовительные горные выработки – это выработки, служащие для подготовки месторождений к очистной выемке. Подготовительные выработки проводятся от вскрывающих выработок или от подготовительных выработок, проведенных ранее. Подготовительные выработки: бремсберг, уклон, ходок, штрек, скат, печь, просек, сбойка, восстающий, рудоспуск.

Очистные выработки: очистной забой, заходка, камера.

На рис. 2.2 и 2.3 представлены примеры технологической схемы угольной шахты. В этих примерах представлен ряд горных выработок, определения которых рассмотрены выше. Следует отметить, что данные рисунки отражают принципиальное расположение выработок в пространстве и относительно друг друга. В реальности такое состояние горных работ не характерно для современных угольных шахт. Например, на рис. 2.2 изображены 4 очистных забоя. На современных шахтах в работе находится, как правило, один очистной забой, в уклонной или бремсберговой части шахтного поля. В темах 4, 5, 6 данного пособия представлены графические материалы, содержащие конкретные примеры схем и систем, характерные для современных шахт.

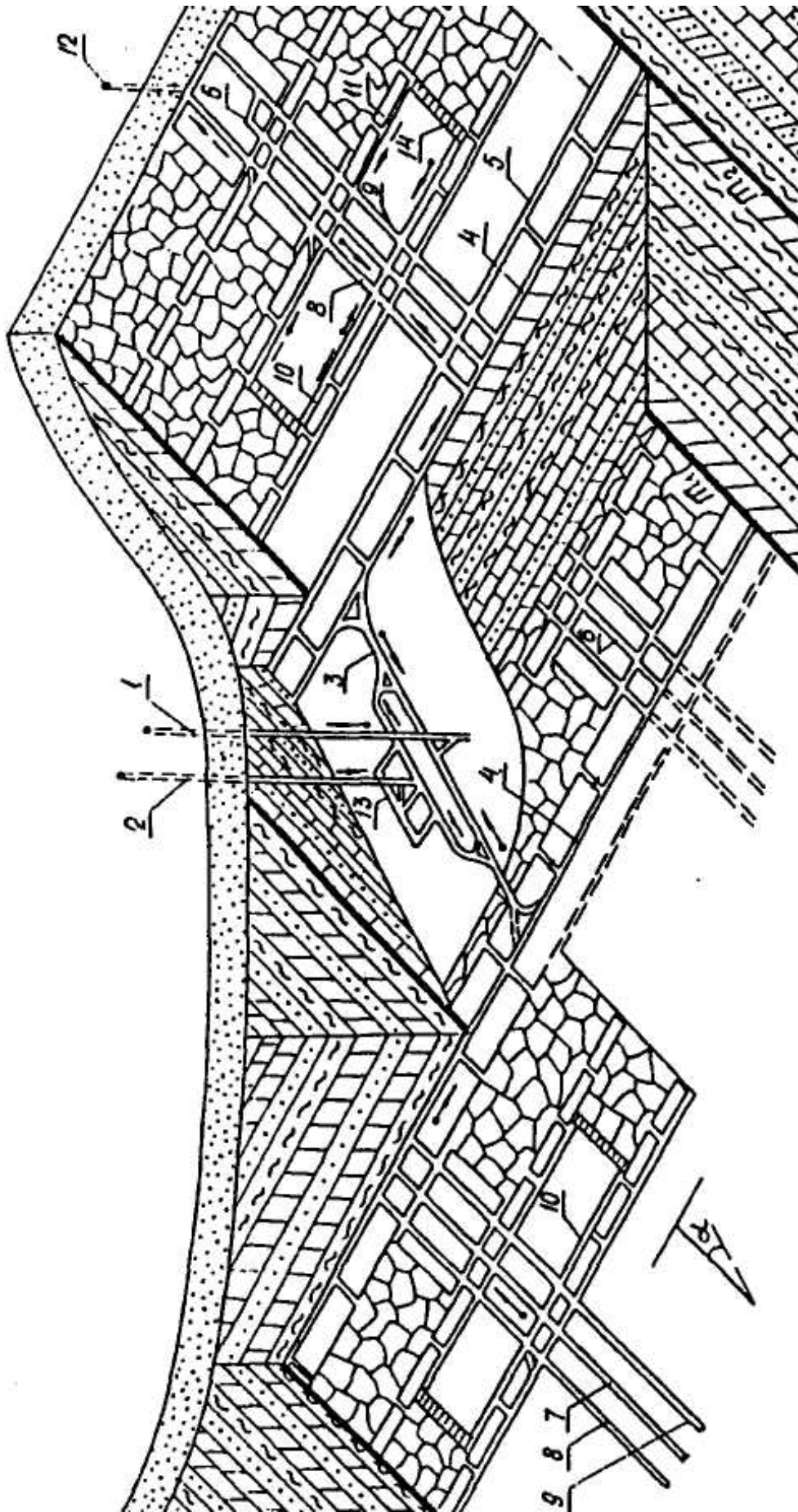


Рис. 2.2. Схема угольной шахты (аксонометрия):

1 – главный скиповый ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – главный откаточный кверцлаг; 4 – планетарный откаточный штрек; 5 – просек; 6 – бремсберг; 7 – уклон; 8 – грузовой ходок; 9 – людской ходок; 10 – ярусный конвейерный штрек; 11 – ярусный вентиляционный штрек; 12 – шурф; 13 – околостольный двор; 14 – очистной забой

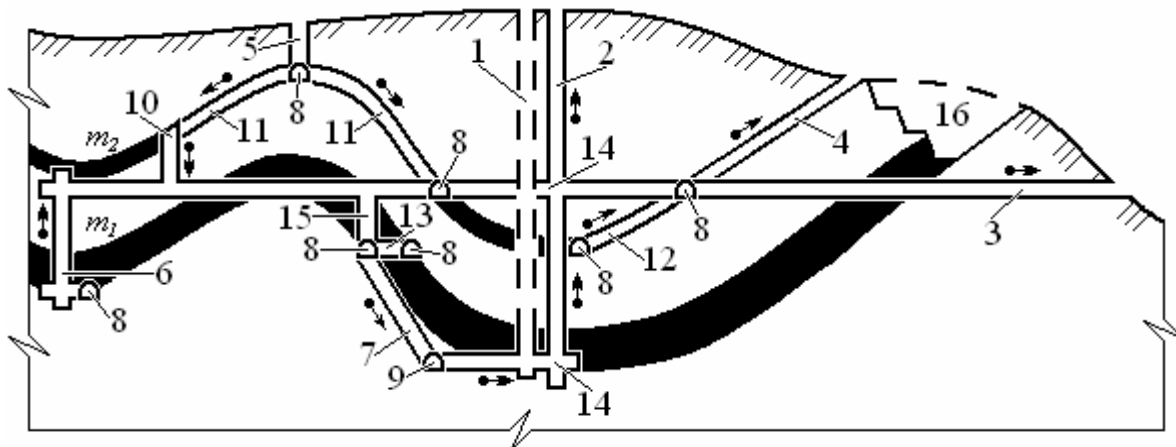


Рис. 2.3. Схема угольной шахты (разрез вкрест простирания):

1 – вспомогательный клетевой ствол; 2 – главный скиповый ствол; 3 – главная штольня; 4 – главный наклонный ствол; 5 – вентиляционный ствол; 6 – слепой ствол; 7 – скат; 8 – пластовый штрек; 9 – полевой штрек; 10 – гезенк; 11 – бремсберг; 12 – уклон; 13 – орт; 14 – околоствольный двор; 15 – вентиляционная печь; 16 – угольный разрез

Примеры контрольных вопросов

1. Что называют горной выработкой?
2. Назовите основные классификационные признаки горных выработок.
3. На какие группы можно разделить эксплуатационные выработки по основному функциональному назначению?
4. Что лежит в основе терминологического определения горной выработки?
5. Дайте определение квершлага.
6. Покажите квершлаг на рис. 2.2.
7. Назовите подготовительные выработки, рассмотренные в этой теме. Какие из них изображены на рис. 2.2?
8. Покажите на рис. 2.2 наклонные выработки.

ТЕМА № 3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ВЫРАБОТОК

Цель занятия: Изучение способов проведения горных выработок.

Горные породы, по которым проводятся горные выработки, характеризуются множеством различных физических и горно-технологических свойств, оказывающих существенное влияние на выбор технологии проведения выработок и конкретные параметры выбранной технологии. Это такие свойства как:

- крепость – способность породы сопротивляться разрушению;
- прочность на сжатие и растяжение – способность сопротивляться внешним сжимающим и растягивающим усилиям;
- абразивность – способность изнашивать соприкасающиеся с породой поверхности инструментов, машин;
- пористость – объём пустот, содержащихся в породе;
- упругость – способность породы изменять свою форму под действием приложенной нагрузки и восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки;
- вязкость – сопротивление породы силам, стремящимся разъединить частицы;
- влажность – масса воды, содержащаяся в породе.

На практике, учитывая названные свойства горных пород, а также форму поперечного сечения, размеры и положение в пространстве, существуют следующие способы проведения горных выработок: 1 – с помощью ручных инструментов; 2 – гидравлический; 3 – комбайновый; 4 – буровзрывной; 5 – комбинированный.

В принципе, каждый способ включает в себя основные и вспомогательные процессы, которые необходимо выполнять при проведении выработки. К основным процессам относят:

- отбойку горной массы от забоя;
- отгрузку отбитой горной массы из призабойного пространства (погрузку в транспортные средства для дальнейшего перемещения);
- крепление выработки.

Перечень вспомогательных процессов может отличаться в зависимости от принятой технологии. К таким процессам относят, например:

- наращивание конвейера;
- укладка рельсового пути;
- наращивание монорельсового пути;
- проведение водоотливной канавки;
- наращивание трубопроводов и кабельной сети.

При проведении выработок применяют, как правило, так называемую, циклическую организацию работ. Она заключается в том, что все процессы периодически повторяются. Выполняется проходческий цикл, при этом выработка удлиняется на некоторую длину. Затем выполняется следующий цикл и т. д.

С помощью ручных инструментов проводятся разведочные выработки небольшой протяженности, малого сечения по породам с малой крепостью (f до 1,5), а также выработки малого сечения, в которых нет возможности разместить проходческие машины. Данный способ проведения носит вспомогательный характер и промышленного значения не имеет.

Гидравлический способ проведения (рис. 3.1) основан на отделении угля 3 от массива высоконапорной струей воды 2, вылетающей из ствола гидромонитора 1. Отбитый уголь транспортируется по желобу 4 отработанным потоком воды к обезвоживающей установке. Управление гидромонитором – дистанционное при помощи пульта 5, для освещения забоя используются фонари 6. Вода к гидромонитору подаётся по трубопроводу 7. За продвижением забоя устанавливается анкерная крепь 8 с решётчатой затяжкой 9.

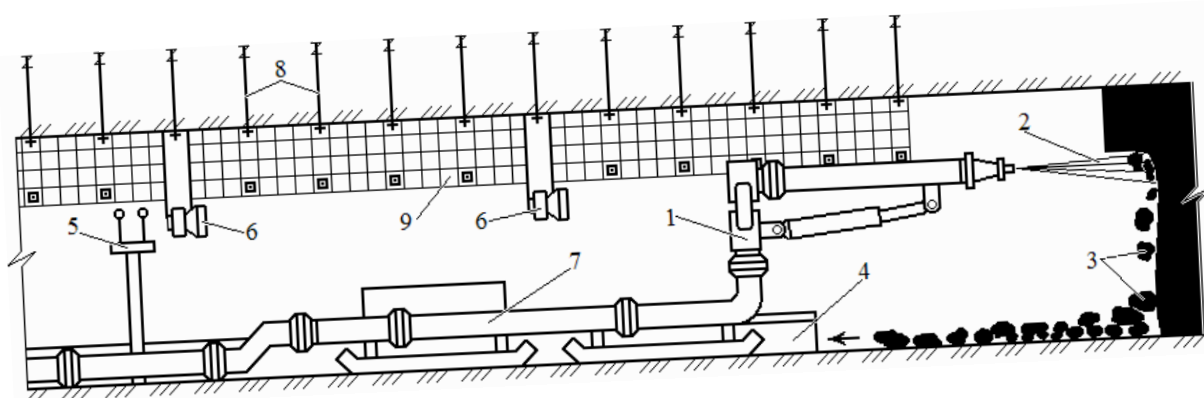


Рис. 3.1. Схема проведения выработки гидравлическим способом

Основным достоинством данного способа является совмещение отбойки и транспортировки, к недостаткам следует отнести ограничение области применения по крепости – до 1,2, невозможность проведения наклонных выработок в направлении сверху вниз, уход выработки от проектной формы и площади сечения, сложное водное хозяйство шахты, смерзаемость извлечённого угля на поверхности зимой, самовозгорание – летом.

Комбайновый способ (рис. 3.2.) проведения горизонтальных и наклонных горных выработок по углю или с присечкой боковых пород крепостью до $f=6\div 8$, является основным на угольных шахтах. Комбайн представляет собой машину на гусеничном ходу, отделяющую породу от массива и производящую погрузку на конвейер, в вагонетки, самоходные вагоны и другие транспортные средства. При комбайновом способе проведения совмещается процесс отбойки и погрузки горной массы. Некоторые современные проходческие комбайны также имеют дополнительное оборудование для механизации крепления (рис. 3.2). Это позволяет достигать высоких показателей скорости проведения и степени механизации работ. Поэтому комбайновый способ является сегодня наиболее производительным.

Отбойка и разрушение угля или породы производится исполнительным органом комбайна. Одновременно с отбойкой производится погрузка горной массы. После того, как произойдет выемка горной массы на определенную величину подвигания (устанавливается паспортом проведения; как правило, не более 2 м), работу комбайна останавливают и производят крепление выработки в пределах ее вновь образовавшейся части. Вспомогательные процессы, по мере возможности, выполняют во время выполнения основных, чтобы сократить затраты времени. Если это невозможно или запрещено нормативными документами, их выполняют периодически, после выполнения основных (например, в специальную ремонтно-подготовительную смену).

Скорость проведения горных выработок комбайном по углю, составляет, как правило, несколько сотен метров в месяц. В зависимости от горногеологических условий и применяемого оборудования, на большинстве отечественных угольных шахт значение этого показателя составляет от 300 до 700 м/мес.

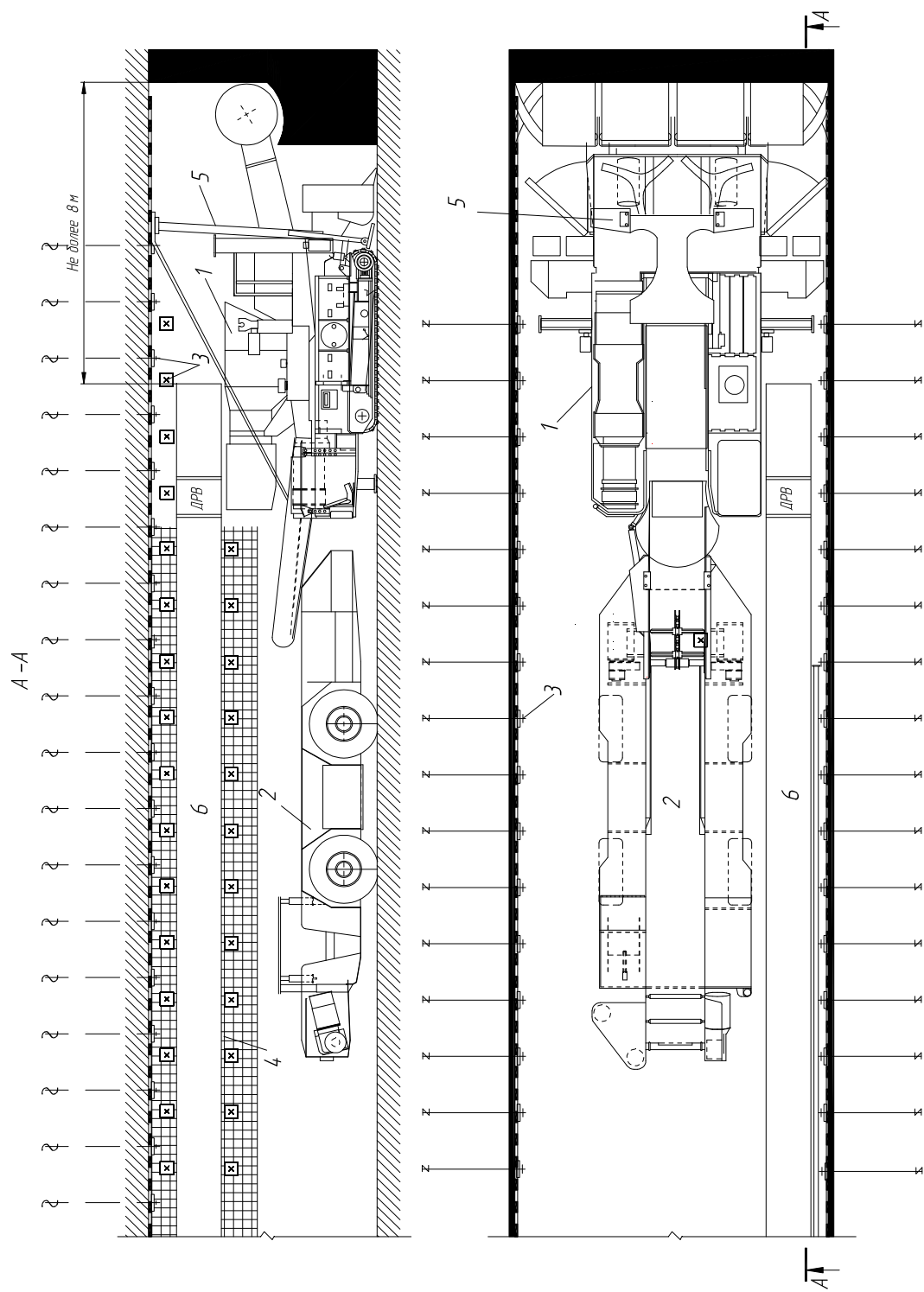


Рис. 3.2. Пример схемы размещения оборудования при проведении выработки комбайновым способом:

1 – проходческий комбайн типа "Continuous miner"; 2 – самоходный вагон (в кровле и боках);

4 – затяжка (металлическая или полимерная сетка); 5 – временная труба

Достоинствами комбайнового способа проведения являются:

- возможность совмещения основных производственных процессов;
- высокая степень механизации горных работ;
- возможность селективной (раздельной) выемки угля и породы;
- более точное соблюдение проектных параметров выработки.

Основные недостатки – ограничения применения по крепости пород, по углу наклона проводимых выработок.

Следует отметить, что первый недостаток несколько условный. В настоящее время существуют проходческие комбайны и комплексы, позволяющие осуществлять проведение выработок по довольно крепким породам (до $f=10$ и более). Однако их применение на отечественных угольных шахтах по ряду причин незначительное. Одна из причин – экономическая нецелесообразность приобретения такого комбайна. Поэтому проведение выработок в крепких породах на угольных шахтах осуществляется в основном буровзрывным способом, который рассмотрен далее.

Буровзрывной способ проведения выработок основан на отделении породы от массива под воздействием энергии, высвобождающейся при быстром окислении взрывчатого вещества. Буровзрывные работы занимают важное место в горнодобывающей промышленности, т. к. являются самыми эффективными при проведении выработок по породам с крепостью более 8. Это основной способ на рудных шахтах.

Сущность буровзрывного способа заключается в отбойке горной массы от забоя с помощью энергии взрыва. Для этого массив пород в пределах забоя обдуривают шпурами, реже, скважинами, в которые помещают заряд взрывчатого вещества (рис. 3.3.) и, с помощью электродетонаторов, капсулей–детонаторов или детонирующего шнура инициируют взрыв.

По своему назначению заряды в шпурах подразделяются на 3 группы – врубовые, отбойные и оконтуривающие. Врубные шпуры (1–6) предназначены для создания дополнительной поверхности обнажения в забое и взрываются в первую очередь. Отбойные (7–20) – отделяют основную массу породы от массива. Оконтуривающие (21–40) – придают выработке проектный контур.

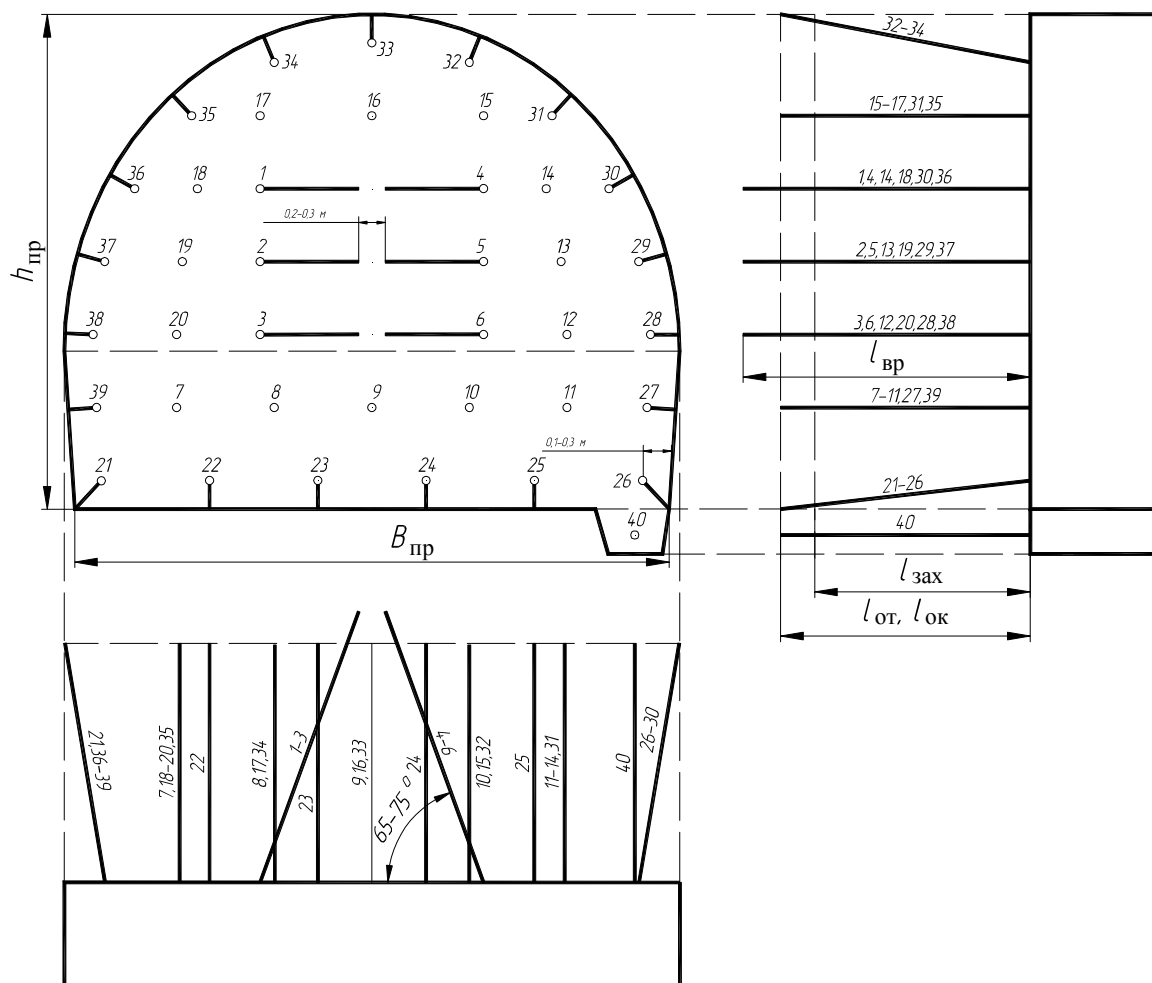


Рис. 3.3. Схема расположения шпуров в забое:

1–6 – врубовые шпуров; 7–20 – отбойные шпуров; 21–40 – оконтуривающие шпуров; $l_{вр}$, $l_{от}$, $l_{ок}$ – глубина врубовых, отбойных и оконтуривающих шпуров; $l_{зах}$ – длина заходки (подвигание забоя за цикл); $B_{пр}$ – ширина выработки в проходке; $h_{пр}$ – высота выработки в проходке

Величина подвигания забоя за взрывной цикл обычно меньше глубины шпуров. Отношение подвигания забоя за цикл к глубине шпуров называется коэффициентом использования шпуров (КИШ). Величина КИШ равна обычно $0,7 \div 0,95$.

После взрывания проветривают забой и производят погрузку и уборку отбитой породы. Затем возводят крепь и выполняют вспомогательные операции.

При проведении выработок с углом наклона до 25° для механизации бурения шпуров и погрузки отбитой горной массы применяют буропогрузочные машины. Пример схемы размещения оборудования при проведении выработки с помощью такой машины приведен на рис. 3.4.

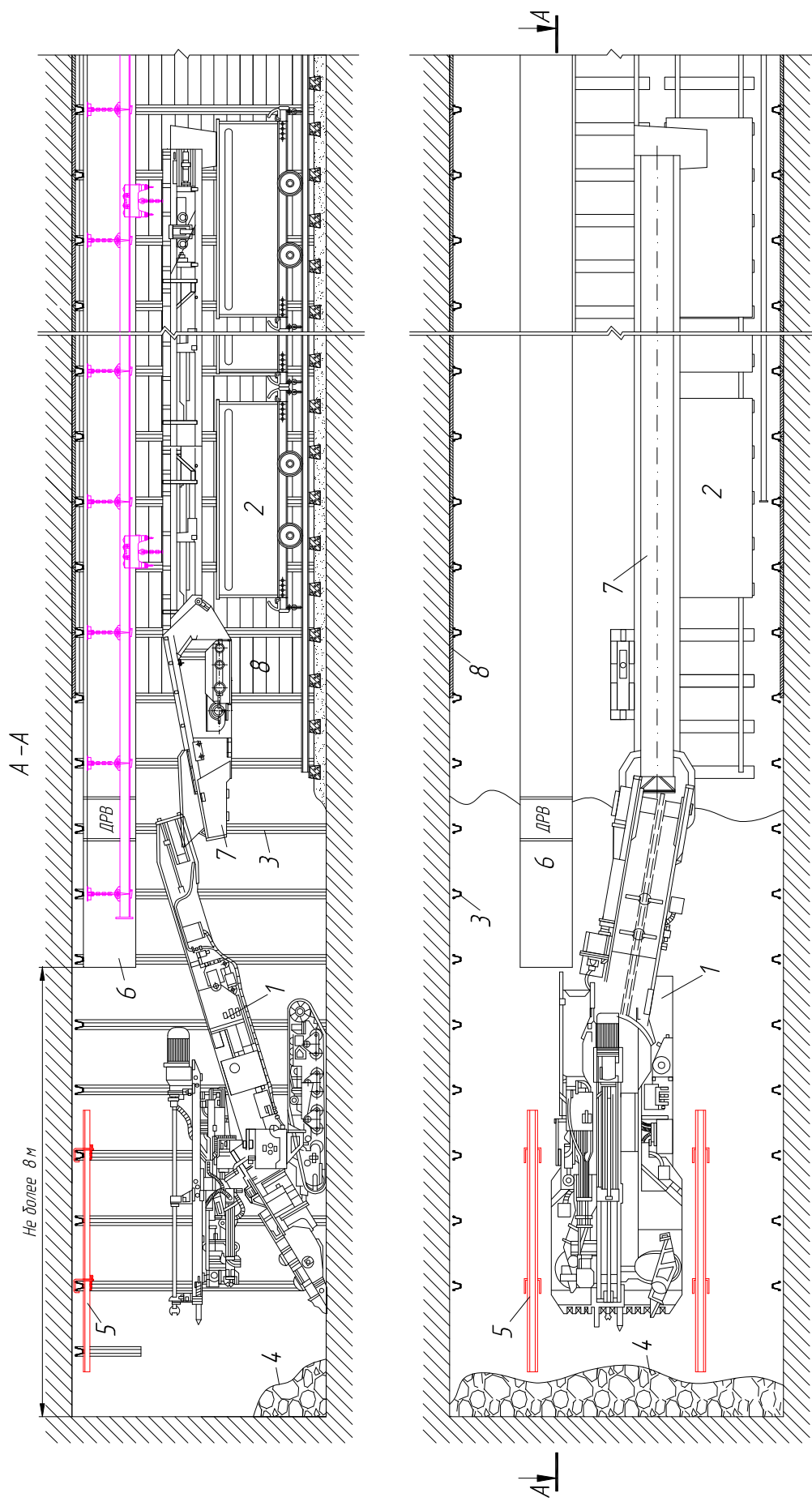


Рис. 3.4. Пример схемы размещения оборудования при проведении буровзрывным способом:
 1 – буропогрузочная машина; 2 – вагонетка; 3 – рамная металлическая (арочная) крепь; 4 – отбитая горная масса; 5 – консольная предохранительная (временная) крепь; 6 – вентиляционная труба; 7 – перегрузатель; 8 – затяжка (железобетонные блоки)

Ниже представлены достоинство и недостатки буровзрывного способа по сравнению с комбайновым.

Достоинство: возможность проведения выработок по породам любой крепости, в любом направлении, под любым углом.

Недостатки:

– применение потенциально опасного способа разрушения массива;

– меньшая скорость проведения;

– большая себестоимость проведения;

– вероятность отклонения контура выработки от проектных параметров;

– нарушение массива вокруг выработки.

Скорость проведения горных выработок буровзрывным способом составляет, как правило, несколько десятков метров в месяц. В зависимости от горногеологических условий и применяемого оборудования, на большинстве отечественных шахт значение этого показателя составляет от 60 до 120 м/мес.

К комбинированным способам относятся: механогидравлический, гидромеханический, взрывогидравлический. Данные способы, соответственно, сочетают механическое отделение породы от массива и гидротранспорт отбитой породы, гидравлическое отделение породы от массива и механическую транспортировку отбитой породы, взрывную отбойку породы и гидротранспорт отбитой породы. Комбинированные способы проведения выработок сочетают в себе достоинства и недостатки гидравлического, комбайнового и буровзрывного способов.

Примеры контрольных вопросов

1. Назовите основные свойства горных пород, влияющие на выбор способа проведения горных выработок.

2. Поясните сущность комбайнового способа проведения выработок и изобразите в рабочей тетради его схему.

3. Назовите основные и вспомогательные процессы при проведении выработки.

4. Поясните сущность буровзрывного способа проведения выработок.

5. Какой способ проведения выработок по углю является в настоящее время основным?
6. В чем достоинства комбайнового способа проведения.
7. Какая скорость проведения выработок комбайном считается высокой.
8. Назовите виды шпуров и последовательность их взрывания.

ТЕМА № 4. ВСКРЫТИЕ ПЛАСТОВ В ШАХТНОМ ПОЛЕ

Цель занятия: изучение схем вскрытий шахтных полей.

Вскрытием называют проведение горных выработок обеспечивающих доступ к месторождению полезных ископаемых с земной поверхности. Вскрывающими выработками являются стволы (вертикальные, наклонные, слепые), штольни, квершлагги, гезенки, шурфы.

Вскрытие, как стадия, осуществляется в период строительства шахты. Однако существуют схемы вскрытия, при которых вскрывающие выработки проводятся в период эксплуатации шахты или ее реконструкции (изначально вскрывается часть запасов шахтного поля, затем другая часть).

Вскрывающие выработки, как правило, крепятся бетоной, железобетонной крепью или металлической рамной крепью с железобетонной затяжкой.

Сеть вскрывающих выработок должна обеспечивать:

- транспортную связь между пластами и поверхностью;
- подачу свежего и выдачу исходящего воздуха;
- удаление воды из горных выработок;
- подачу пневмо- и электроэнергии к машинам и механизмам.

Различают способы и схемы вскрытия.

Способ вскрытия – это совокупность основных вскрывающих выработок в шахтном поле с учетом их функционального значения.

Различают 4 способа вскрытия:

- вертикальными стволами;
- наклонными стволами;
- штольнями;
- комбинированный.

Схема вскрытия – это пространственное расположение основных и дополнительных вскрывающих выработок в шахтном поле с учетом их функционального значения.

Существует множество схем вскрытия в зависимости от того, какие основные и дополнительные выработки применены.

Различают следующие группы схем вскрытия. По числу транспортных горизонтов:

- одnogоризонтные;

- многогоризонтные (2 и более);
- без транспортного горизонта.

По типу дополнительной вскрывающей выработки:

- с квершлагами (капитальными, горизонтными, этажными, блоковыми);
- с гезенками;
- со слепыми стволами;
- без дополнительной вскрывающей выработки.

На выбор схемы вскрытия оказывают влияние многие факторы: параметры шахтного поля, рельеф поверхности, горно-геологическая и горнотехническая характеристика пластов, производственная мощность шахты.

Основные требования к схемам вскрытия:

- обеспечение безопасности горных работ;
- минимальный объем вскрывающих выработок;
- минимальные и первоначальные затраты на строительство шахты;
- быстрейший ввод в эксплуатацию очистного забоя;
- обеспечение однотипного транспорта по горным выработкам;
- обеспечение надежной схемы проветривания;
- обеспечение выемочной ступени достаточно большими запасами.

Основные вскрывающие выработки относительно элементов залегания пластов располагаются самым различным образом: пересекают пласты, размещаются в породах лежачего или висячего боков, по нижнему или одному из пластов свиты, под некоторым углом к напластованию и т. д. Далее представлены варианты, наиболее характерные для современных угольных шахт.

Вертикальные стволы при вскрытии пластов пологого и наклонного залегания, могут располагаться в «висячем» боку свиты пластов, «лежащем» боку свиты и внутри свиты (рис. 4.1).

В "висячем" боку целесообразно располагать воздухоподающий ствол. При таком расположении отсутствуют общешахтные потери в целиках для охраны ствола и минимальная длина квершлага на нижней границе шахтного поля.

Расположение в свите целесообразно, если ствол будет обслуживать первую (бремсберговую) выемочную ступень. При та-

ком расположении необходимо на пластах оставлять охранные целики (общешахтные потери), длина квершлага будет минимальная.

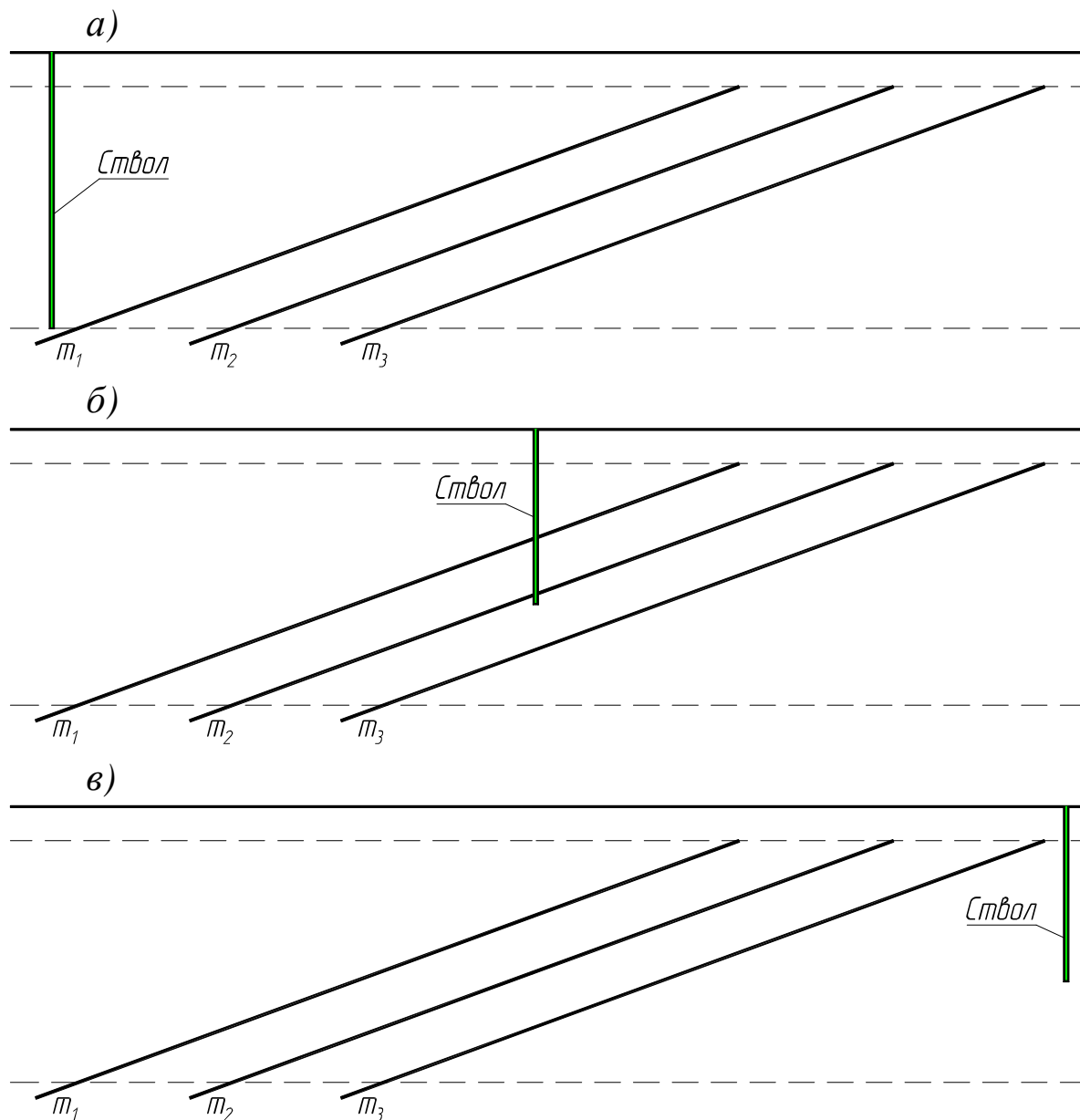


Рис. 4.1. Расположение вертикальных стволов относительно шахтного поля:
а – в "висячем" боку; б – внутри свиты; в – в "лежащем" боку

При расположении за свитой пластов в "лежащем" боку минимальны общешахтные потери угля в целиках, однако значительно увеличивается длина квершлага.

При вскрытии крутых и крутонаклонных пластов вертикальные стволы располагают, как правило, в «лежащем» боку свиты за пределами зоны смещения.

Наклонные стволы располагаются (рис. 4.2):

- вдоль линии падения по пласту или вмещающим породам;
- под углом к линии падения пласта;
- вкрест линии падения пласта из «висячего» бока свиты.

По мере возможности, наклонные стволы располагаются в нижних пластах свиты (для исключения подработки), а также по пластам нерабочей мощности (упрощается поддержание его).

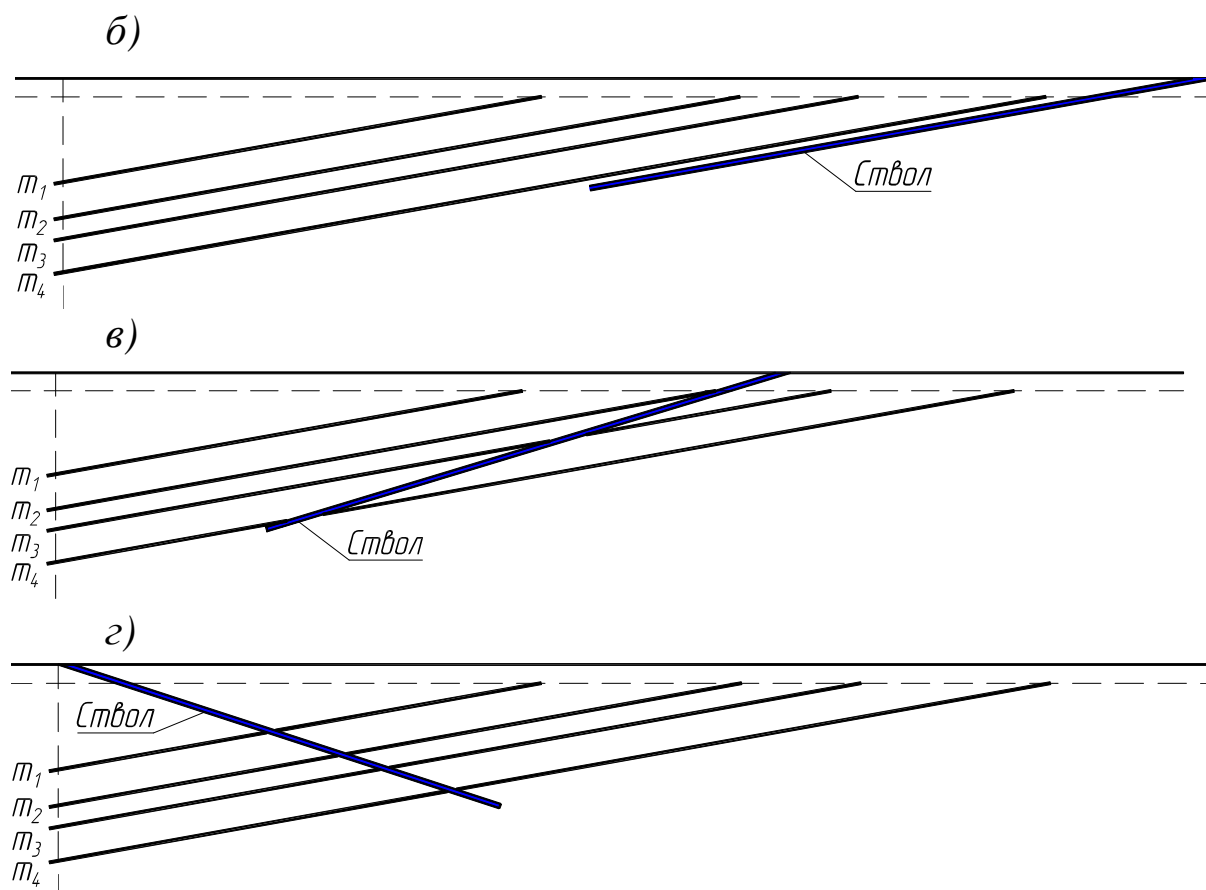


Рис. 4.2. Расположение наклонных стволов относительно шахтного поля:
а – вдоль линии падения по вмещающим породам или пласту; б – под углом к линии падения пласта; в – в крест линии падения из «висячего» бока свиты

Схема вскрытия вертикальными стволами с капитальным квершлагом и проветриванием уклонной части через воздухоподающий ствол

Данная схема может применяться для вскрытия свиты пластов пологого и наклонного залегания со значительным размером шахтного поля по падению (рис. 4.3). В этом случае нецелесооб-

разно или невозможно эффективно отработать шахтное поле одной выемочной ступенью и тогда его разделяют на две – бремсберговую и уклонную части. Такую схему вскрытия имеют многие шахты, находящиеся в эксплуатации несколько десятков лет. С 1994 г. в ПБ введено требование о применении бремсберговой схемы проветривания для уклонной части (подача свежего воздуха с нижней точки уклона в восходящем порядке), поэтому один из вариантов модернизации «классической» схемы вскрытия – проведение специального воздухоподающего ствола для проветривания уклонной части. Другой вариант – углубка клетьевого ствола (будет рассмотрено далее на примере комбинированного вскрытия). В период строительства шахты требуется проведение скипового, клетьевого ствола, шурфа и капитального квершлага. Этим вскрывающих выработок достаточно для осуществления проветривания шахты и транспортных операций при отработке первой выемочной ступени (бремсберговой части) шахтопласта.

Наиболее оптимальный вариант отработки частей шахтного поля при такой и аналогичных схемах (капитальный квершлаг, воздухоподающий ствол) – отработка бремсберговых частей пластов m_1 , m_2 , m_3 , затем уклонных частей пластов m_2 , m_3 . Для начала отработки пласта m_1 квершлаг проводят только до этого пласта. По мере доработки бремсберговой части пласта m_1 квершлаг проводят в противоположную сторону для вскрытия пласта m_2 , а затем пласта m_3 (2 и 3 пусковые периоды). По этим пластам проводят шурфы. К окончанию доработки запасов бремсберговой части необходимо провести воздухоподающий ствол для проветривания уклонной части (4 пусковой период), а затем вскрыть квершлагом уклонные части пластов m_2 и m_3 (5 и 6 пусковые периоды).

Вариант схемы изображен выше, подразумевает откатку угля по транспортному горизонту в вагонетках. При использовании конвейеров на транспортном горизонте необходимо проведение вспомогательных воздухоподающих выработок для подачи свежего воздуха параллельно главным конвейерным выработкам.

При расчете сечения воздухоподающего ствола необходимо учитывать максимальную газоносность шахтопластов, т.е. на нижней границе шахтного поля.

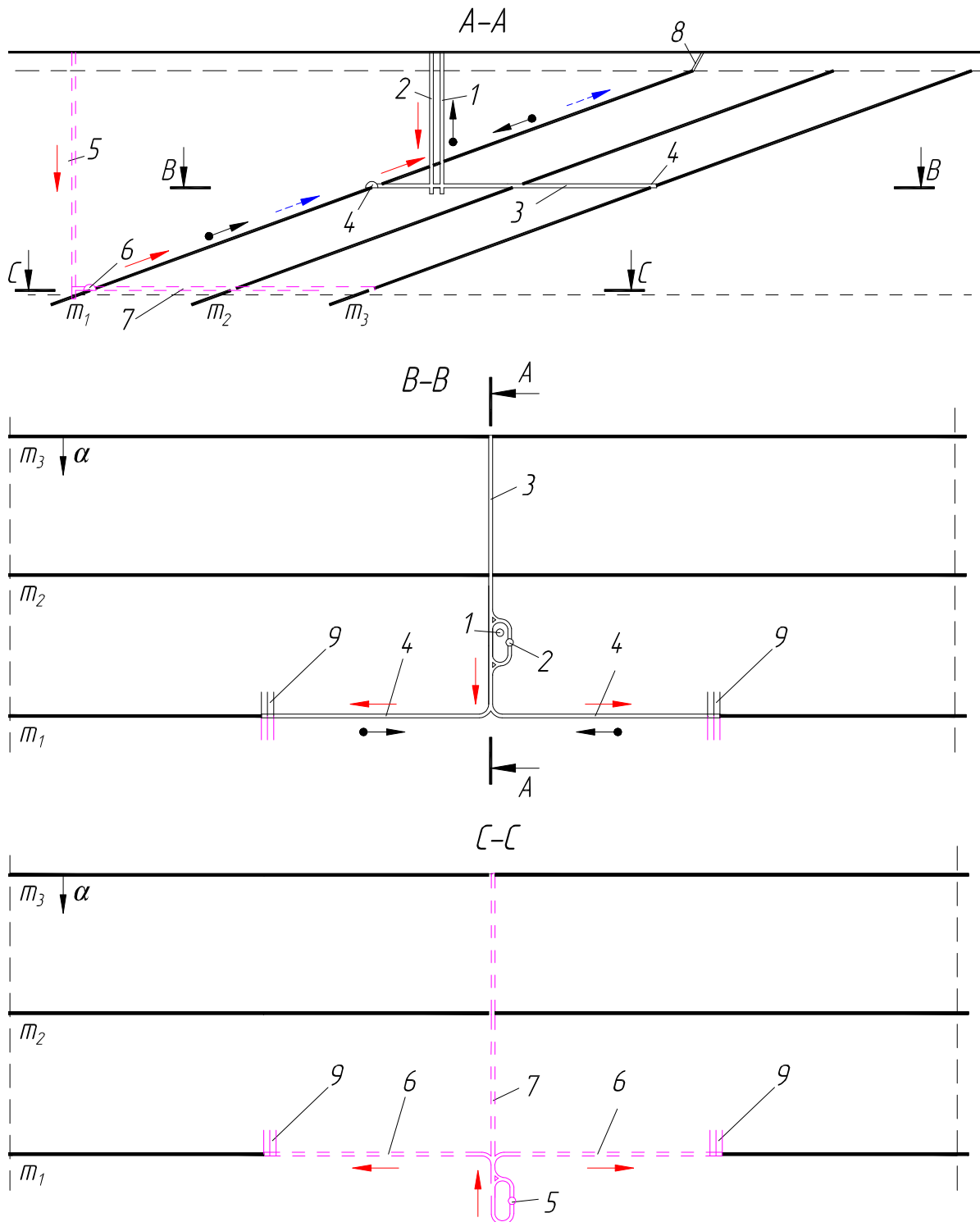


Рис. 4.3. Схема вскрытия свиты пластов вертикальными стволами с капитальным квершлагом и проветривание уклонной части через воздухоподающий ствол:

1 – главный скиповый ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – капитальный квершлаг; 4 – пластовый транспортный (откаточный) штрек; 5 – воздухоподающий ствол; 6 – воздухоподающий штрек; 7 – воздухоподающий квершлаг; 8 – шурф (проекция); 9 – устья наклонных пластовых выработок (бремсбергов, уклонов, ходков)

Воздухоподающий горизонт не оборудуется средствами главного транспорта, т.к. выдача полезного ископаемого осуществляется по уклону на транспортный горизонт. Воздухоподающие выработки являются запасным выходом из шахты при отработке уклонной части.

Достоинства и недостатки любой схемы вскрытия складываются в основном из достоинств и недостатков вскрывающих выработок, которые в ней применены, а также отражают варианты порядка отработки частей шахтного поля. Достоинства данной схемы: наличие вспомогательного ствола большой площади сечения; наличие капитального квершлага (транспортный горизонт служит весь срок отработки запасов, нет необходимости в углубке стволов); возможность проведения всех выработок, необходимых для отработки уклонной, части без остановки шахты на реконструкцию. Недостаток: наличие циклического подъема в скиповом стволе.

Схема вскрытия вертикальными стволами с горизонтными квершлагами

Данная схема вскрытия применяется на пологих и наклонных пластах со значительным (до 4 км) размером шахтного поля по падению.

В данном варианте схемы вскрытия (рис. 26) шахтное поле делят на две выемочные ступени, обе из них являются бремсберговыми. Для отработки первой выемочной ступени проводят стволы до отметки первого транспортного горизонта, шурфа и горизонтный квершлаг 1-го транспортного горизонта. Отработка первой выемочной ступени осуществляется аналогично выше рассмотренной схеме вскрытия.

После доработки запасов первой выемочной ступени производят углубку стволов до границы шахтного поля (до отметки второго горизонта) и проведение всех выработок на нем. Этот период называют реконструкцией шахты. Невозможно совмещать основные транспортные операции в стволах и их углубку, поэтому добыча полезного ископаемого в период реконструкции не осуществляется.

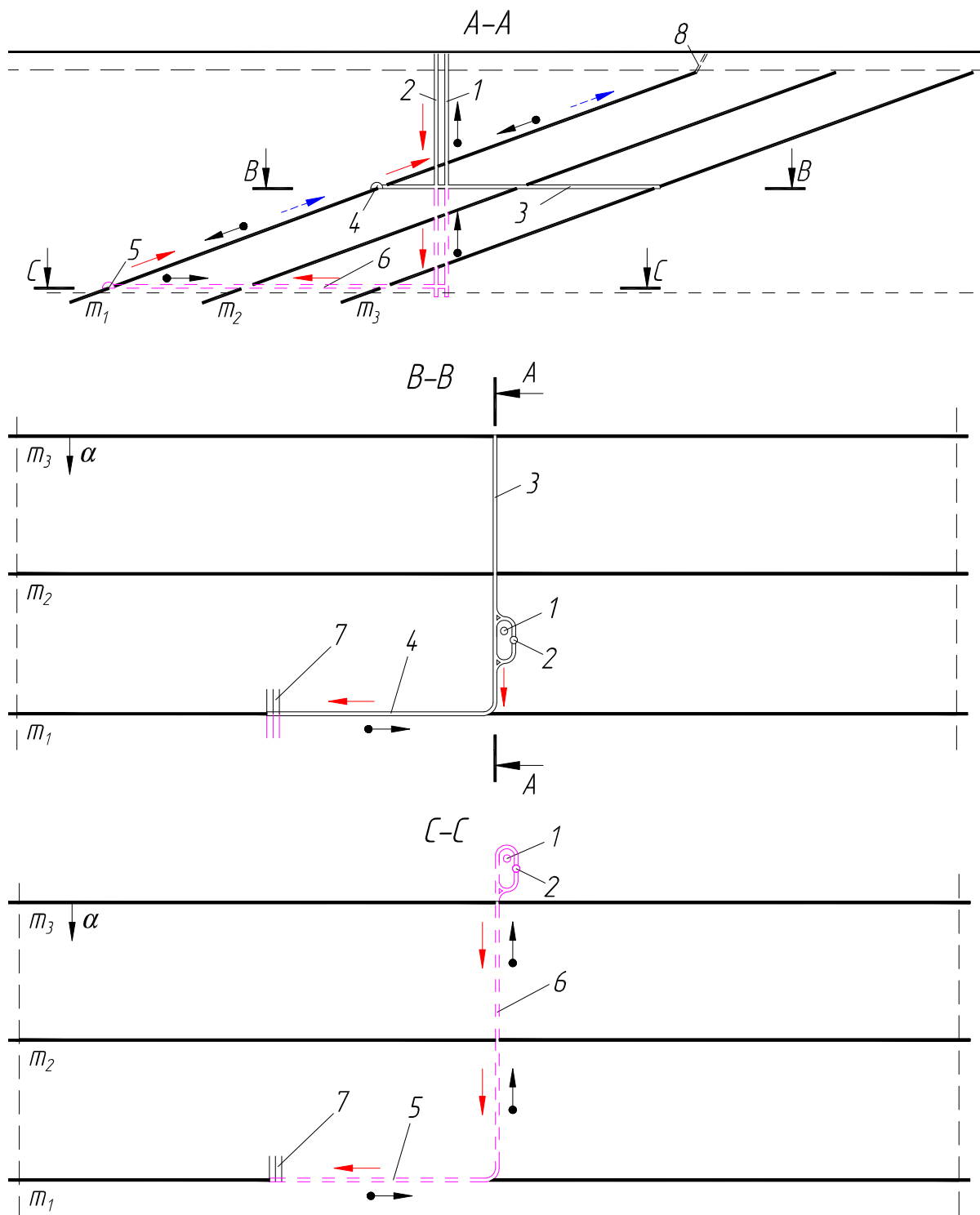


Рис. 4.4. Схема вскрытия вертикальными стволами с горизонтными квершлагами:

1 – главный скиповый ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – горизонтный квершлаг 1-го горизонта; 4 – пластовый транспортный штрек 1-го горизонта; 5 – пластовый транспортный штрек 2-го горизонта; 6 – горизонтный квершлаг 2-го горизонта; 7 – устья наклонных пластовых выработок; 8 – шурф(проекция)

При отработке запасов второй выемочной ступени полезные ископаемые транспортируют вниз на второй транспортный горизонт, свежий воздух подается через углубленный клетевой ствол на нижнюю границу, далее по горным выработкам в восходящем порядке. Исходящая струя может выдаваться через выработки первого транспортного горизонта (становится вентиляционным горизонтом) или другими способами.

Недостаток: остановка шахты на реконструкцию. Достоинства: отсутствие уклонных полей; возможность обновления транспортного хозяйства и околоствольного двора при переходе на второй горизонт.

Существует модификация данной схемы с тремя выемочными ступенями (две бремсберговые и одна уклонная).

Схема вскрытия наклонными стволами с капитальным квершлагом и проветривания уклонной части через воздухоподающий ствол

Эта схема (рис. 27) применяется для вскрытия свиты пологих или наклонных пластов. Проводят, как правило, не менее трех стволов (главный и два вспомогательных) до отметки транспортного горизонта. Располагать наклонные стволы целесообразно таким образом, чтобы уменьшить вероятность их подработки и в тоже время не оставлять на нижележащих пластах больших целиков для охраны этих стволов. С этой точки зрения наиболее оптимальное место в почве нижнего пласта свиты или по нижнему пласту.

Возможно расположение наклонных стволов внутри свиты по пустым породам (при большом междупластье) или по пласту нерабочей мощности. В таком случае ликвидируется недостаток представленного выше варианта – нет необходимости в проведении квершлагов сразу на всю длину. Достаточно вскрыть им верхние пласты, которые будут первоначально отрабатываться.

При проведении полевых стволов угол наклона стволов не обязательно должен совпадать с углом падения пласта. Для уменьшения длины наклонных стволов, их целесообразно проводить под максимально возможным углом.

У схем вскрытия с тремя наклонными стволами не зависимо от варианта следующие основные достоинства: возможность полной конвейеризации транспорта полезного ископаемого от за-

боя до поверхности; возможность доставки вспомогательных грузов от поверхности до забоев без перегрузки.

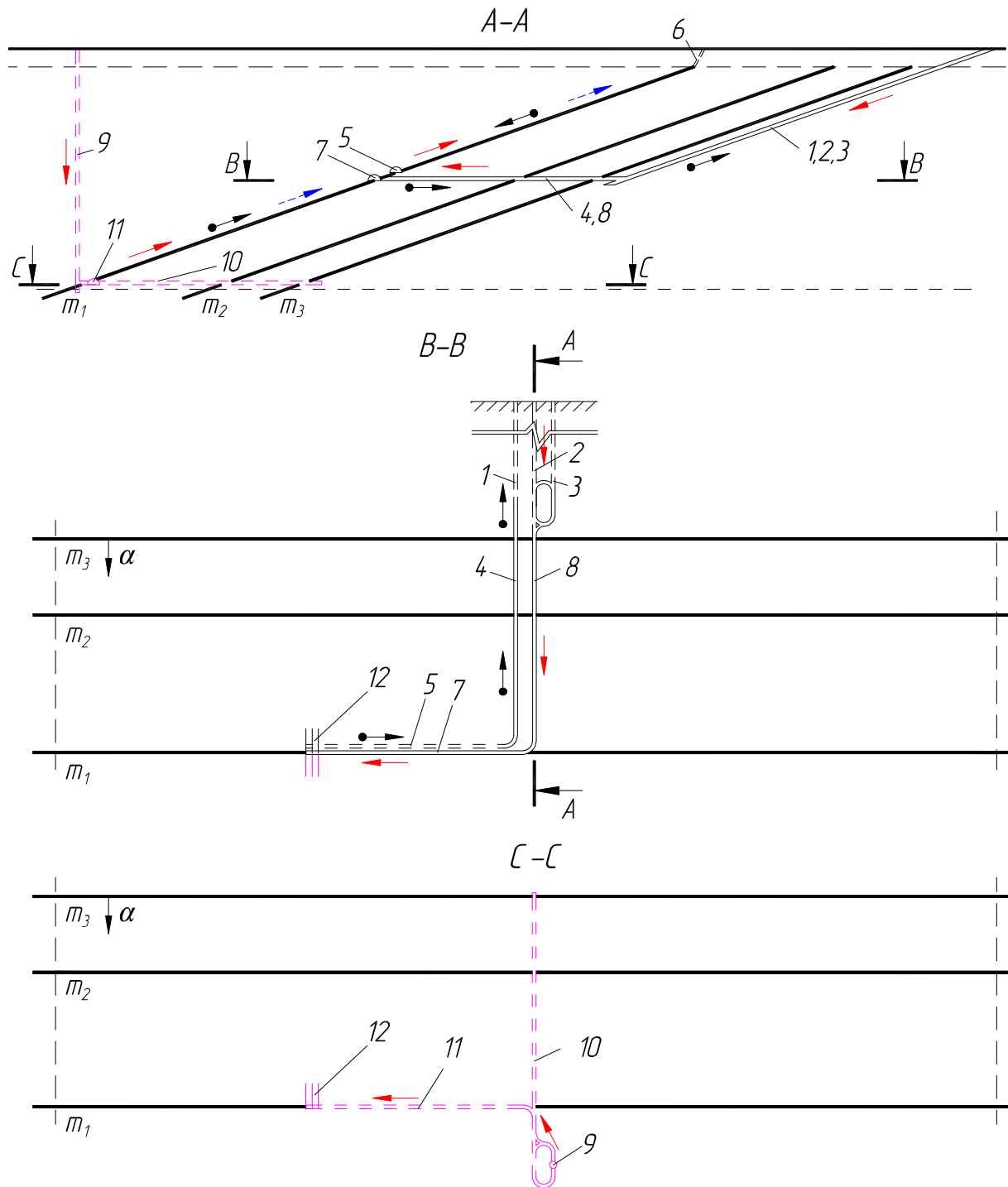


Рис. 4.5. Схема вскрытия наклонными стволами с капитальным квершлагом и проветривания уклонной части через воздухоподающий ствол

1, 2, 3 – конвейерный, людской, грузовой ствол; 4 – конвейерный (капитальный) квершлаг; 5 – пластовой конвейерный штрек; 6 – шурф (проекция); 7, 11 – воздухоподающий штрек; 8, 10 – воздухоподающий квершлаг; 9 – воздухоподающий ствол; 12 – устья наклонных пластовых выработок

Схема вскрытия штольнями и слепым стволом

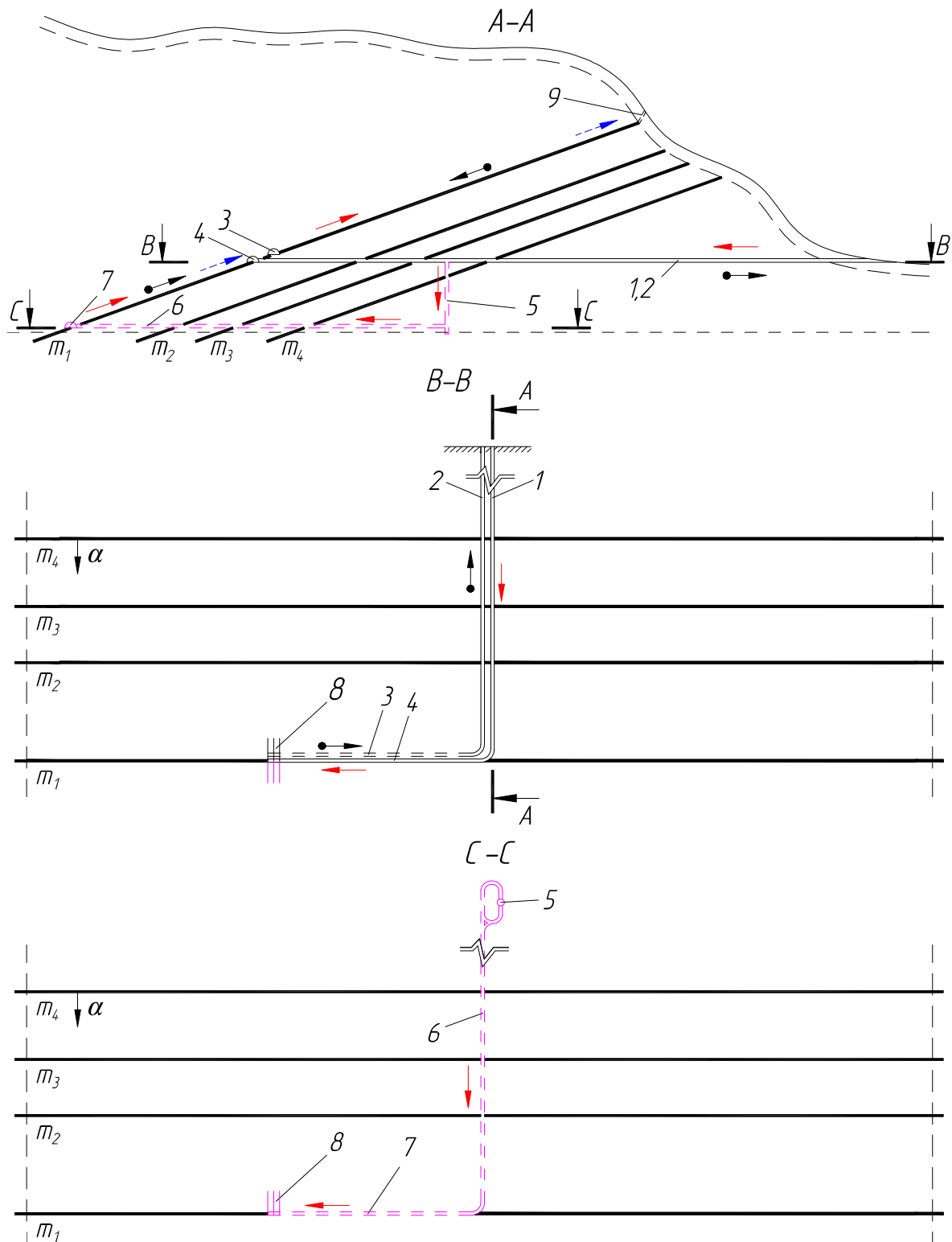


Рис. 4.6. Комбинированная схема вскрытия штольнями и слепым стволом:
 1,2 – главная вспомогательная штольня; 3, 4 – пластовой конвейерный и воздухоподающий штрек; 5 – слепой воздухоподающий ствол, 6 – воздухоподающий квершлаг; 7 – воздухоподающий штрек; 8 – устья наклонных пластовых выработок; 9 – шурф (проекция)

Эта схема вскрытия (рис. 4.6) применяется в гористой местности для шахтных полей, в которых часть запасов расположена выше, а другая часть ниже преобладающей отметки земной поверхности. Первая выемочная ступень обрабатывается как бремсберговая. По мере ее доработки, необходимо провести выработки 5, 6, 7 (воздухоподающие), обеспечивающие восходящее проветривание второй выемочной ступени (уклонной). При этом воздухоподающий ствол (5) проводится от вспомогательной штольни на нижнюю границу шахтного поля. Слепой ствол, в случае оборудованного механизированного подъема или, хотя бы лестничного отделения, может служить дополнительным выходом из нижней точки шахтного поля.

Комбинированная схема вскрытия с капитальным квершлагом и проветривание уклонной части через воздухоподающий ствол

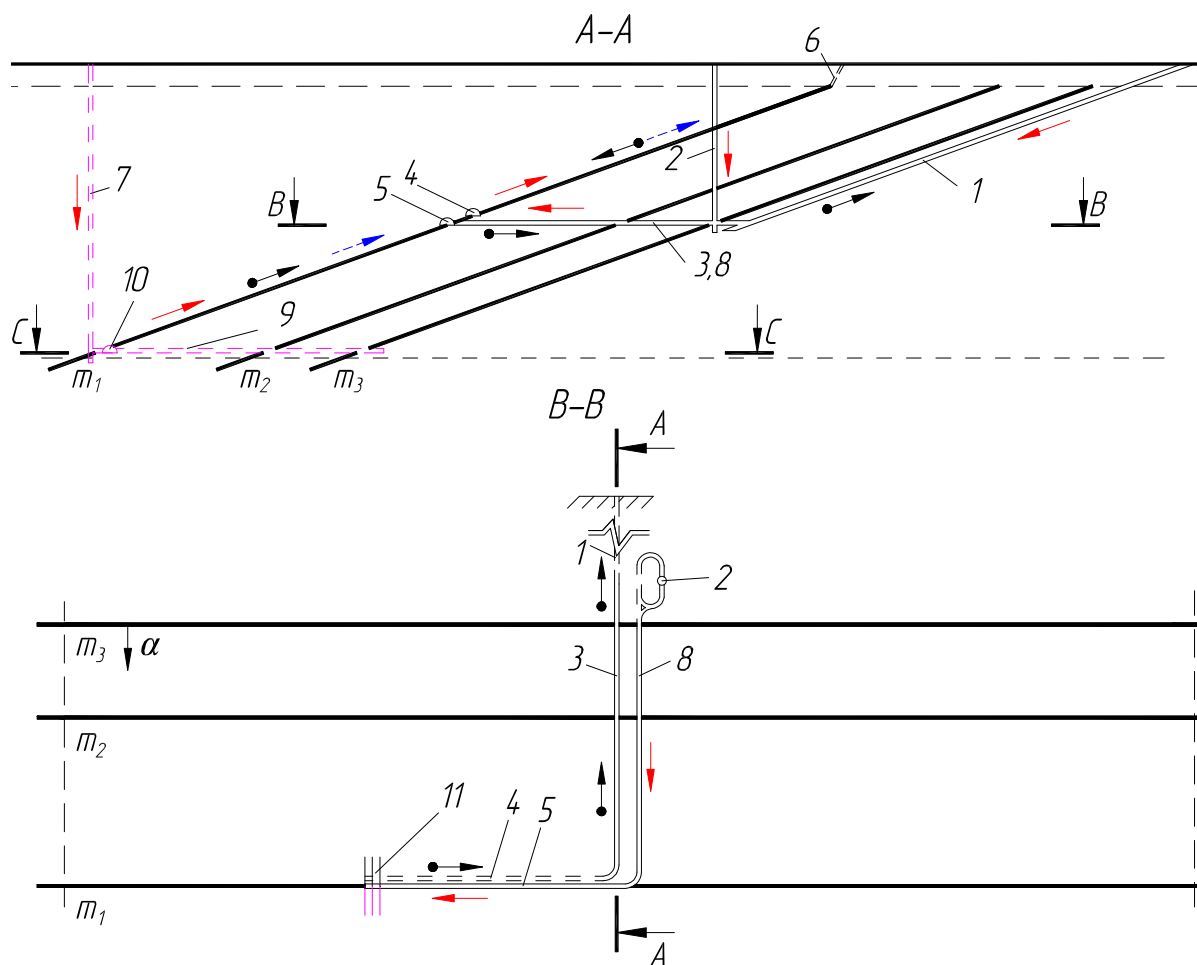


Рис. 4.7. Комбинированная схема вскрытия с капитальным квершлагом и проветривание уклонной части через воздухоподающий ствол

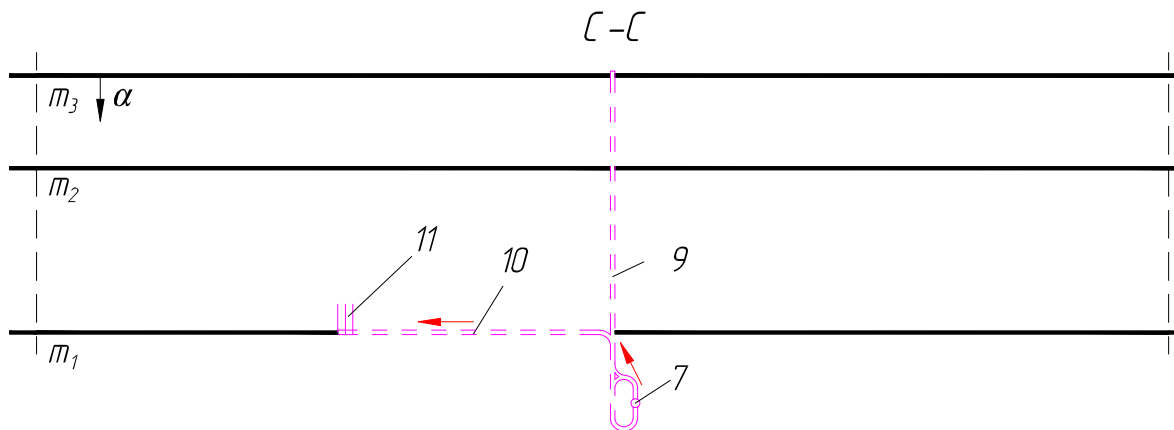


Рис. 4.7. Продолжение:

1 – конвейерный ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – конвейерный (капитальный) квершлаг; 4 – пластовый конвейерный штрек; 5, 10 – пластовый воздухоподающий штрек; 6 – шурф (проекция); 7 – воздухоподающий ствол; 8, 9 – воздухоподающий квершлаг; 11 – устья наклонных пластовых выработок

Данная схема вскрытия применяется для вскрытия свит пологих и наклонных пластов (рис. 4.7). Она сочетает в себе основные преимущества схем вскрытия с наклонными стволами и вертикальными стволами, и при этом, устраняет их основные недостатки. В этой схеме присутствует вспомогательный ствол большой площади сечения и главный ствол, обеспечивающий непрерывный подъем полезного ископаемого.

Комбинированное вскрытие без дополнительной вскрывающей выработки с проведением наклонного ствола в крест линии падения

Непосредственное вскрытие пластов осуществляется главным стволом (выполняет функцию квершлага). Главный ствол делит шахтопласты на бремсберговую и уклонную части (рис. 4.8). Размеры по падению этих частей на каждом пласте различны.

При такой схеме вскрытия обязательно наличие пластового транспортного и воздухоподающего штрека, проведенных до начала ведения очистных работ.

Для осуществления проветривания до начала ведения очистных работ хотя бы одна пластовая наклонная выработка (ходок) обязательно должна быть проведена на всю длину шахтопласта по падению. Транспорт полезного ископаемого осуществляется по бремсбергу (уклону) до пластового конвейерного штрека, а по нему до конвейерного ствола. Далее через загрузочный бункер

полезное ископаемое перегружается на конвейерный ствол и поступает на поверхность.

Для выхода исходящего воздуха на поверхность используют шурфы. По мере развития горных работ стволы углубляют для вскрытия ниже лежащих шахтопластов.

Достоинства: восходящее проветривание шахтопластов обеспечивается сразу при вскрытии (нет необходимости в проведении выработки для проветривания уклонной части); общая промплощадка главного и вспомогательного ствола.

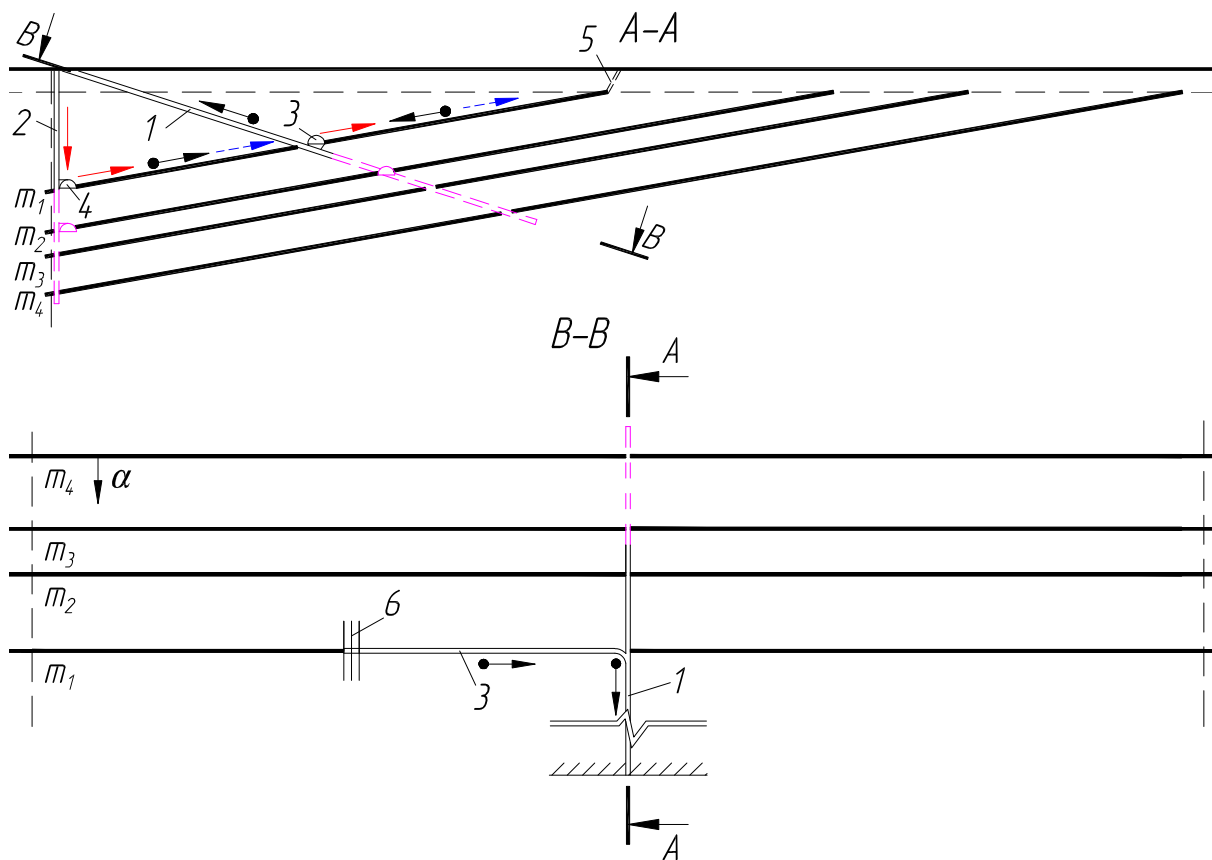


Рис. 4.8. Комбинированное вскрытие без дополнительной вскрывающей выработки с проведением наклонного ствола в крест линии падения;

1 – конвейерный ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – пластовый конвейерный штрек; 4 – пластовый воздухоподающий штрек; 5 – шурф (проекция); 6 – устья наклонных пластовых выработок

Недостатки: необходимость проведения наклонных выработок на всю длину шахтопласта по падению до начала очистных работ, а также, соответственно, значительные затраты на поддержание этих выработок в течение всего срока отработки пласта; наклонный ствол проведен по породе (актуально только период проведения ствола).

Схемы вскрытия крутых пластов

Для вскрытия крутых и крутонаклонных пластов применяют, как правило, способ вскрытия вертикальными стволами. Существует несколько вариантов схем вскрытия в таких условиях.

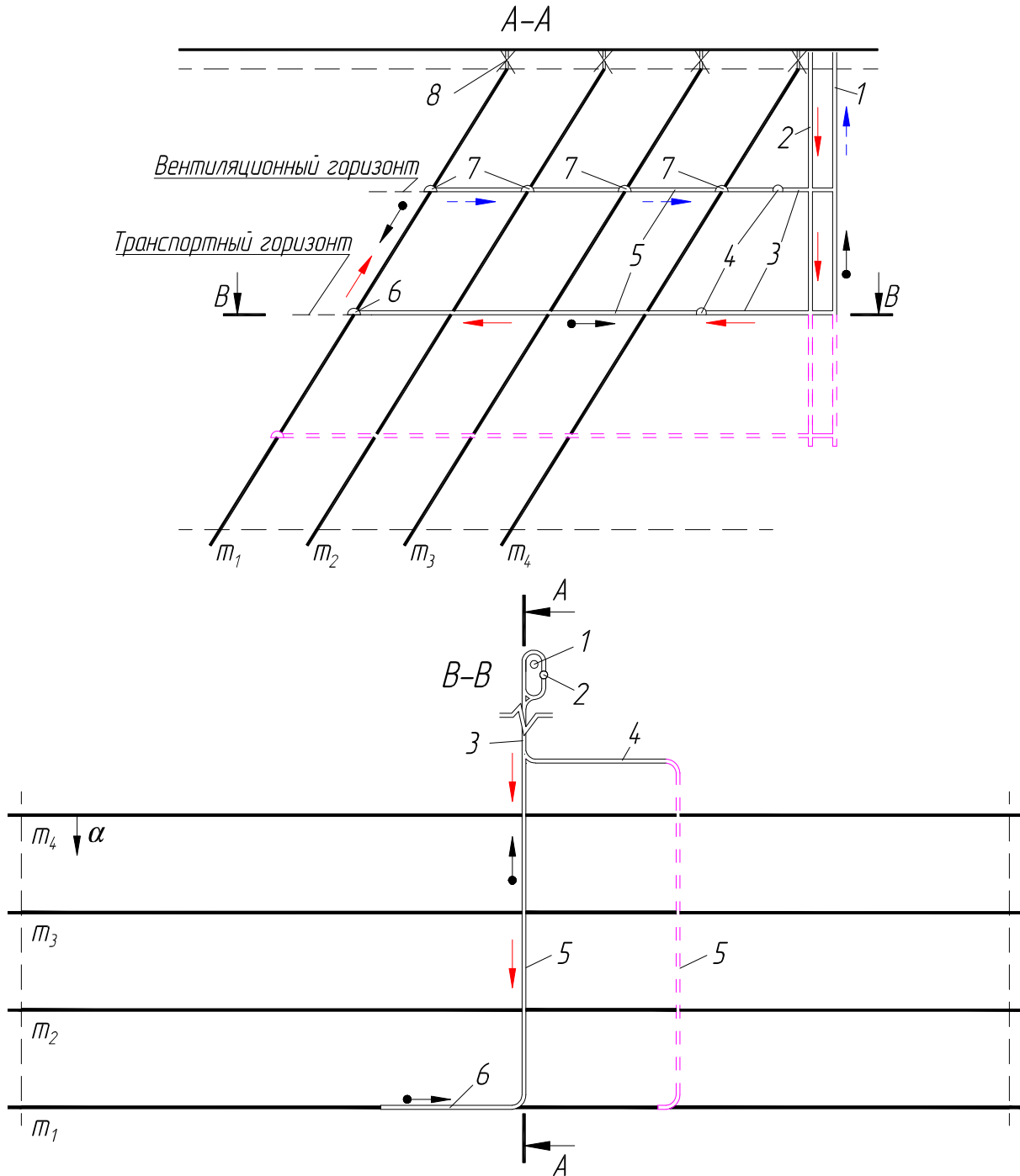


Рис. 4.9. Схема вскрытия вертикальными стволами с этажными квершлагами:

1 – скиповый ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – главный квершлаг; 4 – групповой полевой штрек; 5 – промежуточный квершлаг; 6 – пластовой откаточный штрек; 7 – пластовой вентиляционный штрек; 8 – шурф (проекция)

Можно сказать, что все они являются модифицированной схемой вскрытия вертикальными стволами с этажными квершлагами (рис. 4.9). Это варианты с породоуглубочным стволом, с увеличенной высотой этажа, т.е. с делением на подэтажи и др.

При таких схемах вскрытия стволы располагают в лежачем боку свиты пластов за пределами зоны сдвижения. Это необходимо для того, чтобы исключить оставление больших охранных целиков на пластах. Стволы проводят вниз до отметки первого этажа, сооружают выработки транспортного горизонта и шурфы. Отбитый уголь из забоя по печам поступает на откаточный пластовый штрек, далее по транспортному горизонту на скиповой ствол и далее на поверхность. Свежий воздух поступает по клетевому стволу, выработкам транспортного горизонта, вентиляционной печи, исходящая струя выдается на поверхность через вентиляционные шурфы. Для отработки второго этажа и последующих необходимо проиндустриализовать углубку стволов и сооружать транспортный горизонт на отметке следующего этажа. При этом транспортный горизонт предыдущего (верхнего) этажа становится вентиляционным.

Транспорт полезного ископаемого осуществляется аналогично первому этажу. Исходящая струя выдается по вентиляционному горизонту на скиповой ствол или вентиляционные фланговые стволы. Шурфы при отработке второго этажа и последующих уже не используются.

Для удобства проведения работ по углубке стволов и подготовки следующего горизонта возможен вариант с породоуглубочным стволом.

Примеры контрольных вопросов

1. Что называют способом вскрытия?
2. Назовите все способы вскрытия.
3. Что называют схемой вскрытия?
4. По каким признакам сгруппированы схемы вскрытия?
5. Как могут располагаться вертикальные (наклонные) стволы относительно шахтного поля?
6. Дайте названия всем горным выработкам, изображенным на данной схеме вскрытия.
7. В каких схемах вскрытия предполагается углубка стволов?
8. В чем преимущества (недостатки) данной схемы вскрытия?

ТЕМА № 5. ПОДГОТОВКА ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ

Цель занятия: изучение способов и схем подготовки шахтных полей.

После вскрытия месторождения полезных ископаемых приступают к подготовке, позволяющей начать очистную выемку. Подготовку ведут частями, по мере отработки одной части шахтного поля, подготавливают следующую. Главная задача подготовки, это своевременное воспроизводство запасов взамен отработываемых. Различают два этапа подготовки.

Первый этап: проводят выработки на уровне транспортного горизонта. Совокупность этих выработок называют способом подготовки.

Второй этап: проводят подготовительные выработки в плоскости разрабатываемого пласта (бремсберг, ходки, уклоны, ярусные штреки и т.д.). Совокупность этих выработок называют схемой подготовки.

К способам и схемам подготовки предъявляют такие же требования, как и к технологической схеме шахты: безопасность горных работ, полнота извлечения запасов и т.д.

Подготовка транспортного горизонта

Подготовительными выработками на данном этапе являются штреки (откаточные или конвейерные, воздухоподающие). В основу разделения по способам подготовки положено два признака:

- расположение подготовительной выработки относительно угольного пласта;
- число угольных пластов обслуживаемых подготовительной выработкой.

Из этих двух признаков и складывается название способов подготовки.

В зависимости от расположения штрека относительно пласта различают пластовую и полевую подготовку (рис. 5.1).

При пластовой подготовке штрек проводят по пласту угля. Ее применяют при устойчивых вмещающих породах на пластах угля не склонных к самовозгоранию. Достоинства: попутная добыча угля; меньшая стоимость и сроки проведения штрека; возможность доразведки условий залегания пласта. Недостатки: меньшая устойчивость подготовительной выработки; существует вероятность возникновения газодинамических явлений.

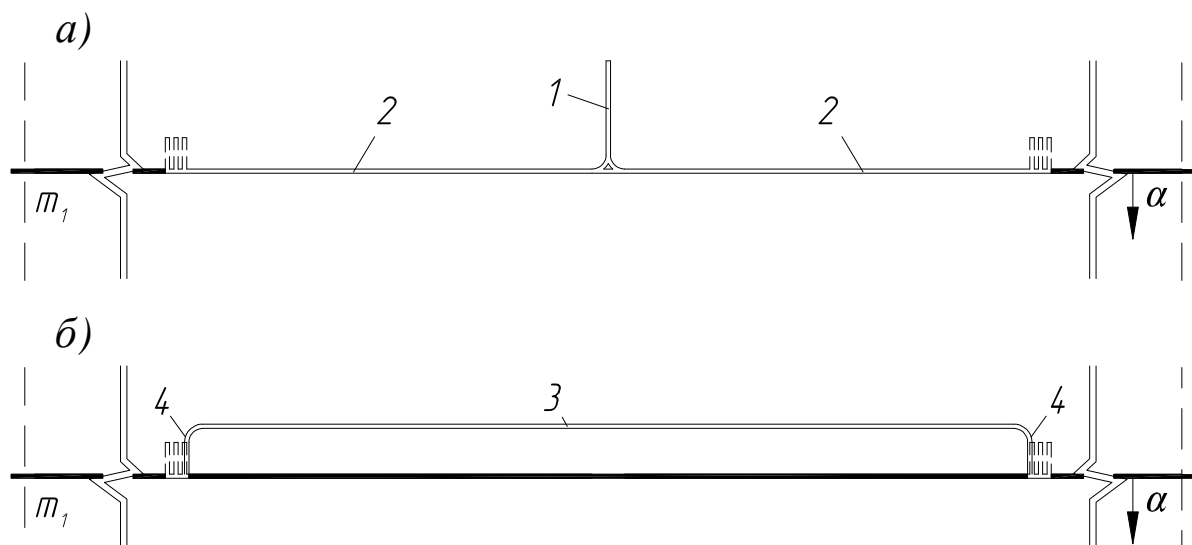


Рис. 5.1. Пластовая и полевая подготовка:

а – пластовая подготовка; б – полевая подготовка; 1 – капитальный квершлаг; 2 – пластовый штрек; 3 – полевой штрек; 4 – промежуточные квершлаг

При полевом способе штрек проводят, как правило, в почве пласта. Для выхода на пласт проводят промквершлаг. Этот способ применяют при неустойчивых боковых породах и на пластах склонных к самовозгоранию, рекомендуется на пластах опасных по газодинамическим явлениям. Достоинства: большая устойчивость, следовательно, потребуется меньше затрат на поддержание; исключается вероятность возникновения эндогенных пожаров; снижается вероятность газодинамических явлений. Недостатки: высокая трудоемкость, стоимость; низкая скорость проведения полевой выработки; наличие породных забоев (требуется отдельная схема транспорта для породы и породный отвал на поверхности).

В зависимости от числа обслуживаемых пластов различают индивидуальную и групповую подготовку (рис. 5.2). Индивидуальную подготовку целесообразно применять при большими расстояниями между пластами, более 40÷50 м (свита независимых пластов). Если нет осложняющих факторов, препятствующих осуществлению пластовой подготовки, то, как правило, применяют индивидуальную пластовую подготовку. Достоинства этого варианта аналогичны достоинствам пластовой подготовки.

Групповую подготовку целесообразно применять в свитах сближенных пластов (расстояние между пластами менее 40÷50 м). Так как групповая подготовка это, как правило, подразумевает про-

ведение группового полевого штрека, то достоинства и недостатки соответствуют полевой подготовке.

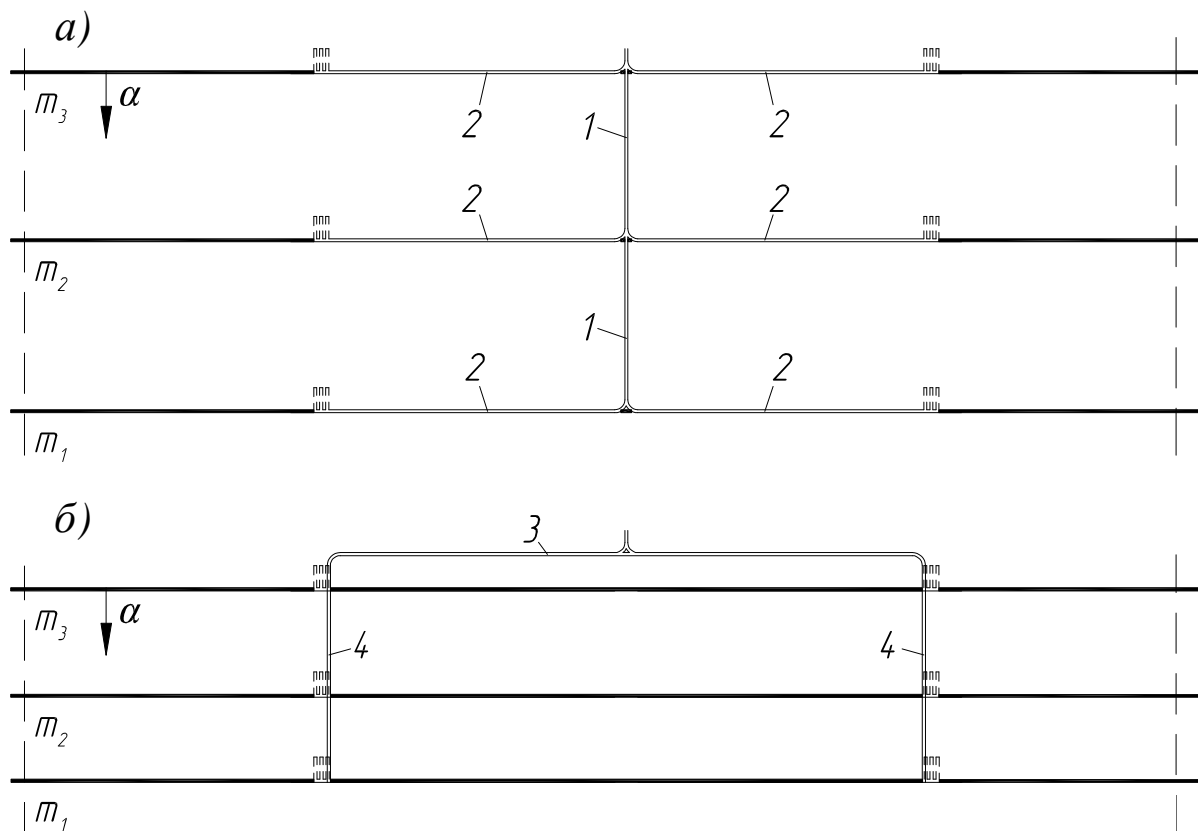


Рис. 5.2. Индивидуальная и групповая подготовка:

а – индивидуальная пластовая подготовка; б – групповая полевая подготовка; 1 – капитальный квершлаг; 2 – индивидуальные пластовые штреки; 3 – групповой полевой штрек; 4 – промежуточные квершлагы

В тех случаях, когда расстояние между пластами значительное, а проведение пластовых штреков нецелесообразно или запрещено нормативными документами, подготовку осуществляют индивидуальными полевыми штреками. Как и в любом случае индивидуальной подготовки, этот вариант подразумевает наличие капитального квершлага и индивидуальных штреков. Поскольку штреки полевые для выхода на пласт от них проводят короткие промквершлагы (рис. 5.3).

Поскольку шахтные поля имеют самые различные параметры, встречаются такие поля, где присутствуют и сближенные и независимые пласты. В таком случае целесообразно применять комбинированную подготовку на транспортном горизонте (рис. 5.4). Сближенные пласты подготавливают групповым штреком, независимые – индивидуальным штреками.

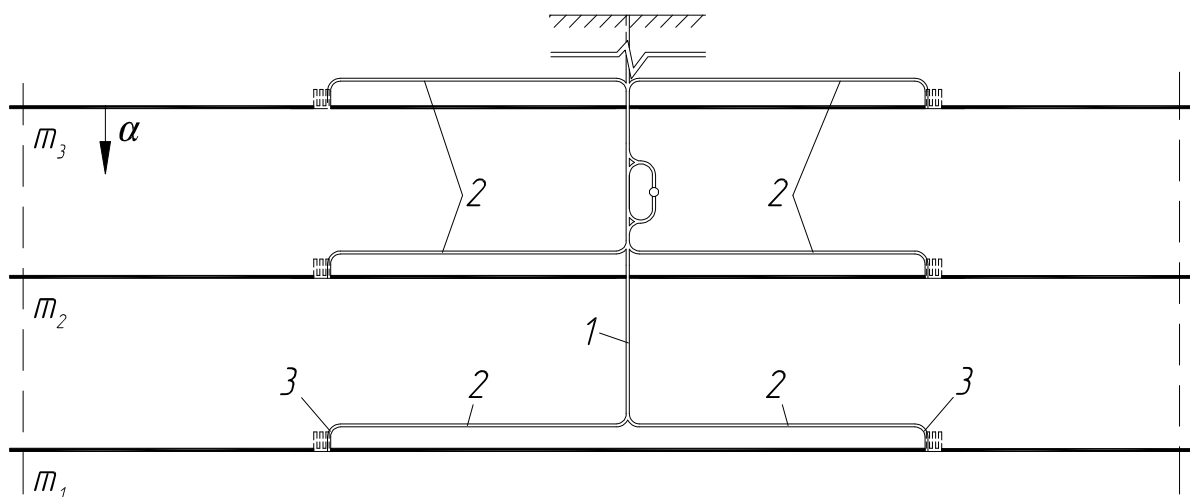


Рис. 5.3. Индивидуальная полевая подготовка:

1 – главный квершлаг; 2 – индивидуальные полевые штреки; 3 – промежуточные квершлаг

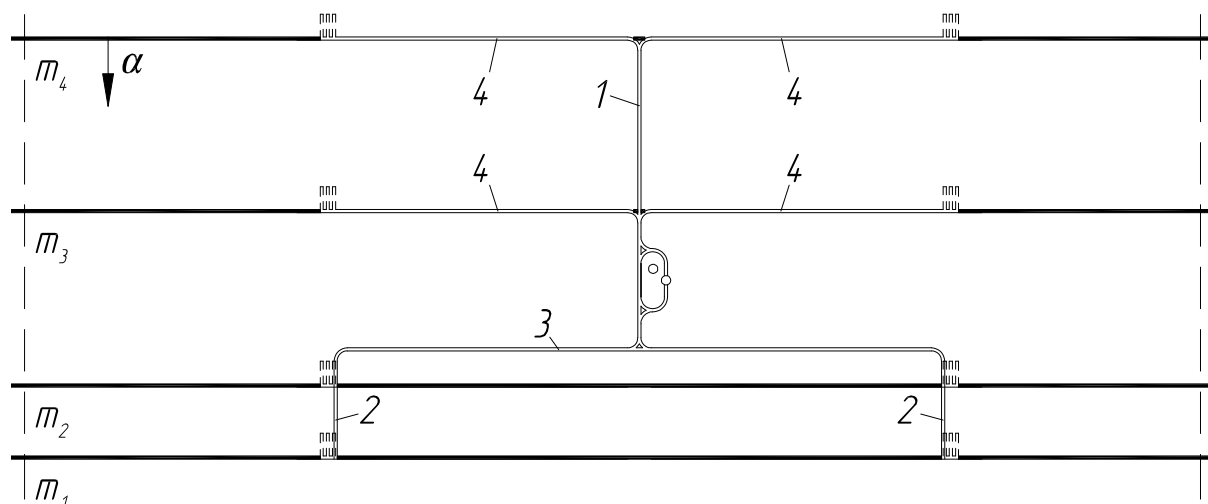


Рис. 5.4. Комбинированная подготовка транспортного горизонта:

1 – главный квершлаг; 2 – промежуточные квершлаг; 3 – групповой полевой штрек; 4 – индивидуальные пластовые штреки

С экономической полевая подготовка наименее выгодна с точки зрения первоначальных затрат, т.к. проводятся выработки по породе. Однако в связи с исключением эндогенных пожаров, снижением вероятности газодинамических явлений, а также лучшей устойчивости выработок, эксплуатационные затраты при таком варианте подготовки могут быть значительно меньше, чем при пластовой подготовке.

На пластах крутого падения применяют вскрытие вертикальными стволами с этажными квершлагами и групповую по-

левую подготовку транспортного горизонта. В отличие от пологого и наклонного падения пластов, у подготовки пластов крутого залегания есть два существенных момента:

- на крутых пластах проводится и групповой полевой штрек, и индивидуальные пластовые штреки;
- индивидуальные пластовые штреки не проводятся на всю длину (как при подготовке пологих и наклонных пластов) и не поддерживаются весь срок отработки пласта.

Различают следующие основные варианты подготовки крутых и крутонаклонных пластов:

- с доставкой угля на передний промквершлаг при прямом порядке отработки выемочного поля (односторонний);
- с доставкой угля на передний промквершлаг при обратном порядке отработки выемочного поля (односторонний);
- с доставкой на передний двухсторонний промквершлаг;
- с доставкой на задний промквершлаг.

Эти варианты имеют достоинства и недостатки относительно друг друга. Один из вариантов представлен на рис. 5.5.

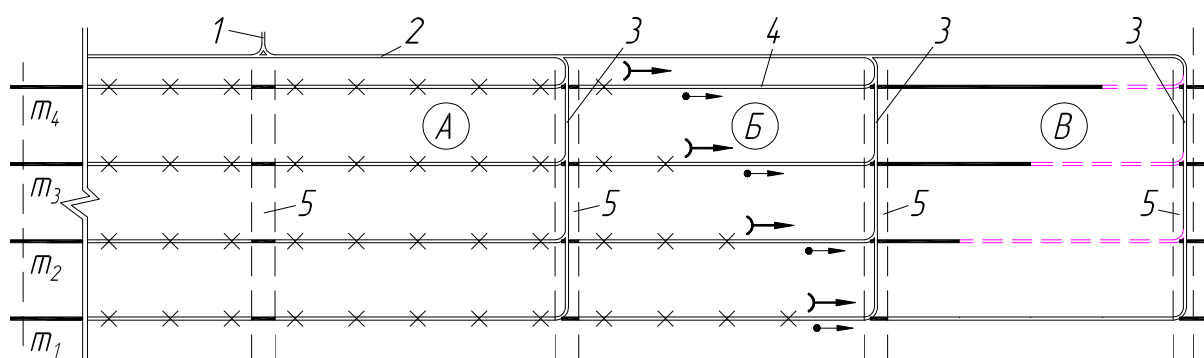


Рис. 5.5. Групповая полевая подготовка с доставкой на передний промквершлаг при прямом порядке отработки выемочного поля:

1 – главный квершлаг; 2 – групповой полевой штрек; 3 – промквершлаг; 4 – пластовый откаточный штрек; 5 – целики между выемочными полями. А – отработанное выемочное поле; Б – отрабатываемое выемочное поле; В – подготавливаемое выемочное поле

Подготовка в плоскости пласта

Подготовка в плоскости пласта (второй этап подготовки) подразумевает проведение подготовительных выработок, обеспечивающих начало ведения очистных работ. Подготовка осуществляется в пределах части пласта (по площади). Такими частями

шахтопластов являются панели, этажи, столбы по падению (восстанию). Соответственно, различают панельную, этажную и погоризонтную подготовку. Каждая схема подготовки формирует определенную систему разработки пласта.

Наибольшее распространение имеет панельная подготовка (рис. 5.6). Она применяется на тонких, мощных и средней мощности пластах с углом падения до 25° . Существуют различные варианты панельной подготовки: однокрылые и двукрылые панели с фланговыми выработками и без них; с пластовым вентиляционным штреком и без него и др.

Каждая панель обслуживается своими панельными выработками (наклонные пластовые выработки). Транспортная связь между панелями и панелей с квершлагами осуществляется по пластовому транспортному штреку.

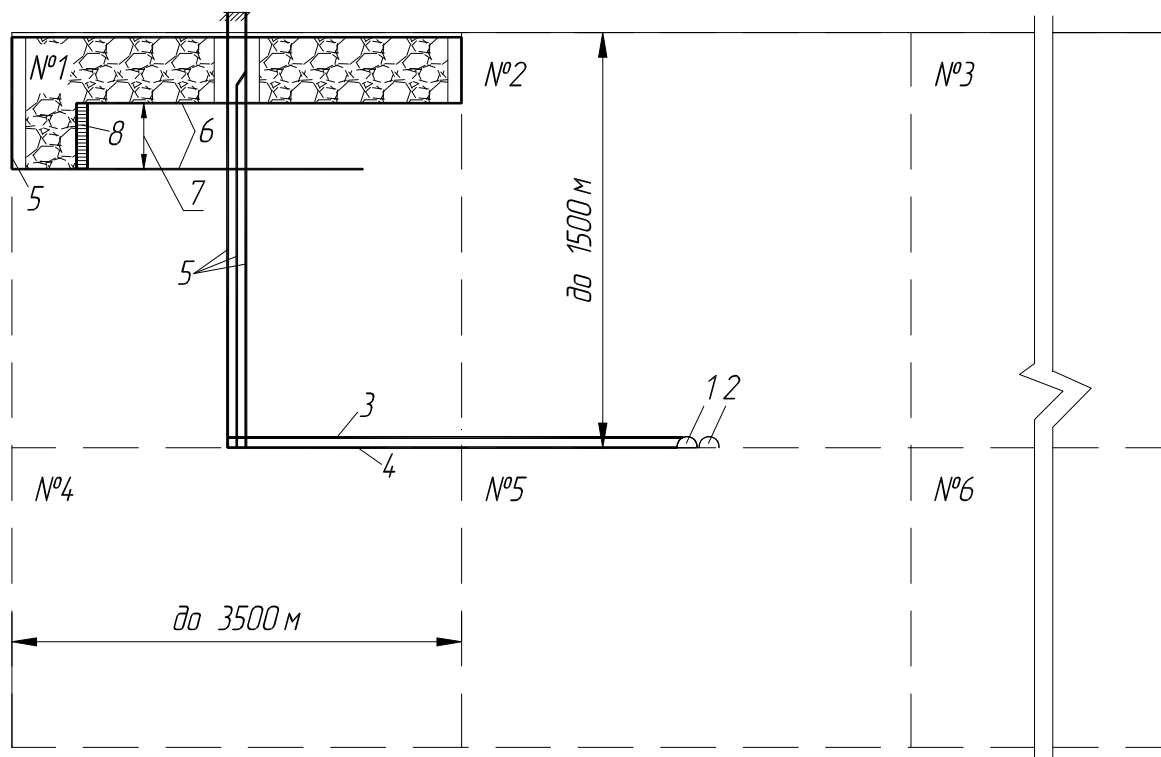


Рис. 5.6. Деление шахтопласта на панели и панельная подготовка:

1 – конвейерный квершлаг; 2 – воздухоподающий квершлаг; 3 – пластовый конвейерный штрек; 4 – пластовый воздухоподающий штрек; 5 – наклонные пластовые выработки; 6 – ярусные штреки; 7 – ярус; 8 – очистной забой; № 1, 2, 3 – бремсберговые панели; № 3, 4, 5 – уклонные панели

Этажная подготовка шахтопластов имеет два принципиально различных варианта: для пологого наклонного падения (рис. 5.7) и для крутого падения (рис. 5.8). В первом случае подразуме-

вается система разработки с длинными столбами по простиранию и отработка механизированным комплексом. При этом, подготовка этажа к очистной выемке осуществляется в пределах всего размера шахтного поля по простиранию.

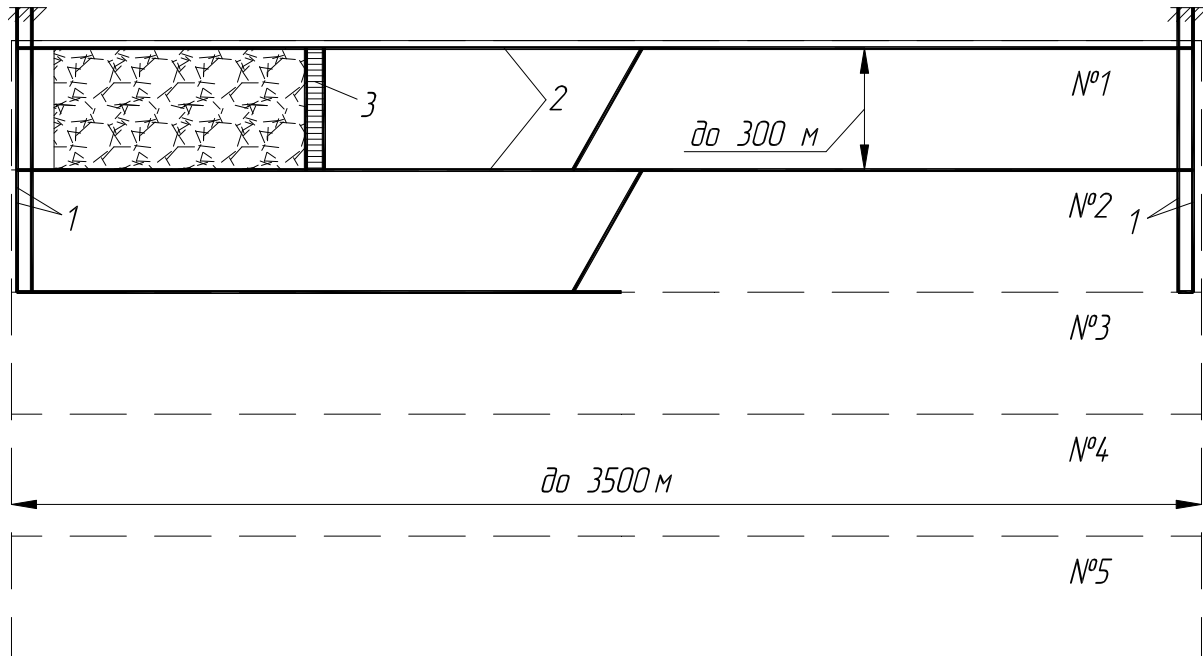


Рис.5.7. Деление шахтопласта на этажи и этажная подготовка при пологом и наклонном падении:

1 – наклонные стволы; 2 – этажные штреки; 3 – очистной забой; № 1, 2, 3, 4, 5 – этажи

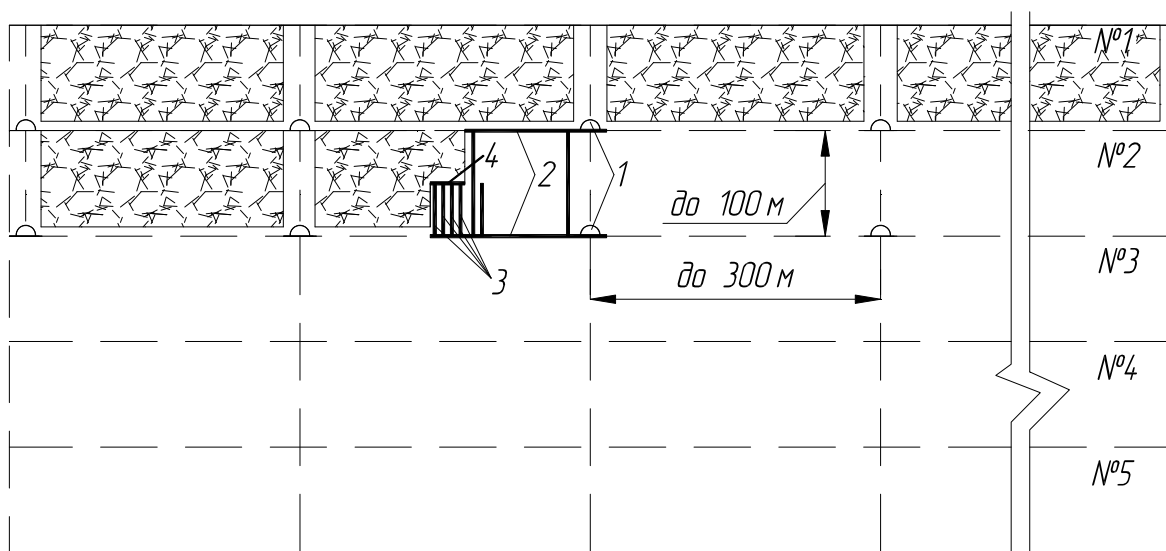


Рис. 5.8. Деление шахтопласта на этажи и этажная подготовка при крутом падении:

1 – этажные промквершлагаи; 2 – этажные штреки; 3 – печи; 4 – очистной забой; № 1, 2, 3, 4, 5 – этажи

На пластах крутого падения подготовка этажа осуществляется в пределах выемочного поля с размером по простиранию до 300 м (иногда до 450 м). Для отработки выемочных полей, подготовленных таким образом, применяются щитовые системы разработки, системы с подэтажными штреками (ПШО) и др. На рис. 5.8 представлен вариант со щитовой системой разработки.

Погоризонтная подготовка (рис. 5.9) применяется при углах падения до $10\div 12^\circ$ при делении шахтного поля на столбы по падению (восстанию).

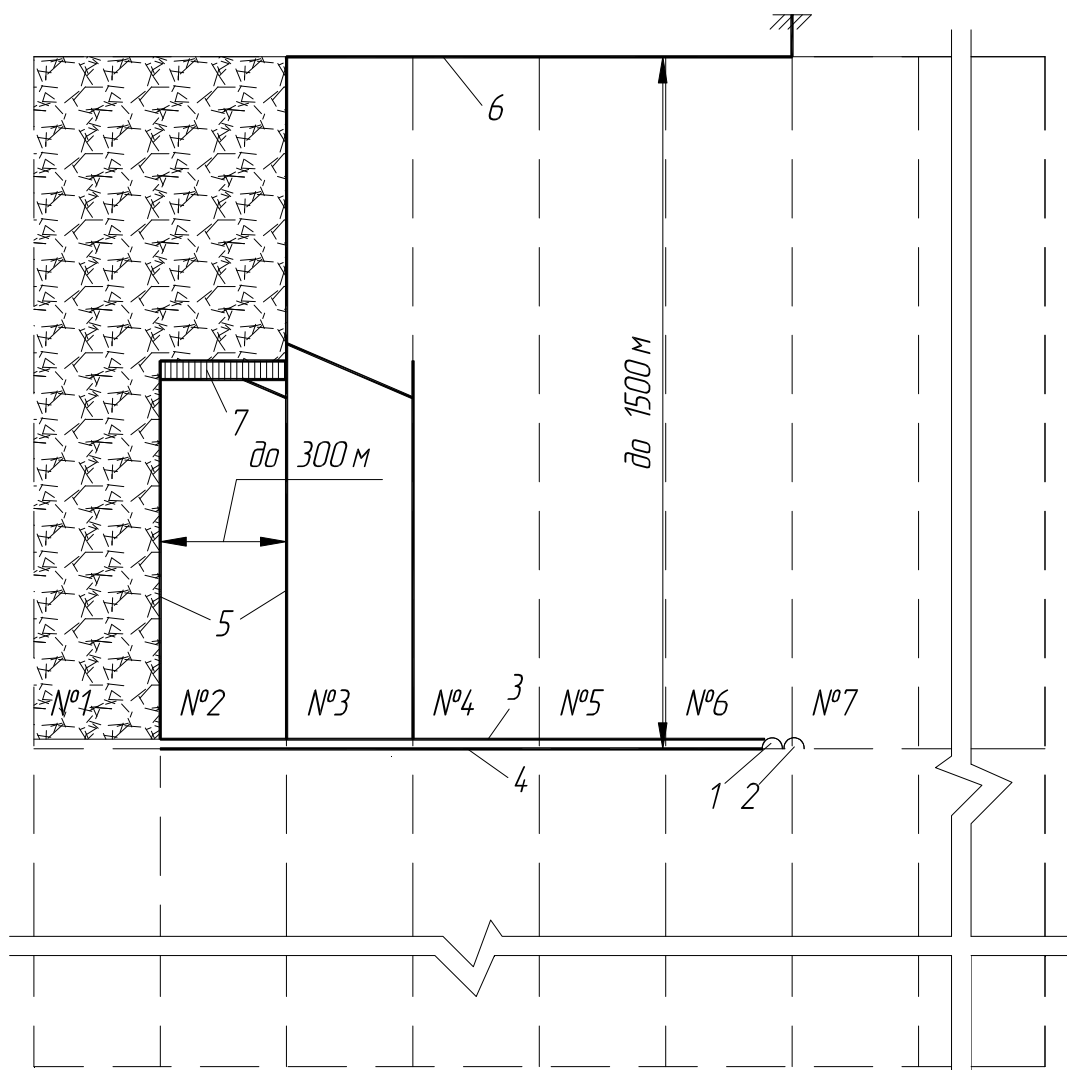


Рис. 5.9. Деление шахтопласта на столбы по падению (восстанию) и погоризонтная подготовка:

1 – конвейерный квершлаг; 2 – воздухоподающий квершлаг; 3 – пластовой конвейерный штрек; 4 – пластовой воздухоподающий штрек; 5 – наклонные пластовые выработки; 6 – пластовой вентиляционный штрек; 7 – очистной забой; № 1 ÷ 7 – выемочные столбы

Отличительная особенность – отсутствие выемочных штреков. Поскольку этот вариант подготовки подразумевает дальнейшую отработку столбами по падению или восстанию, то оконтуривание выемочного столба осуществляется пластовыми наклонными выработками (бремсбергами, уклонами, ходками). При высокой обводненности пласта целесообразно обрабатывать по восстанию, при высокой газоносности – по падению.

При различных горногеологических условиях на одном шахтопласте, возможно применение комбинированной подготовки. Например, часть шахтопласта подготавливается и отрабатывается панелями, другая часть столбами по восстанию (рис. 5.10).

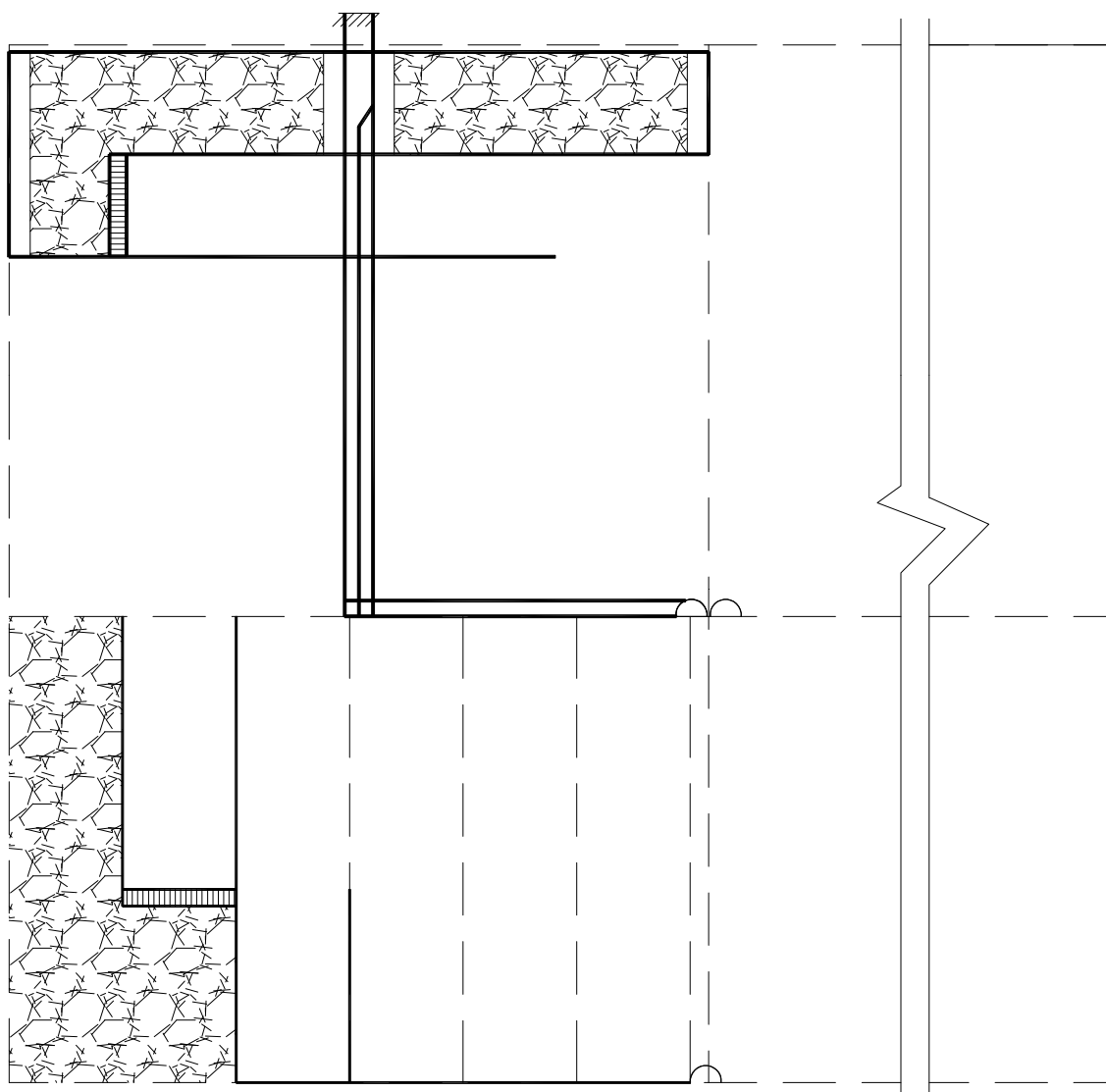


Рис. 5.10. Комбинированная подготовка шахтопласта.*

**Примечание: Оработка пласта в панели и столбе по восстанию ведется не одновременно – вначале отрабатываются бремсберговые панели, а затем столбы по восстанию в уклонной части*

Примеры контрольных вопросов

1. Сколько этапов у подготовки, как они называются?
2. Какие подготовительные выработки проводят при первом этапе подготовки?
3. Поясните сущность индивидуальной подготовки пластов.
4. Поясните сущность групповой подготовки пластов.
5. Какие способы подготовки Вы знаете?
6. Какие схемы подготовки Вы знаете?
7. Поясните сущность и область применения панельной подготовки.
8. Какие подготовительные выработки проводят при панельной (этажной, погоризонтной) подготовке?

ТЕМА № 6. СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Цель занятия: изучение систем разработки пластовых месторождений для различных горно-геологических условий.

В зависимости от мощности, угла падения, строения, вмещающих пород, глубины залегания угольные пласты отрабатываются различными системами разработки. Система разработки – это определённый, увязанный в пространстве и во времени, порядок ведения подготовительных работ и очистной выемки.

Существуют различные классификации систем разработки. В их основу может быть положена применяемость в зависимости от угла падения, мощности, степени механизации очистных работ и т.д. Один из вариантов классификации представлен на рис. 6.1. Можно сказать, что представленные названия в нижних ярусах каждой части этой блок-схемы – это названия групп систем разработки, включающей в себя несколько модификаций.

Столбовые системы разработки при панельной подготовке являются самой распространённой группой систем разработки на современном этапе развития угольной отрасли РФ и довольно широко применяются за рубежом. Поэтому они будут рассмотрены более подробно в данной методической работе. Эти системы предполагают разделение в пространстве и времени подготовительных и очистных работ. Все подготовительные выработки в отрабатываемой части пласта проводятся заранее, до начала очистных работ. При этом, при оконтуривании этой части шахтопласта образуются "длинные столбы".

Существует множество вариантов столбовых систем. Принципиально разные варианты – это столбовые системы для пластов пологого и наклонного залегания и для пластов крутого залегания (щитовые и др.)

При столбовых системах на пологом и наклонном падении при проведении выемочных выработок, оконтуривающих столбы, возможно осуществить:

- доразведку условий залегания пласта (изменение его мощности, угла падения);
- предварительную дегазацию выемочного столба.

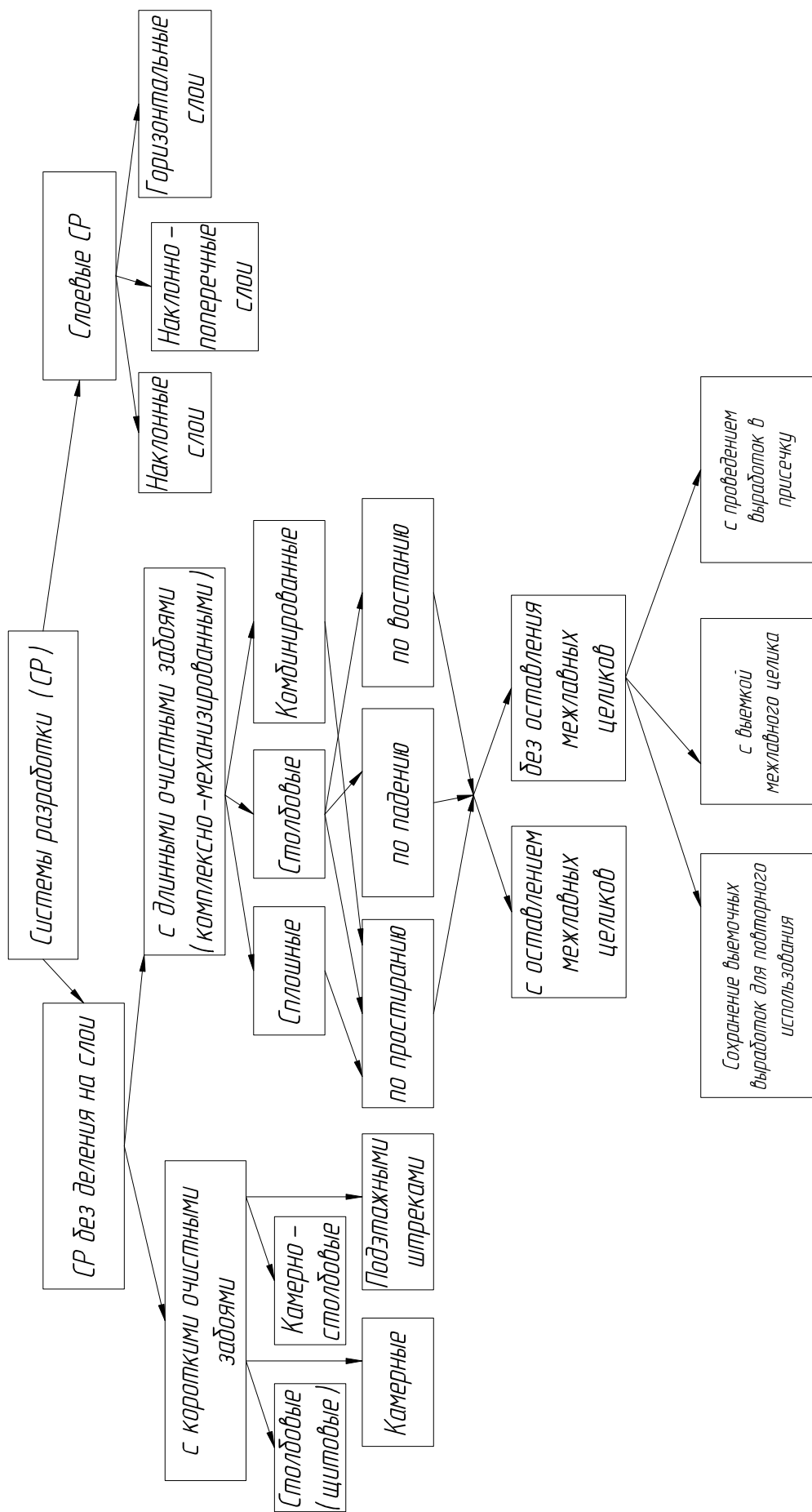


Рис. 6.1. Классификация систем разработки пластовых месторождений

Далее (рис. 6.2–6.10) представлены наиболее характерные варианты столбовых систем разработки. Как отмечалось выше, эти варианты имеют несколько модификаций в зависимости от схемы проветривания, типа главного и вспомогательного транспорта по горным выработкам, наличия осложняющих горногеологических условий, порядка отработки ярусов. Также различают варианты для бремсберговых и уклонных, двусторонних и односторонних панелей.

Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межлавных целиков (двусторонняя панель).

Данный вариант столбовой системы (рис. 6.2) применяется при любой мощности пласта (где возможно применение столбовых систем). Оставляемый целик является "средством" для улучшения условий поддержания выемочных штреков. Такую систему целесообразно применять в случае неустойчивости пород кровли, а также при наличии тяжелой, труднообрушаемой кровли. В этом случае оставленный целик воспринимает на себя давление обрушающихся больших блоков кровли, что способствует лучшему сохранению выемочных штреков.

Также данный вариант рекомендуется при отработке пластов весьма склонных к самовозгоранию. Целик изолирует отработанное пространство, что снижает вероятность возникновения эндогенного пожара. При этом целики и краевые части пласта подвергают антипирогенной обработке.

П. 2.1.12 инструкции [5]. В уклонных и бремсберговых полях на пластах пологого и наклонного падения, отнесённых к категории весьма склонных к самовозгоранию, при отработке выемочных столбов по простиранию предусматривать оставление между ними профилактических целиков.

Эта система не рекомендуется к применению в условиях опасности возникновения горных ударов, так как целики являются потенциально удароопасными участками.

Штреки, оконтуривающие выемочные столбы, проводятся спаренно (через целик). Через некоторое расстояние они соединяются сбойками. Это облегчает проветривание штреков при их проведении. Расстояние между сбойками зависит от газоносности и характеристик применяемых вентиляторов местного проветривания. Оно, как правило, не превышает 800 м.

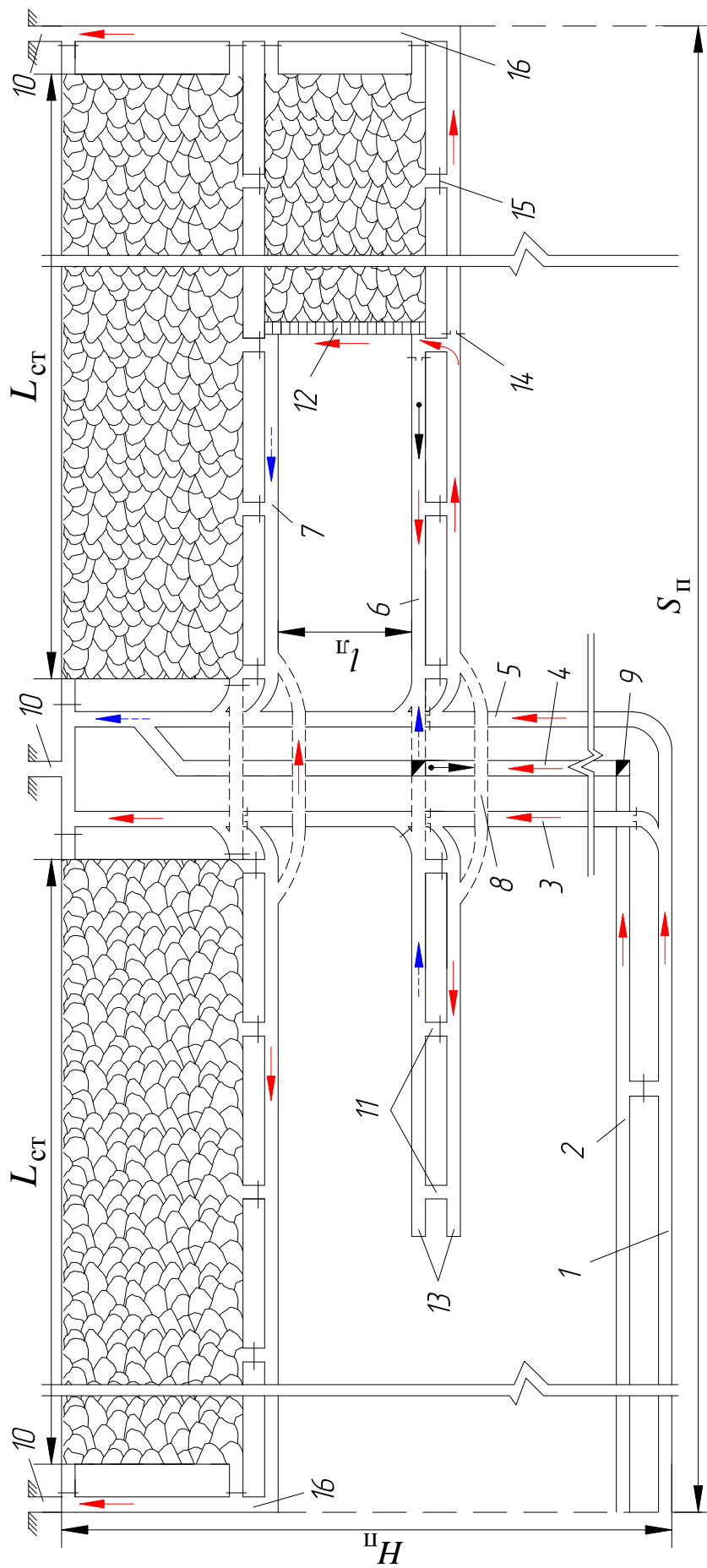


Рис. 6.2. Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межлавных целликов (двусторонняя бремсберговая панель):

1 – пластовой воздухоподающий штрек; 2 – пластовой конвейерный штрек; 3 – людской ходок; 4 – бремсберг; 5 – грузовой бункер; 6 – ярусный конвейерный штрек; 7 – ярусный вентиляционный штрек; 8 – обводная выработка; 9 – аккумулярующий бункер; 10 – шурф; 11 – сбойка; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – перемычка с регулятором; 15 – глухая перемычка; 16 – фланговая выработка; $S_{п}$ – размер панели по простиранию, м; $H_{п}$ – размер панели по падению, м; $l_{л}$ – длина лавы, м; $L_{ст}$ – длина выемочного столба, м

Основной недостаток этого варианта (относительно вариантов на рис. 6.4, 6.6 и 6.7) – оставление угля в целиках, т. е. значительные эксплуатационные потери. Особенно этот недостаток проявляется на больших глубинах, где необходимо оставлять целики значительной ширины. Основное достоинство – улучшаются условия поддержания выемочных выработок.

Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межлавных целиков (односторонняя панель).

Эта модификация (рис. 6.3, как и все другие варианты с однокрылькими панелями подразумевает наличие выработок на обоих флангах панели. Возможны различные варианты порядка ведения горных работ при отработке однокрыльких панелей:

- проведение подготовительных выработок навстречу очистному забою;
- проведение подготовительных выработок в одном направлении с очистным забоем;
- отработка столбов в одном направлении;
- отработка столбов в противоположном направлении в следующем ярусе.

Следует учитывать, что в случае опасности возникновения горных ударов не рекомендуется ведение очистных работ на выработанное пространство, т.е вариант с противоположным направлением отработки.

Система разработки длинными столбами по простиранию с выемкой межлавных целиков при отработке следующего яруса (двусторонняя панель).

Этот вариант системы разработки (рис. 6.4) целесообразно применять, когда есть причины вначале оставить целик (например, трудности с поддержанием штрека при его сохранении на полное сечение), а потом его вынуть для снижения потерь угля.

Строго говоря, практически во всех случаях, целесообразно вынимать оставленный целик с точки зрения уменьшения потерь. Однако, в связи с повышенной трудоемкостью работ (сохранение штрека на часть сечения органом рядом, наличие выработки по фронту очистного забоя), не всегда технологически и экономически целесообразно применять этот вариант системы.

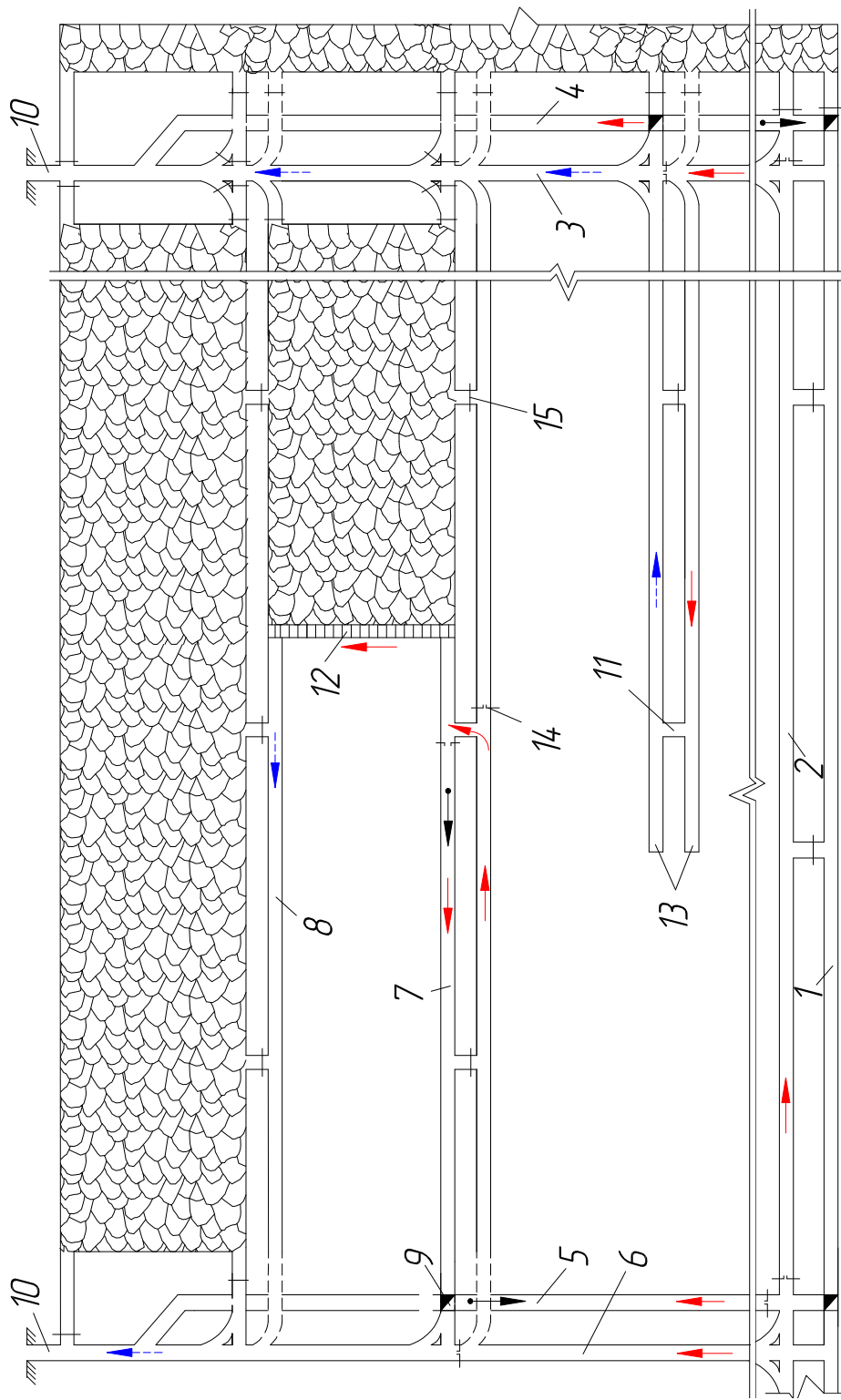


Рис. 6.3. Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межглавных целиков

(односторонняя бремсберговая панель):

1 – пластовой конвейерный штрек; 2 – пластовой воздухоподающий штрек; 3 – фланговый ходок; 4 – фланговый бремсберг; 5 – бремсберг; 6 – ходок; 7 – ярусный конвейерный штрек; 8 – ярусный вентиляционный штрек; 9 – аккумулярующий бункер; 10 – шурф; 11 – сбойка; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – перемычка с регулятором; 15 – глухая перемычка

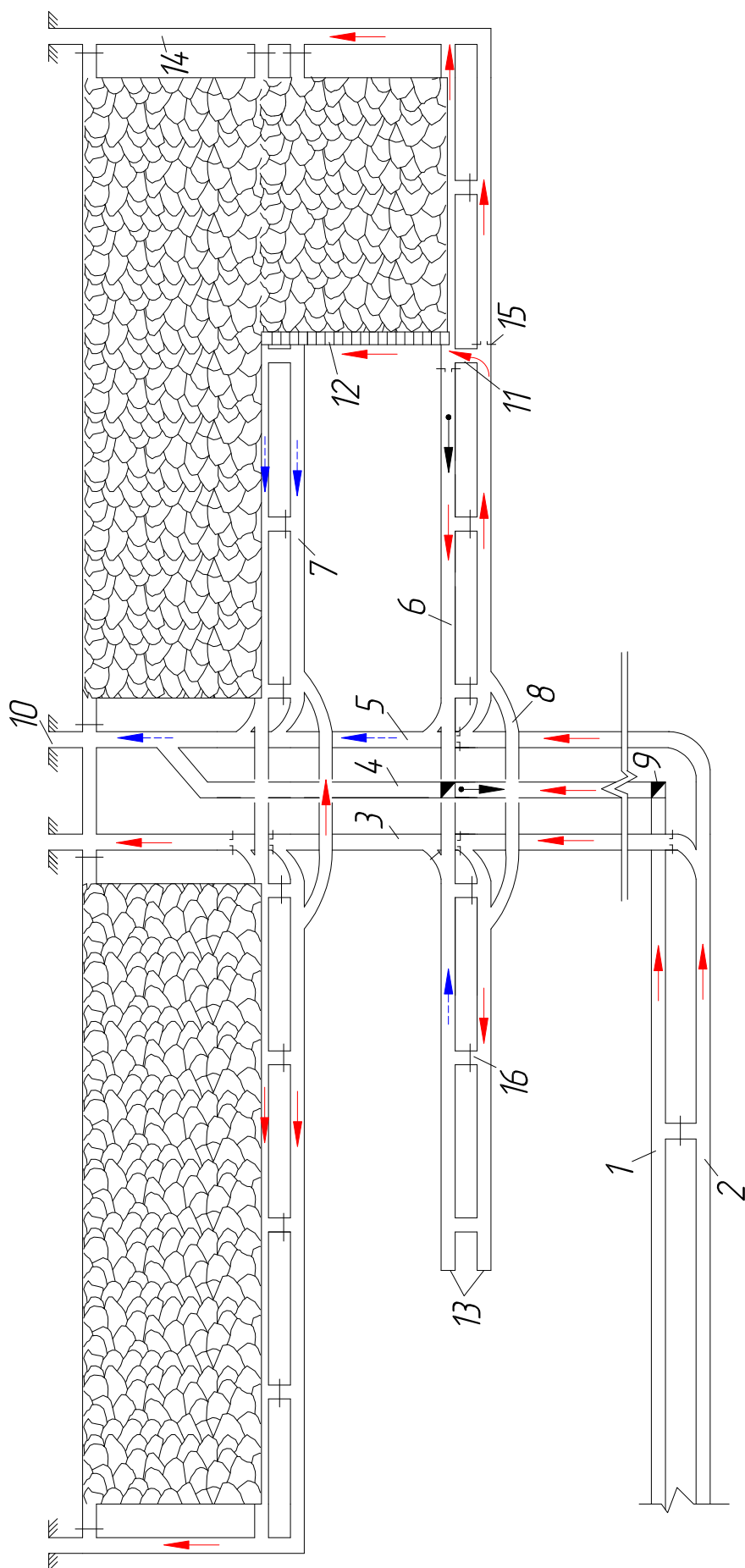


Рис. 6.4. Система разработки длинными столбами по простиранию с выемкой межглавных целликов при отработке следующего яруса (двусторонняя тормозберговая панель):

1 – пластовой конвейерный штрек; 2 – пластовой воздухоподводящий штрек; 3 – людской ходок; 4 – тормозберг; 5 – грузовой ходок; 6 – ярусный конвейерный штрек; 7 – ярусный вентиляционный штрек; 8 – обводная выработка; 9 – аккумулирующий бункер; 10 – шурфы; 11 – сбойка; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – фланговый ходок; 15 – перемычка с регулятором; 16 – глухая перемычка

Наличие верхнего (ранее сохраненного) штрека регламентируется требованием ПБ [6].

П.113. ПБ [6]. Из каждой очистной выработки должно быть не менее двух выходов: один - на вентиляционный, другой - на откаточный (конвейерный) штрек.

Другими словами, не должно быть тупика, поэтому необходимо сохранять конвейерный штрек шириной не менее 700 мм для обеспечения второго выхода из верхней части лавы. Также сохранение этого штрека необходимо для более эффективного проветривания в верхней части лавы в пределах вынимаемого целика.

Достоинство этого варианта – меньшие (по сравнению с вариантом, представленным на рис 6.2) эксплуатационные потери в целиках. Недостатки – необходимость сохранения штрека, наличие выработки по фронту очистного забоя.

Система разработки длинными столбами по простиранию с проведением присечного штрека (двусторонняя панель).

Системы разработки с присечкой целесообразно применять в тех случаях, когда запрещено или экономически не выгодно оставлять целики угля, а система разработки с сохранением штрека для повторного использования не целесообразна к применению, из-за проблем с поддержанием сохраняемого штрека.

Существует несколько вариантов проведения присечных штреков (рис. 6.5). В настоящее время наибольшее распространение имеет вариант *а*. Этот вариант рекомендуется инструкцией по отработке удароопасных пластов РД-05-328-99 (пункт 2.3). Ширина полосы $m + 1$ м. Основное преимущество варианта *а* – проведение присечного штрека в массиве угля и его изоляция от отработанного пространства полосой угля (податливым целиком).

Вариант *б* практически не применяется в настоящее время.

Варианты *в* и *г* применяется редко. Для них характерно проведение присечного штрека вслед за очистным забоем, с некоторым отставанием. Величина этого отставания должна быть больше протяженности зоны активного смещения кровли после выемки угля в очистном забое. В этом случае обеспечивается лучшая устойчивость проводимой выработки. Достоинство варианта *г* – проветривание присечного штрека в период проходки за счет

общешахтной депрессии без ВМП. Однако, может понадобиться выполнение дополнительных операции для поддержания участка выработки от сопряжения с очистным забоем до подготовительного забоя.

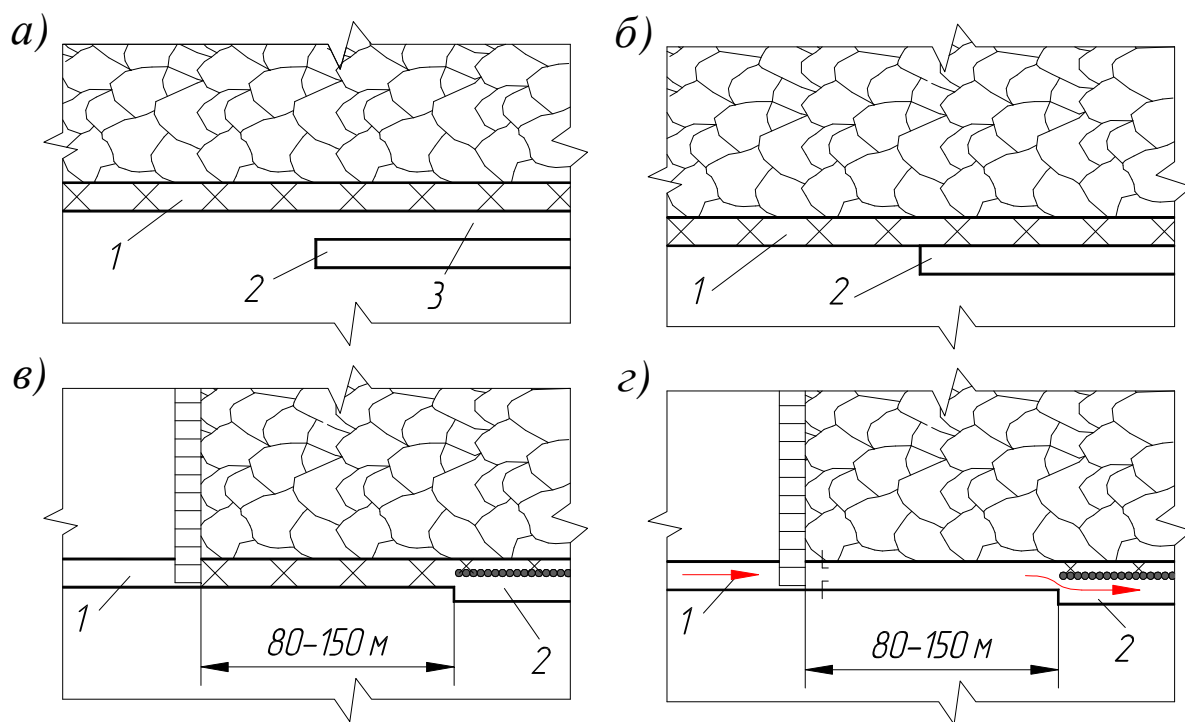


Рис. 6.5. Варианты присечки:

а – с оставлением полосы угля; б – с полной присечкой; в – с частичной присечкой; г – с частичной присечкой и поддержанием выработки для прямоточного проветривания; 1 – ярусный конвейерный штрек; 2 – ярусный вентиляционный штрек (присечной); 3 – полоса угля (податливый целик)

На рис. 6.6 представлен вариант для двусторонней бремсберговой панели при проведении присечного штрека с оставлением полосы угля (рис. 6.5 а). В принципе, область применения этого варианта аналогична предыдущему варианту с выемкой целиков. Но, поскольку не предполагается сохранение штрека, этот вариант может применяться, в отличие от варианта на рис. 6.5, и на мощных пластах. Подразумевается следующее развитие горных работ: очистные и подготовительные забои находятся в разных крыльях, причем подготовительные забои находятся в том крыле, где отрабатывалась предыдущая лава. Это обеспечивает проведение присечного штрека в разгруженной и дегазированной зоне.

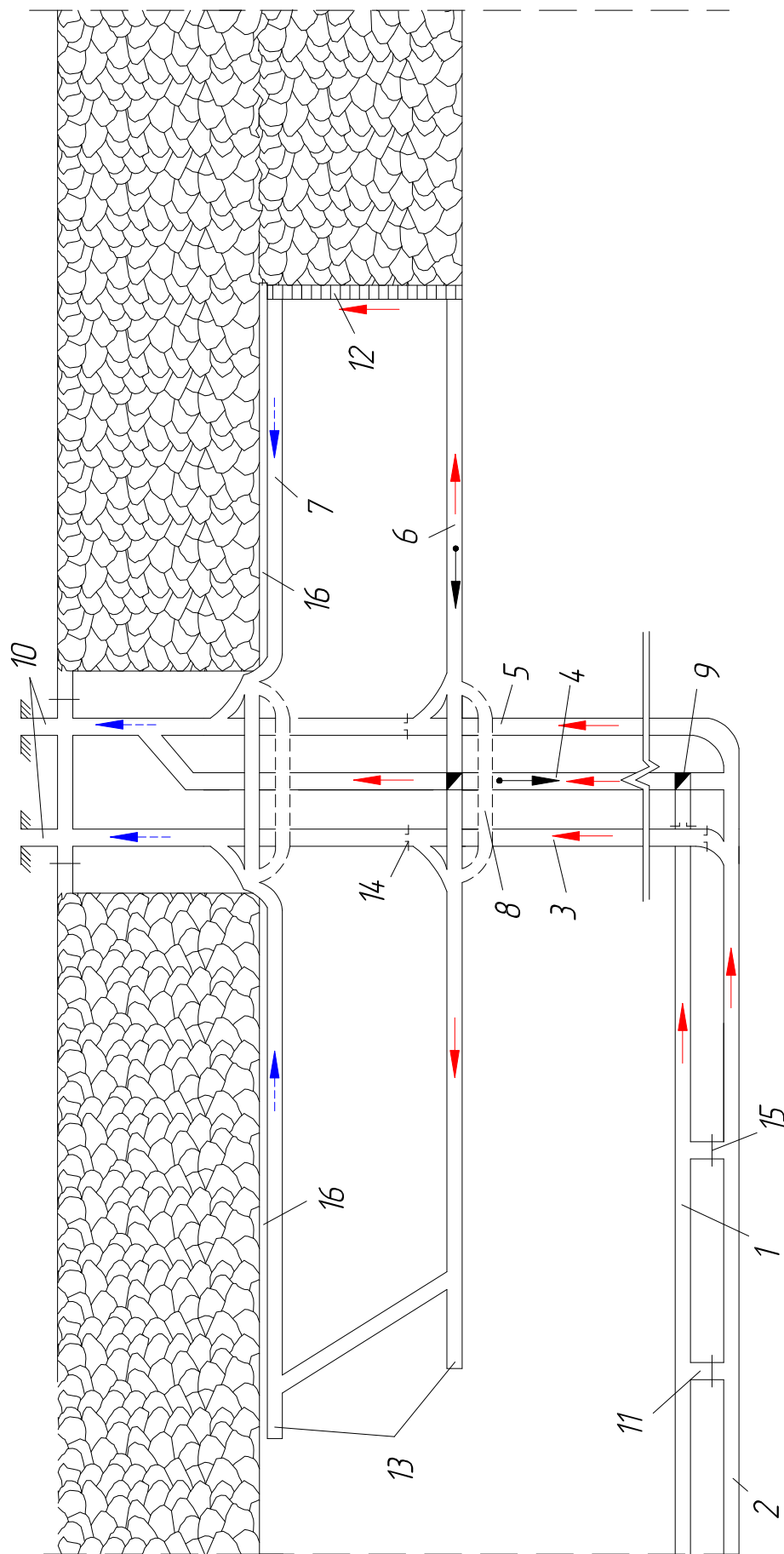


Рис. 6.6. Система разработки длинными столбами по простиранию с проведением присечного штрека при оставлении полосы угля (двусторонняя бремсберговая панель):

1 – пластовой конвейерный штрек; 2 – пластовой воздухоподающий штрек; 3 – людской ходок; 4 – бремсберговая грузовой ходок; 5 – ярусный конвейерный штрек; 6 – ярусный вентиляционный штрек (присечной); 7 – ярусный вентиляционный штрек (присечной); 8 – обводная выработка; 9 – аккумулялирующий бункер; 10 – шурфы; 11 – сбойка; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – перемычка с регулятором; 15 – глухая перемычка; 16 – полоса угля

Достоинства этого варианта:

- сравнительно небольшие эксплуатационные потери (относительно вариантов на рис. 6.2, 6.3, 6.4);
- лучшие условия поддержания штрека (относительно варианта на рис. 6.7);
- возможность организации проветривания при отработке бремсберговой части без проведения фланговых выработок, (относительно всех других вариантов);
- лучшая изоляция выработанного пространства (относительно варианта на рис. 6.7).

Недостатки:

- необходимость проведения диагональной печи (относительно вариантов на рис. 6.2, 6.3, 6.4);

Система разработки длинными столбами по простиранию с сохранением конвейерного штрека для повторного использования (двусторонняя панель).

Этот вариант часто называют "бесцеликовой" системой разработки (рис. 6.7). Его применение изначально должно рассматриваться во всех горногеологических условиях, в которых это возможно. Такое требование содержится в нормативном документе [7] и это связано с государственной политикой охраны недр. Данная система разработки предполагает наименьшие потери угля из всех рассмотренных вариантов, так как отсутствуют межглавные целики.

Считается, что применение этой схемы целесообразно и возможно на тонких пластах и пластах средней мощности (до 3,5 м). Сохранение штрека осуществляется органичным рядом, кострами. Это искусственные сооружения, возводимые взамен отработанного борта конвейерного штрека. Органичный ряд возводится из деревянных рудничных стоек путем их установки вплотную. Костры выкладываются также из лесоматериалов в виде квадратных тумб. Существуют технологии, предполагающие возведение монолитных полос из быстротвердеющих материалов. Это наиболее эффективный и безопасный способ поддержания сохраняемого штрека. Однако по ряду причин он пока не получил широкого распространения в отечественной угольной промышленности.

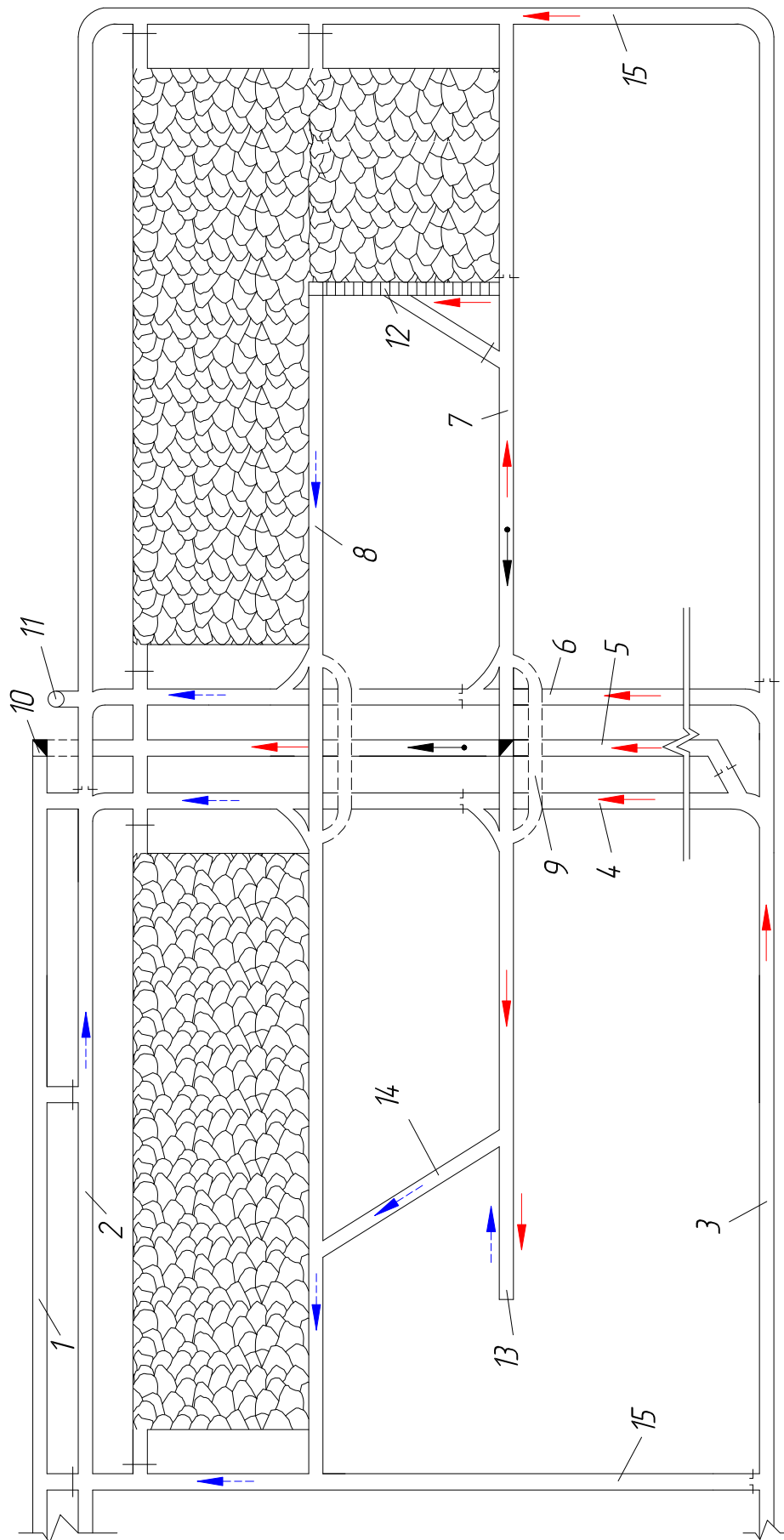


Рис. 6.б. Система разработки длинными столбами по простиранию с сохранением штрека для повторного использования (двусторонняя уклонная панель):

1 – пластовый конвейерный штрек; 2 – пластовый воздухоподающий штрек; 3 – воздухоподающий штрек; 4 – грузовой ходок; 5 – уклон; 6 – грузовой воздухоподающий штрек; 7 – конвейерный штрек; 8 – ярусный конвейерный штрек; 9 – обводная выработка; 10 – аккумулялирующий бункер; 11 – вентиляционная скважина; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – диагональная печь; 15 – фланговые ходки

Наряду с мощностью пласта, другим фактором, ограничивающим применение системы сохранением штрека, является характеристика вмещающих пород (особенно кровли). Если предполагается обрушение кровли большими блоками вслед за очистными забоями или породы кровли неустойчивые, то применять эту систему не целесообразно. В этих случаях будут происходить значительные изменения (деформации) поперечного сечения штрека, что может потребовать работ по восстановлению проектной площади поперечного сечения. Практика применения таких систем показала, что в ряде случаев возникали настолько значительные деформации, что восстановить и эксплуатировать штрек при отработке нижележащей лавы становилось невозможным.

Достоинства данной системы:

- минимальные эксплуатационные потери (относительно всех других вариантов);
- меньший объем подготовительных выработок за счет повторного использования сохраненного штрека (относительно всех других вариантов).

Недостатки:

- возможные трудности с поддержанием проектного поперечного сечения сохраненного штрека (относительно всех других вариантов);
- плохая изоляция выработанного пространства и аэродинамические связи между соседними выработанными пространствами (относительно всех других вариантов);
- необходимость проведения диагональной печи (относительно вариантов на рис. 6.2, 6.3, 6.4);

Вариант, представленный на рис. 6.7, применяется для отработки уклонных полей. Соответственно пластовый конвейерный и воздухоподающий штрек расположены выше панели. Также следует отметить, что варианты с сохранением штрека предусматривают обязательное наличие фланговых выработок (для проветривания сохраняемой части штрека).

Кроме того, наличие фланговых выработок в уклонных панелях – обязательное требование ПБ [6].

П.113. ПБ [6]. Выемочные участки, обрабатываемые уклонными полями, должны иметь не менее двух выходов на дей-

ствующий горизонт или поверхность, один из которых должен располагаться в центре участка, а второй - на его границе.

В заключение обзора столбовых систем разработки хотелось бы отметить следующее. Рассмотренные выше варианты (оставление целиков, выемка целиков, присечка, сохранение выработки для повторного использования) имеют модификации и в системах разработки длинными столбами по падению и восстанию. Такие системы разработки применяют при углах падения до 6° (по восстанию) и $10\div 12^\circ$ (по падению). В основном, решение об их использовании принимают при наличии значительного влияния осложняющих факторов. Такими факторами, как правило, являются высокая газоносность и обводненность. Также влияние на выбор этих систем может оказать конкретная конфигурация шахтного поля или шахтопласта, например, значительный размер по падению (до 4 км) и относительно небольшой размер по простиранию.

Примеры контрольных вопросов

1. Что называют системой разработки?
2. По каким признакам могут классифицироваться системы разработки?
3. Назовите системы разработки, наиболее распространенные в настоящее время на угольных шахтах РФ?
4. Назовите варианты столбовых систем разработки, рассмотренные в данной теме?
5. В каких условиях возможно и целесообразно применять систему разработки длинными столбами по простиранию с сохранением конвейерного штрека для повторного использования?
6. При каком из рассмотренных вариантов столбовых систем разработки эксплуатационные потери угля в целиках являются наименьшими?
7. При каком из рассмотренных вариантов столбовых систем разработки наибольшие эксплуатационные потери угля в целиках?
8. Какой вариант проведения присечного штрека получил наибольшее распространение в настоящее время?

ТЕМА № 7. ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКИ В ДЛИННОМ ЗАБОЕ

Цель занятия: Изучение технологии массовой добычи угля в длинном очистном забое (лаве).

В настоящее время очистные работы при отработке пологих и наклонных пластов мощностью до 6,5 м осуществляются с применением механизированных комплексов (рис. 6.1, а) следующим образом: узкозахватный комбайн – 1 самозарубается косым заездом на уровне конвейерного штрека в угольный пласт на ширину захвата, равную 0,63, 0,8 или 1 м и затем, перемещаясь вдоль забоя в направлении вентиляционного штрека, отбивает уголь от пласта. Отбитый уголь грузится на лавный скребковый конвейер – 2 и транспортируется вдоль забоя в направлении конвейерного штрека, где проходит через дробилку 9 и затем с помощью перегружателя 10 грузится на участковый ленточный конвейер 11. По всей длине забоя установлены линейные секции механизированного комплекса – 3, которые ограждают призабойное пространство от обрушающихся после выемки пласта пород кровли – 14. Вслед за проходом комбайна между секциями крепи и забоем образуется пространство, равное ширине захвата комбайна. С секций последовательно снимается распор и они принудительно перемещаются в сторону забоя на ширину захвата комбайна, после перемещения распор восстанавливается.

Достигнув вентиляционного штрека, комбайн начинает перемещаться в обратном направлении – к конвейерному, зачищая дорожку у почвы пласта. В образовавшееся пространство между конвейером и забоем последовательно задвигаются секции лавного конвейера. После достижения комбайном конвейерного штрека выполнение операций возобновляется в названной выше последовательности: зарубка косыми заездами и т. д. Совокупность процессов и операций, выполняемых и периодически повторяющихся при выемке угля по всей длине очистного забоя на определённое его продвижение, называют выемочным циклом. Таким образом, в рассматриваемом примере один цикл составляет передвижение комбайна от конвейерного штрека к вентиляционному и назад – к конвейерному.

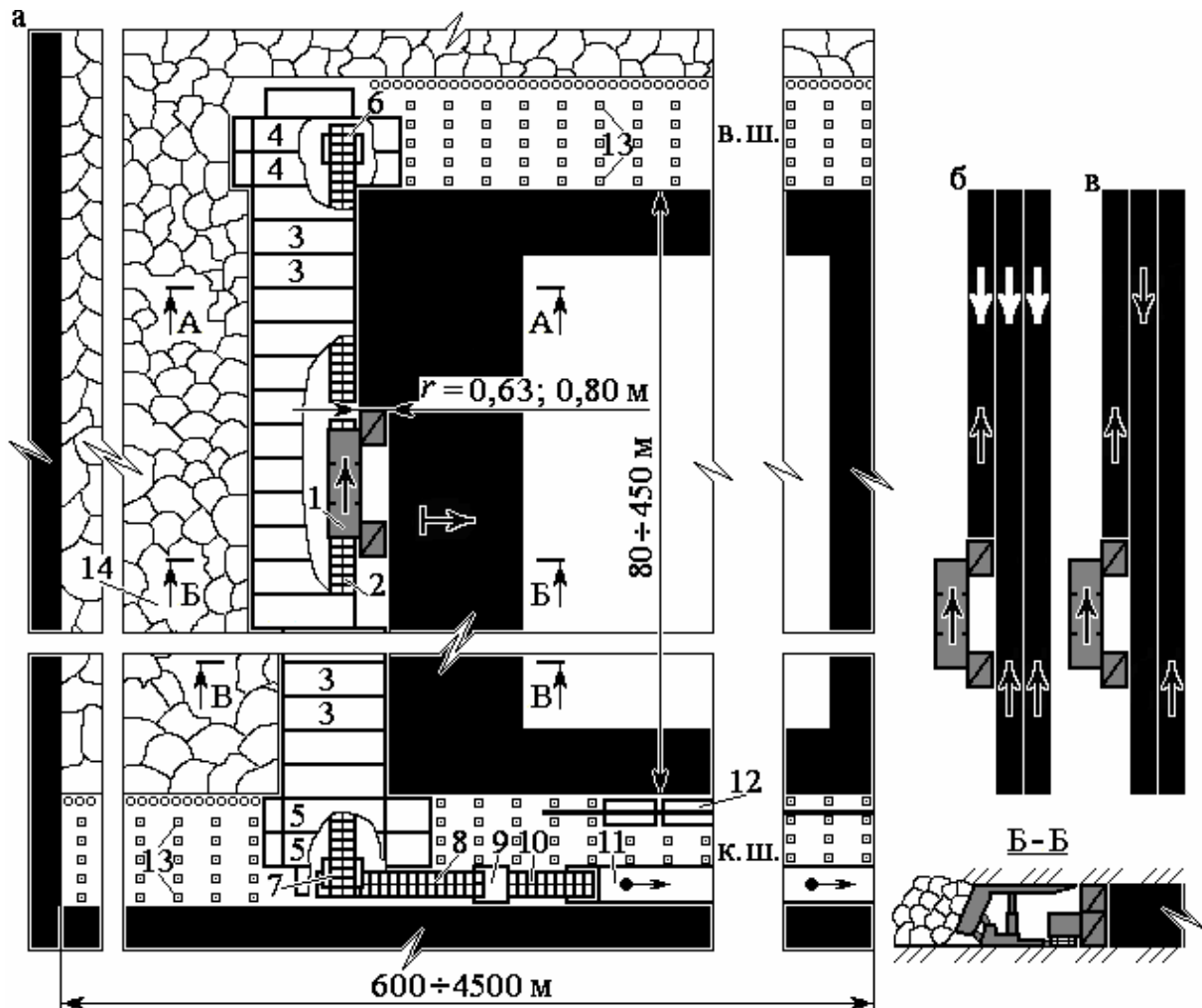


Рис. 6.1. План очистного забоя (лавы)

а – схема расположения оборудования в комплексно-механизированном забое; *б* – односторонняя и *в* – челноковая схемы выемки угля комбайном; 1 – узкозахватный комбайн; 2 – лавный скребковый конвейер; 3 – линейные секции крепи; 4 – крепи сопряжения лавы с вентиляционным штреком; 5 – крепи сопряжения лавы с конвейерным штреком; 6 – верхний привод лавного конвейера; 7 – нижний привод лавного конвейера; 8 – скребковый конвейер; 9 – дробилка; 10 – перегружатель; 11 – участковый ленточный конвейер; 12 – энергопоезд; 13 – анкерная крепь; 14 – обрушенные породы; \Rightarrow – направление движения комбайна при выемке; \Leftarrow – направление движения комбайна при холостом перегоне и зачистке конвейерной дорожки; $\bullet \rightarrow$ – направление движения отбитого в очистном забое угля; в.ш. – вентиляционный штрек; к.ш. – конвейерный штрек; r – ширина захвата комбайна

Рассмотренная схема выемки называется односторонней, т. е. выемка осуществляется в одном направлении, в обратном направлении – холостой перегон комбайна с зачисткой конвей-

ерной дорожки и иногда – с выемкой оставляемой угольной пачки у почвы (рис. 6.1, б).

При челноковой схеме выемка угля производится при перемещении комбайна в обоих направлениях (рис. 6.1, в).

Челноковая схема применяется при отработке тонких пластов и пластов средней мощности, односторонняя – при отработке пластов средней мощности и мощных.

Последовательность, взаимная увязка производственных процессов, выполняемых в забое, изображается на графике, называемом планограммой работ (рис. 6.2).

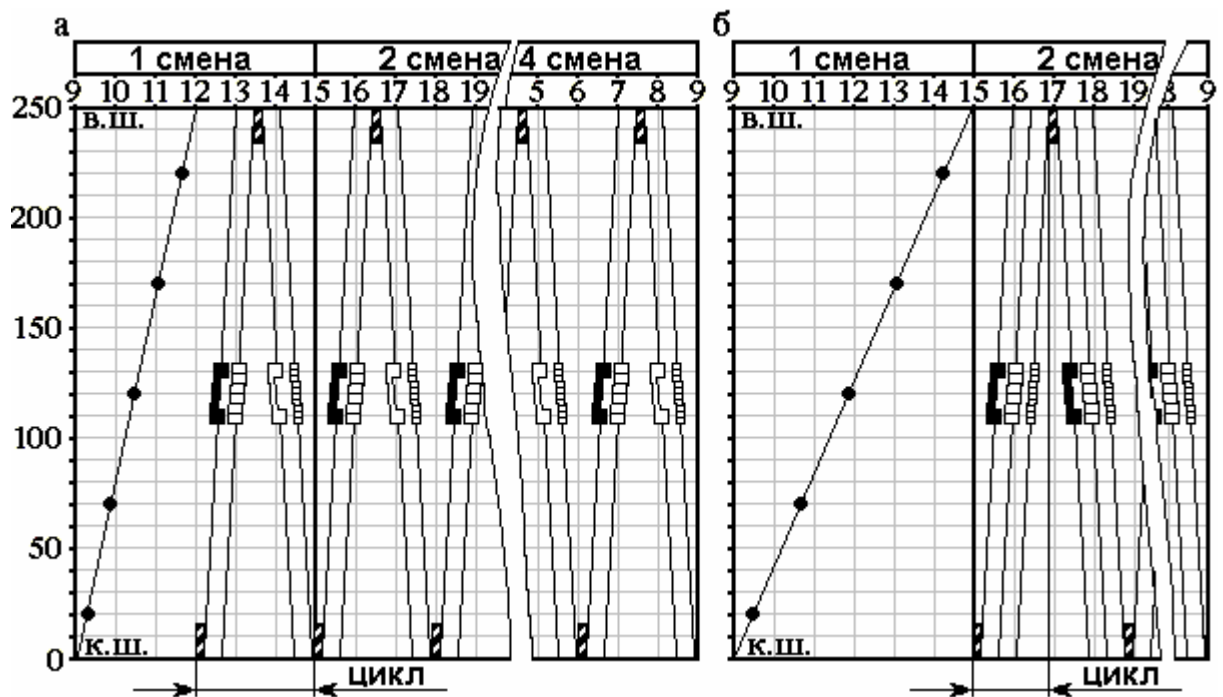


Рис. 6.2. Планограмма работ в комплексно–механизованном забое:

а – при односторонней схеме выемки угля; б – при челноковой схеме выемки угля; —●— – планово-предупредительный ремонт; ▨ – концевые операции на сопряжениях лавы с конвейерным и вентиляционным штреками; ■ – выемка угля; ▤ – передвижка секций крепи; □ – перегон комбайна с зачисткой дорожки; ▨ – передвижка секций лавного конвейера

При фланговой выемке угля механизированными комплексами необходима подготовка оборудования к выемке очередной полосы угля. Операции, связанные с подготовкой оборудования к выемке очередной полосы угля, называют концевыми. Под концевыми операциями в длинном забое понимается зарубка ком-

байна косыми заездами; крепление кровли на сопряжениях со штреками; передвижка приводов лавного конвейера, дробилки, перегружателя и т. д.

Отработка пластов мощностью более 6,5 м имеет ряд особенностей. Несмотря на то, что, в целом, применяемое оборудование и принцип работы очистных забоев в таких пластах аналогичны рассмотренной выше технологии, их отработка значительно сложнее в технологическом плане.

При отработке мощных пластов механизированным комплексом возможно несколько вариантов технологии ведения очистных работ (рис. 6.3). Это варианты отработки пласта наклонными слоями.

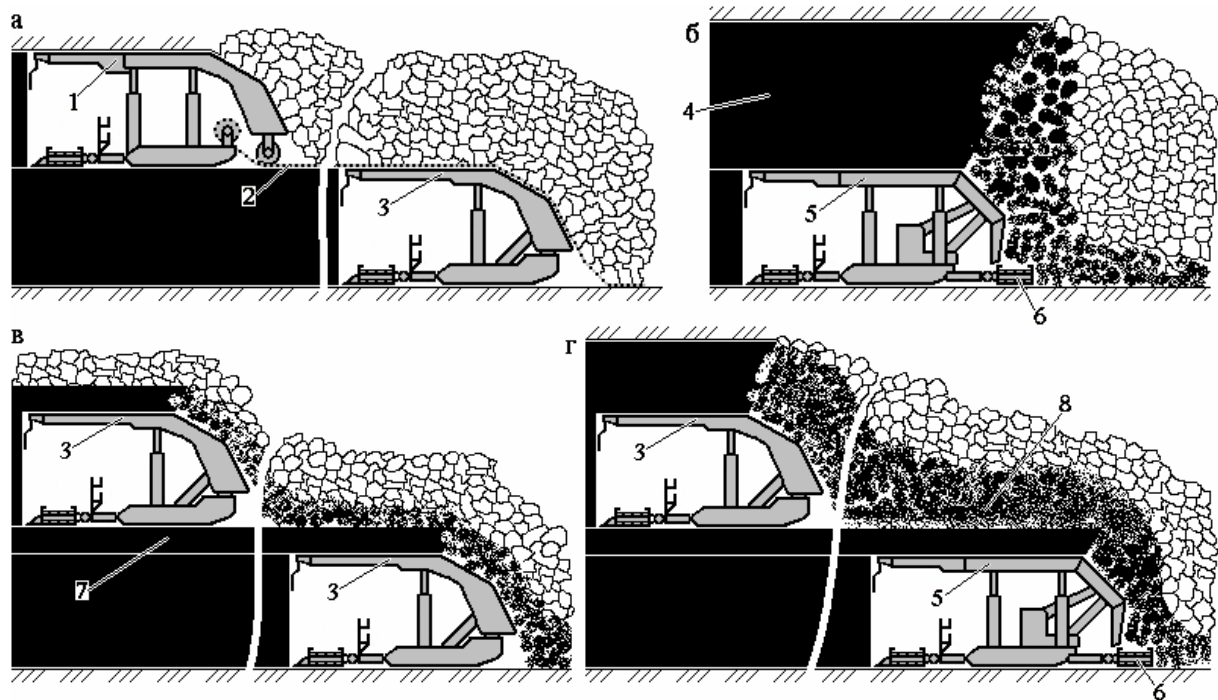


Рис. 6.3. Варианты разработки мощного пласта наклонными слоями:

а – с возведением гибкого межслоевого перекрытия; *б* – с выпуском подкровельной толщи на завальный конвейер; *в* – с оставлением межслоевой пачки угля; *г* – с магазинированием подкровельной толщи и последующим выпуском её на завальный конвейер; 1, 3, 5 – механизированная крепь; 2 – гибкое перекрытие; 4 – подкровельная толщина; 6 – завальный конвейер; 7 – межслоевая пачка; 8 – замагазинированная подкровельная толщина

На рис. 6.3, *а* показан вариант с возведением гибкого межслоевого перекрытия. При отработке первого слоя механизиро-

ванным комплексом 1 в завале укладывается гибкое перекрытие 2 являющееся поверхностью, разделяющей обрушенные породы и остающуюся во втором слое толщу пласта. Затем, с отставанием, обрабатывают механизированным комплексом 3 второй слой под гибким перекрытием.

Данный вариант характеризуется минимальными эксплуатационными потерями, однако возведение гибкого перекрытия является очень трудоёмким.

При отработке мощного пласта с выпуском подкровельной толщи 4 на завальный конвейер 6 (рис. 6.3, б) механизированным комплексом 5 специальной конструкции обрабатывают нижний подсечной слой. Оставшаяся подкровельная толща обрушается под давлением вышележащих пород на завальный конвейер, по которому транспортируется в направлении конвейерного штрека.

По данному варианту мощный пласт обрабатывается на всю мощность за один приём, но при выпуске подкровельной толщи на завальный конвейер уголь, вследствие зависания, не всегда выпускается полностью и остающаяся часть уходит в потери.

Следующим вариантом является слоевая отработка пласта с оставлением межслоевых пачек угля 7 (рис. 6.3, в). Межслоевые пачки оставляются с целью предотвращения проникновения обрушенных пород в очистной забой нижнего слоя. Оставляемые межслоевые пачки увеличивают эксплуатационные потери, повышают пожароопасность и не исключают вывалов угля и пород в призабойное пространство нижних слоёв.

Вариант (рис. 6.3, г) является комбинированным, так как сочетает в себе признаки ранее рассмотренных вариантов. Слой, обрабатываемый в первую очередь, является подсечным для оставляемой подкровельной толщи, разрушаемой горным давлением в завале. Затем, замагазинированная таким образом подкровельная толща пласта 8 выпускается на завальный конвейер 6 при отработке следующего слоя. Для данного варианта характерны лучшие показатели по выпуску угля на завальный конвейер по сравнению с вариантом б, однако, при отработке пожароопасных пластов возникает возможность самовозгорания замагазинированной части пласта.

Примеры контрольных вопросов

1. Назовите оборудование, входящее в состав механизированного комплекса.
2. Перечислите последовательность выполняемых процессов при односторонней схеме выемки.
3. Перечислите последовательность выполняемых процессов при челноковой схеме выемки.
4. Какая схема выемки применяется на мощных пластах?
5. Что называют концевыми операциями?
6. Какова ширина захвата исполнительного органа современных очистных комбайнов?
7. Поясните структуру планограммы работ.
8. Начиная с какой мощности пласта применяется разработка пласта наклонными слоями?

ТЕМА № 8. ВСКРЫТИЕ, ПОДГОТОВКА И СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Цель занятия: Изучение схем вскрытия, подготовки и систем разработки рудных месторождений.

Разработка рудных месторождений подземным способом состоит из трёх стадий: вскрытия; подготовки и массовой добычи руды.

Вскрытие рудных месторождений

Вскрытием месторождения или его части называют проведение вскрывающих выработок, открывающих доступ с поверхности земли к рудному телу и обеспечивающих возможность проведения подготовительных выработок. Различают способ вскрытия и схему вскрытия.

Способ вскрытия характеризуется типом, числом и назначением шахтных стволов и штолен. По наиболее распространенной классификации способы вскрытия принято делить по типу вскрывающих выработок на 2 класса:

1. Рудоподъемными стволами:

а) вертикальные: скиповые, клетевые;

б) наклонные: прямые, ломанные (зигзагообразные), спиральные.

2. Рудовыдачными штольнями.

Схема вскрытия – размещение в рудничном поле различных по назначению и очередности проведения вскрывающих выработок. Схемы вскрытия могут быть:

- одноступенчатые (простые), – когда месторождение вскрывается на всю глубину основным рудоподъемным стволом;

- двухступенчатые и более (комбинированные), – если нижняя часть месторождения вскрывается дополнительными рудоподъемными выработками – слепыми стволами. Таким образом, признаком ступенчатого вскрытия является наличие слепых рудоподъемных стволов.

Одноступенчатое вскрытие применяется на крупных месторождениях со сравнительно выдержанными условиями залегания до глубины 1200-1500 м. Двухступенчатые и более вскрытия применяются в двух случаях:

– для вскрытия нижних горизонтов рудных тел с углом падения меньше 50-60°, чтобы уменьшить длину квершлаггов;

– при разработке жильных месторождений с невыдержанными элементами залегания, когда трудно, с достаточной достоверностью, оценивать запасы месторождения на глубину больше чем на 50-100 м.

Число ступеней может быть 3-4 и более.

Вскрытие глубокозалегающих рудных тел обычно производят очередями, то есть, с поверхности вскрывают и отрабатывают верхнюю часть месторождения (первая очередь вскрытия), а затем последовательно (по необходимости) углубляют ствол и отрабатывают нижние части месторождения (во вторую, третью и т.д.).

Шаг вскрытия – глубина, на которую вскрывают месторождение, соответственно во вторую и последующие очереди. Он должен быть кратным числу этажей (обычно целесообразно вскрывать сразу по несколько этажей, соответствующих расстоянию между концентрационными горизонтами).

При хорошей разведанности месторождения, глубина первой очереди может достигать до 900-1200 м и более, а шаг вскрытия от 200-500 м и более.

Главным достоинством вскрытия очередями является значительное уменьшение первоначальных капитальных затрат, т.е. снижение количества «замороженных» денежных средств.

На рудниках наиболее распространены способы вскрытия со скиповым и клетевым подъёмом руды. Вертикальные стволы со скиповым подъёмом применяются, как правило, на рудниках с производственной мощностью до 5-7 млн. т. в год, а с клетевым подъёмом на рудниках с годовой производственной мощностью 300-700 тыс. т в год на больших глубинах, и 1-1,5 млн.т. в год на небольших глубинах (до 200-300м).

Достоинства скипового подъёма по сравнению с клетевым:

– более высокая производительность подъёма (в 5-7 раз) при той же площади поперечного сечения ствола (при 2-х клетях – 4 скипа);

– скорость подъёма скипа может достигать 20-22 м/с, а клетки не более 12 м/с, что обеспечивает более высокую производительность ствола;

– более благоприятные условия для полной механизации и автоматизации работы подъёма.

Недостатки:

– большой объём околоствольных выработок;

- необходимость сооружения дробильной установки при размере куска более 400 мм;
- увеличение глубины ствола и высоты копра в связи с наличием бункеров на поверхности и под землей;
- высокая запыленность воздуха в стволе при загрузке и разгрузке скипов.

Примеры схем вскрытия вертикальными рудоподъемными стволами представлены на рис. 8.1÷8.3, а на рис. 8.4÷8.9 показано комбинированное вскрытие. Далее приведены варианты вскрытия с использованием спирального ствола (рис. 8.10) и штолен (рис. 8.11).

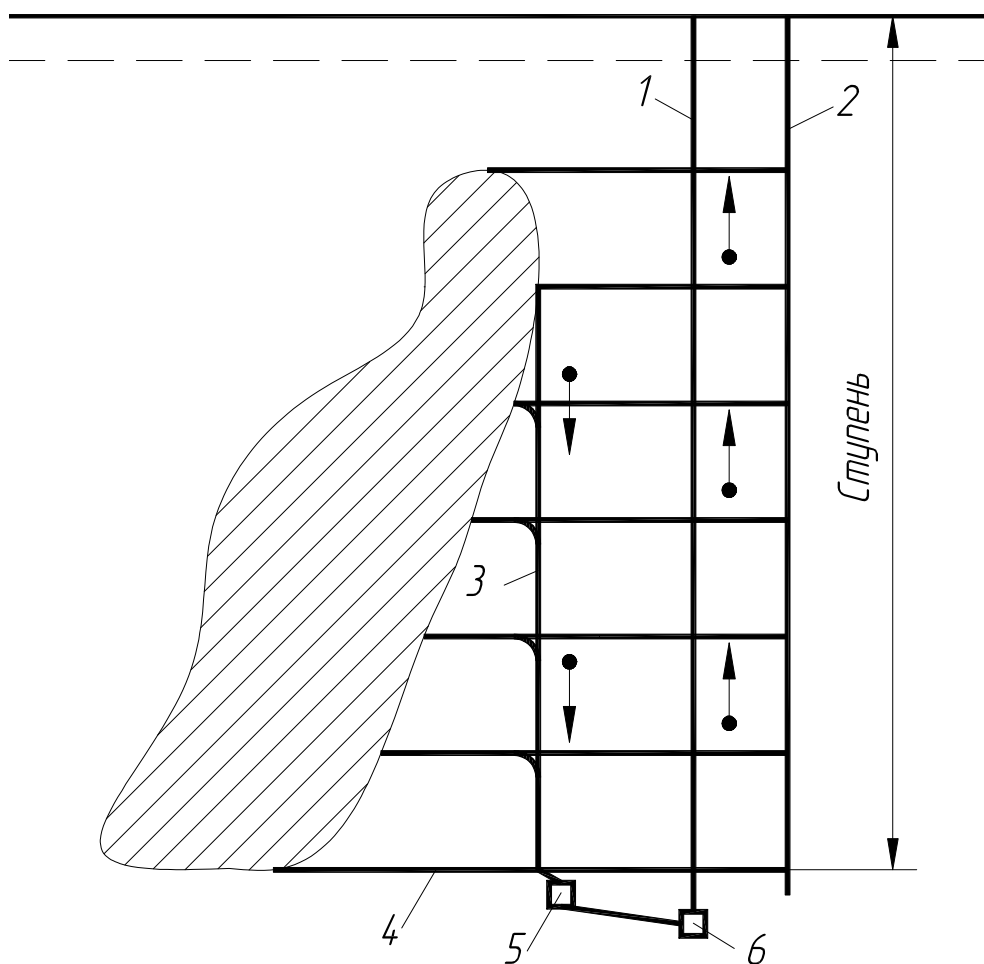


Рис. 8.1. Одноступенчатая схема вскрытия вертикальными стволами в одну очередь:

1 – вертикальный скиповый ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – капитальный рудоспуск; 4 – концентрационный горизонт; 5 – подземный дробильный комплекс; 6 – дозаторы скипового ствола

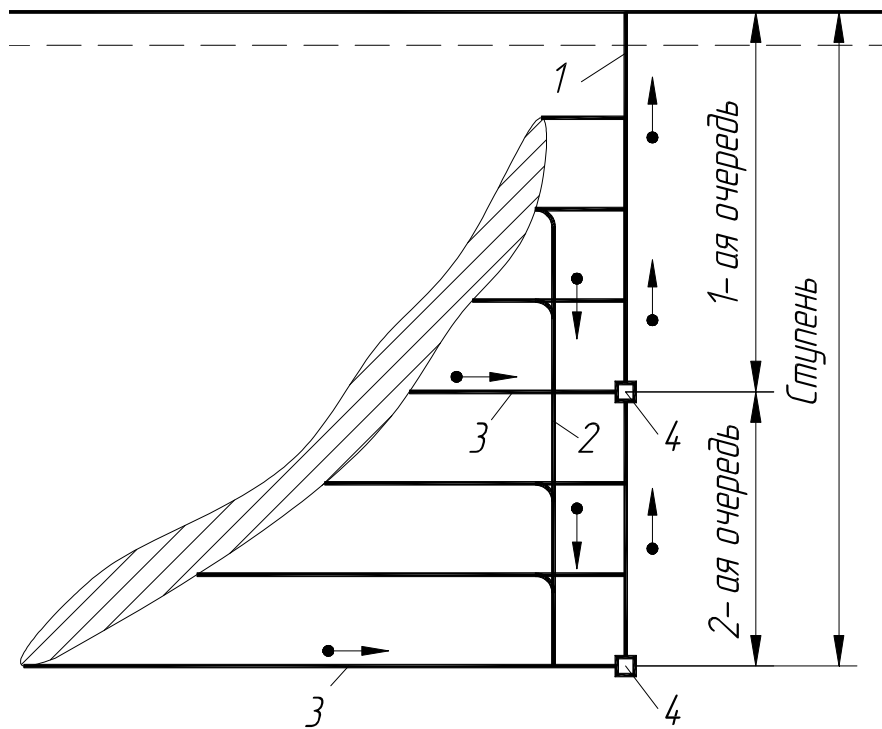


Рис. 8.2. Одноступенчатая схема вскрытия вертикальными стволами в две очереди:

1 – вертикальный скиповый ствол; 2 – капитальный рудоспуск;
3 – концентрационный горизонт; 4 – подземный дробильный комплекс

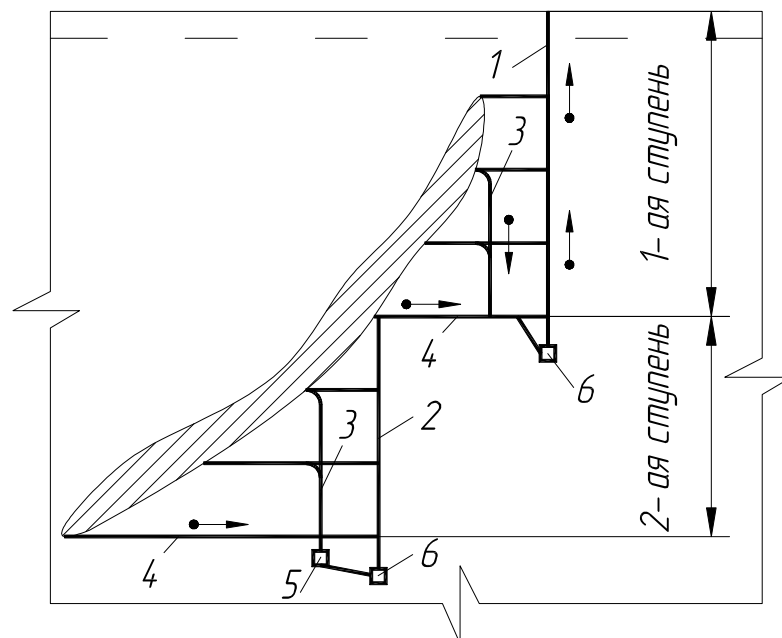


Рис. 8.3. Двухступенчатая схема вскрытия вертикальными стволами и слепым стволом:

1 – вертикальный скиповый ствол; 2 – вертикальный слепой ствол;
3 – капитальный рудоспуск; 4 – концентрационный горизонт; 5 – подземный дробильный комплекс; 6 – дозаторы скипового ствола

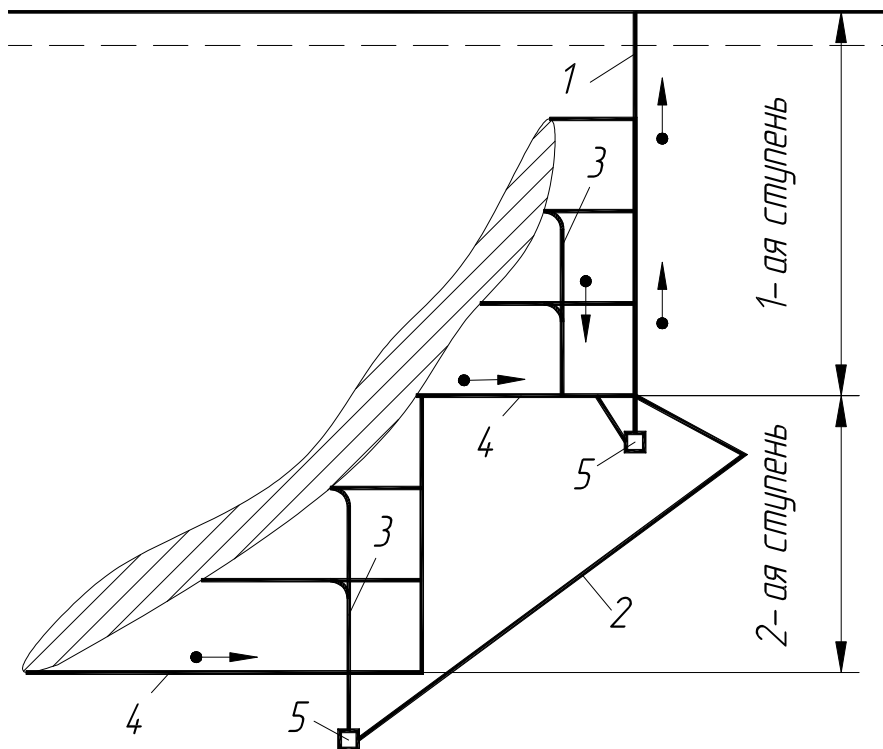


Рис. 8.4. Двухступенчатая комбинированная схема вскрытия вертикальными стволами и наклонным слепым стволом:

1 – вертикальный рудоподъемный ствол; 2 – наклонный слепой рудоподъемный ствол; 3 – капитальный рудоспуск; 4 – концентрационный горизонт; 5 – дозаторы скипового ствола

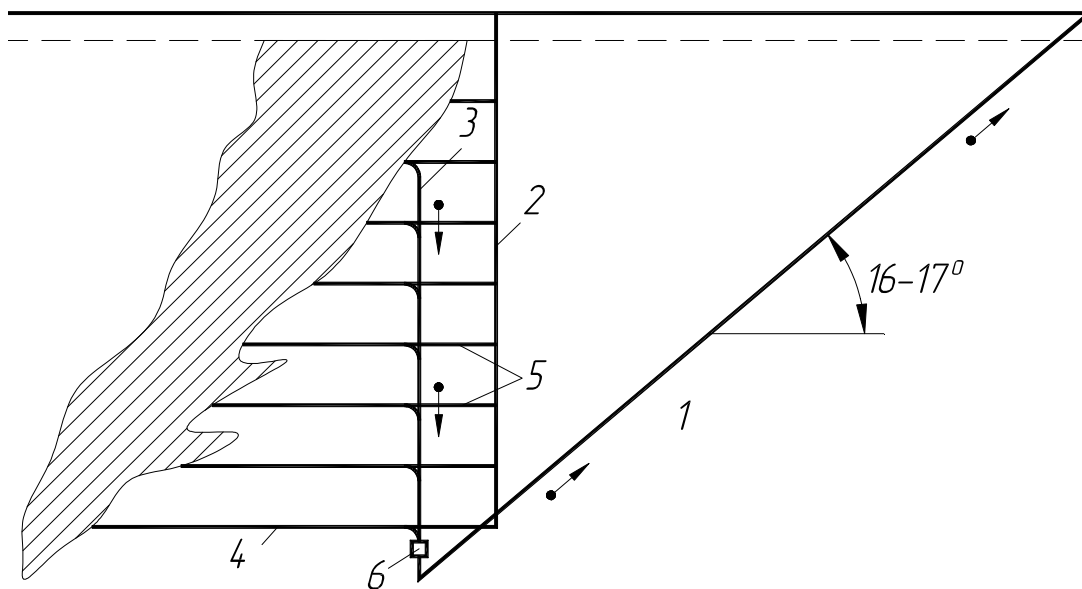


Рис. 8.5. Одноступенчатая комбинированная схема вскрытия прямыми наклонным и клетевым стволом ($A_2 = 30$ млн. т/год):

1 – наклонный рудоподъемный ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – капитальный рудоспуск; 4 – концентрационный горизонт; 5 – квериллаги; 6 – подземный дробильный комплекс

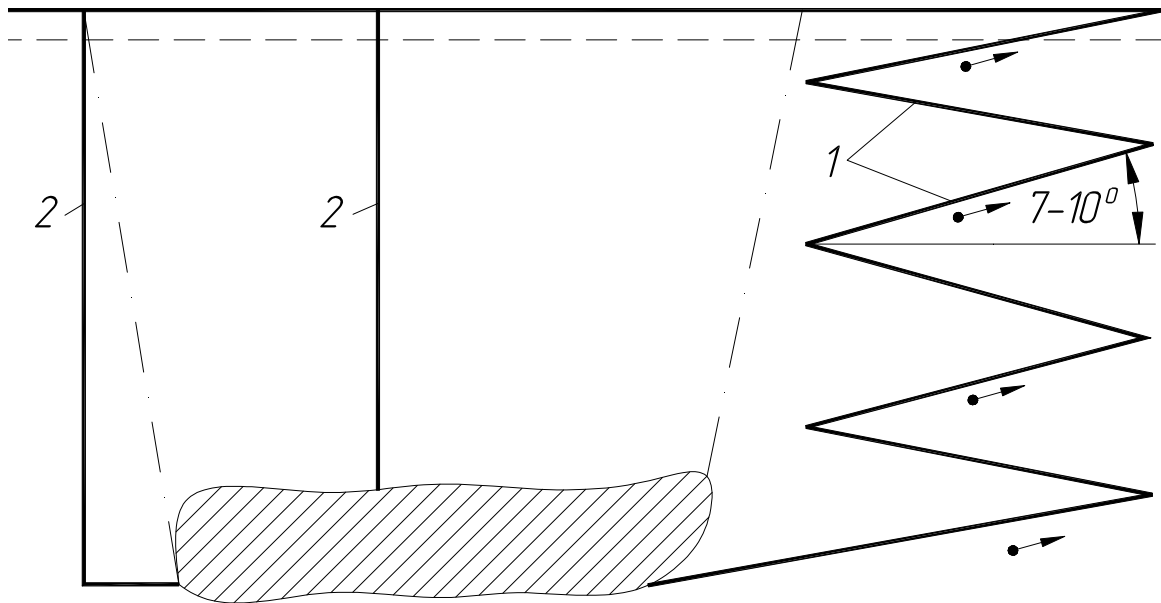


Рис. 8.6. Одноступенчатая комбинированная схема вскрытия зигзагообразным наклонным и клетевыми стволами:
 1 – зигзагообразный рудоподъемный ствол; 2 – клетевой вспомогательный ствол

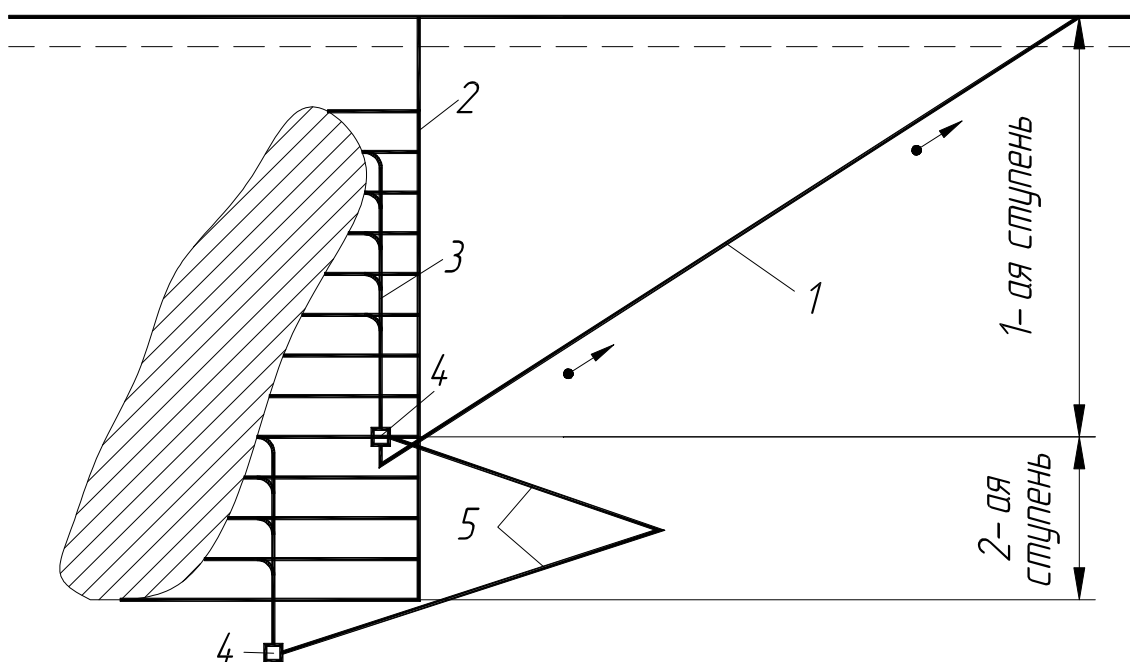


Рис. 8.7. Двухступенчатая комбинированная схема вскрытия с рудоподъемным стволом с поверхности, слепым зигзагообразным стволом на глубоких горизонтах и клетевым стволом
 1 – наклонный рудоподъемный ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – капитальный рудоспуск; 4 – подземный дробильный комплекс; 5 – зигзагообразный рудоподъемный ствол

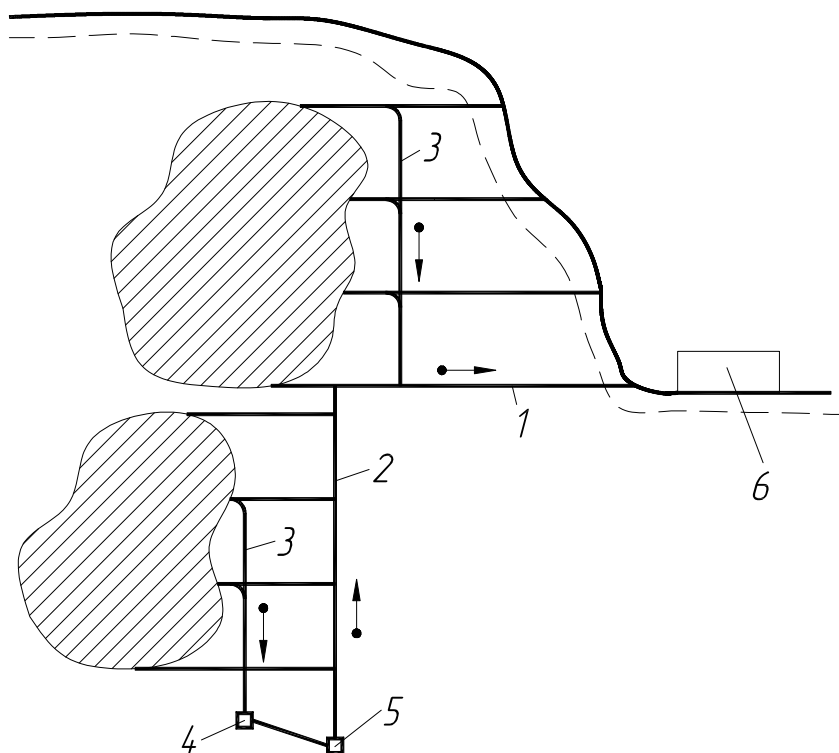


Рис. 8.8. Двухступенчатая комбинированная схема вскрытия штольней и слепым рудоподъёмным стволом:

1 – рудовыдачная капитальная штольня; 2 – слепой рудоподъёмный ствол; 3 – капитальный рудоспуск; 4 – подземный дробильный комплекс; 5 – дозаторы

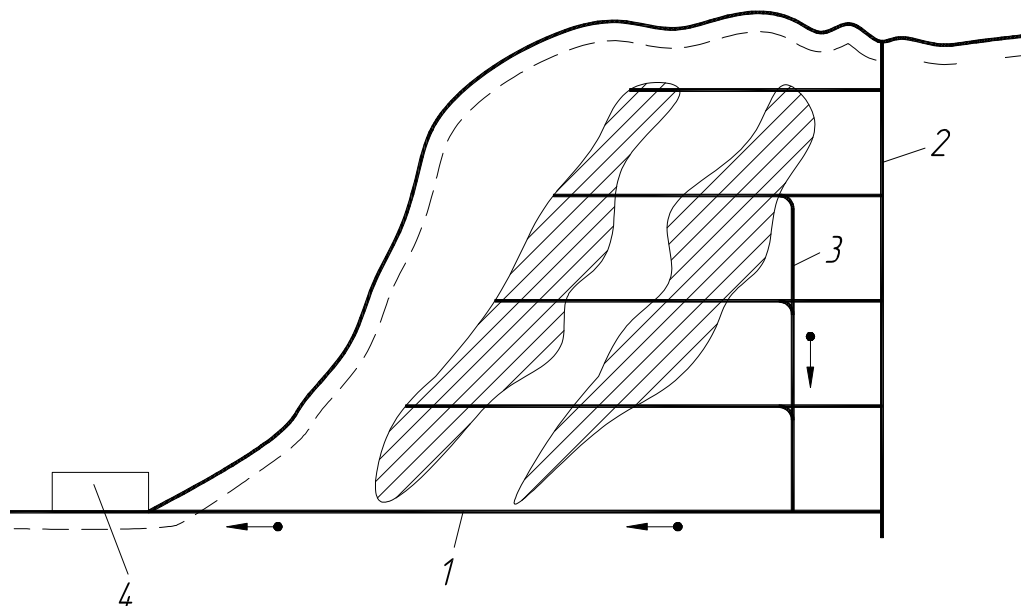


Рис. 8.9. Одноступенчатая комбинированная схема вскрытия капитальной штольней и вспомогательным стволом:

1 – рудовыдачная капитальная штольня; 2 – вспомогательный вертикальный ствол; 3 – капитальный рудоспуск; 4 – обогатительная фабрика

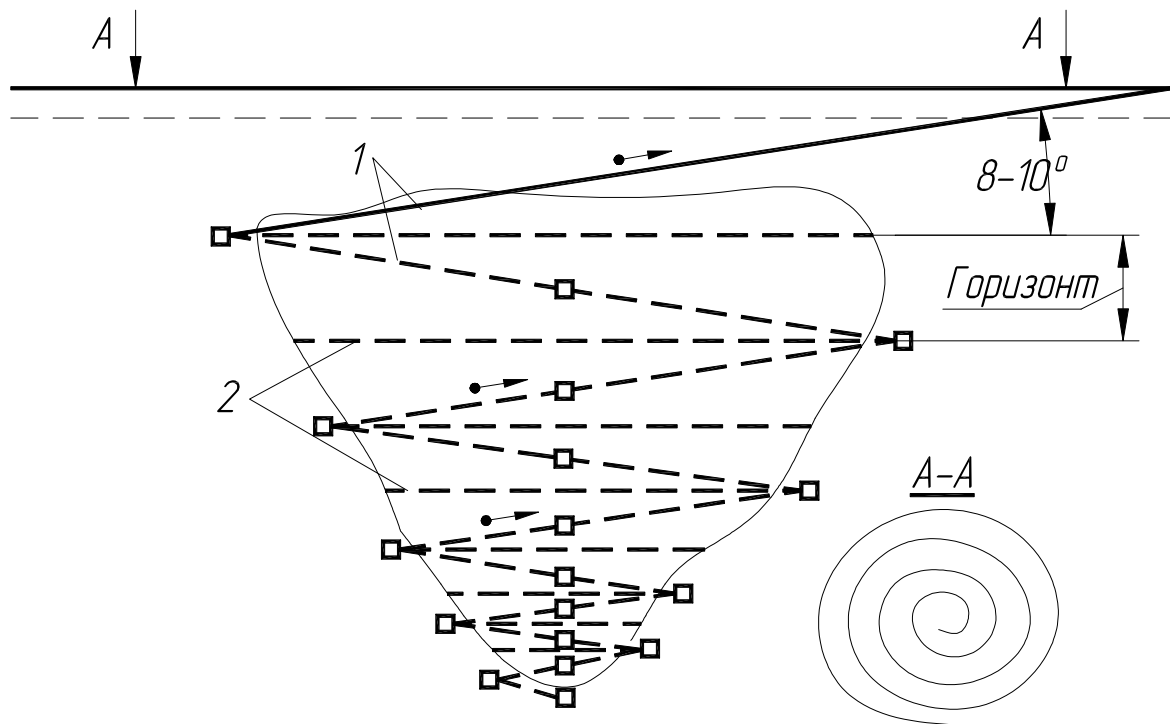


Рис. 8.10. Одноступенчатая схема вскрытия спиральными наклонными стволами:

1 – спиральный рудоподъемный ствол; 2 – квершлагаи

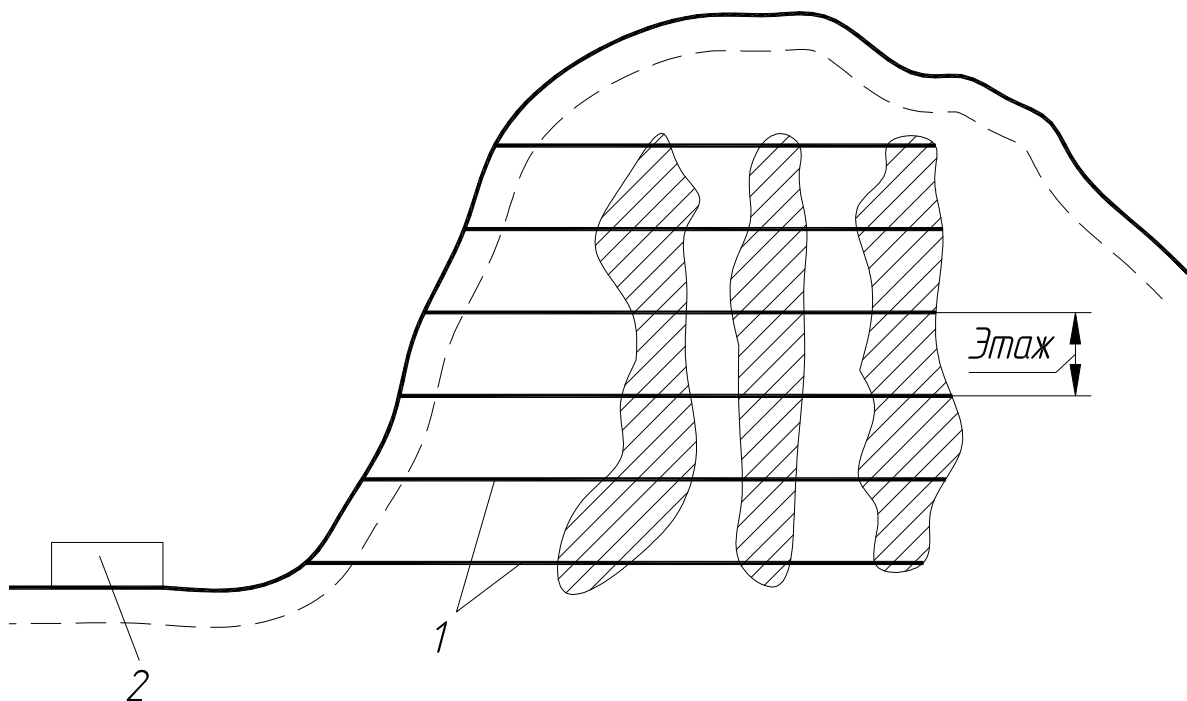


Рис. 8.11. Одноступенчатая схема вскрытия этажными штольнями:

1 – этажные штольни (верхняя - вентиляционная, нижняя транспортная); 2 – обогатительная фабрика

Подготовка рудных залежей на транспортном горизонте

К подготовительным работам приступают после вскрытия месторождения, к ним относят проведение рудных, полевых штреков и ортов на транспортном горизонте. Взаимное расположение названных выработок относительно залежи называют схемой подготовки.

Схемы подготовки транспортных горизонтов можно разделить на два класса:

1 класс – схемы подготовки с этажной разработкой для крутых и наклонных залежей (рис. 8.12);

2 класс – схемы подготовки с безэтажной разработкой для пологих и горизонтальных залежей (рис. 8.13).

Выбор схемы подготовки транспортного горизонта определяется, главным образом, мощностью залежи и интенсивностью транспортировки руды.

Маломощные наклонные и крутые залежи подготавливаются рудным штреком, проводимым по простиранию залежи (рис. 8.1, а). Схема транспорта – тупиковая.

В аналогичных горногеологических условиях, но при большей годовой производственной мощности рудника, для увеличения интенсивности откатки залежь подготавливают комбинированно (полевым, рудным штреком и ортами) (рис. 8.12, б) с кольцевой схемой транспорта.

Наклонные и крутые залежи средней мощности и мощные подготавливают полевыми штреками и ортами. В зависимости от интенсивности транспорта схема может быть тупиковая (рис. 8.12, в), либо кольцевая (рис. 8.12, г).

Горизонтальные и пологие залежи подготавливают сетью полевых и рудных штреков, делящих залежь на панели и блоки (рис. 8.13). В подстилающих рудное тело породах проводятся выработки основного транспортного горизонта, соединяемые системой рудоспусков и восстающих с выработками, проведёнными по рудной залежи.

После проведения подготовительных выработок транспортного горизонта приступают к проведению выработок, необходимых при применении системы разработки для конкретных условий.

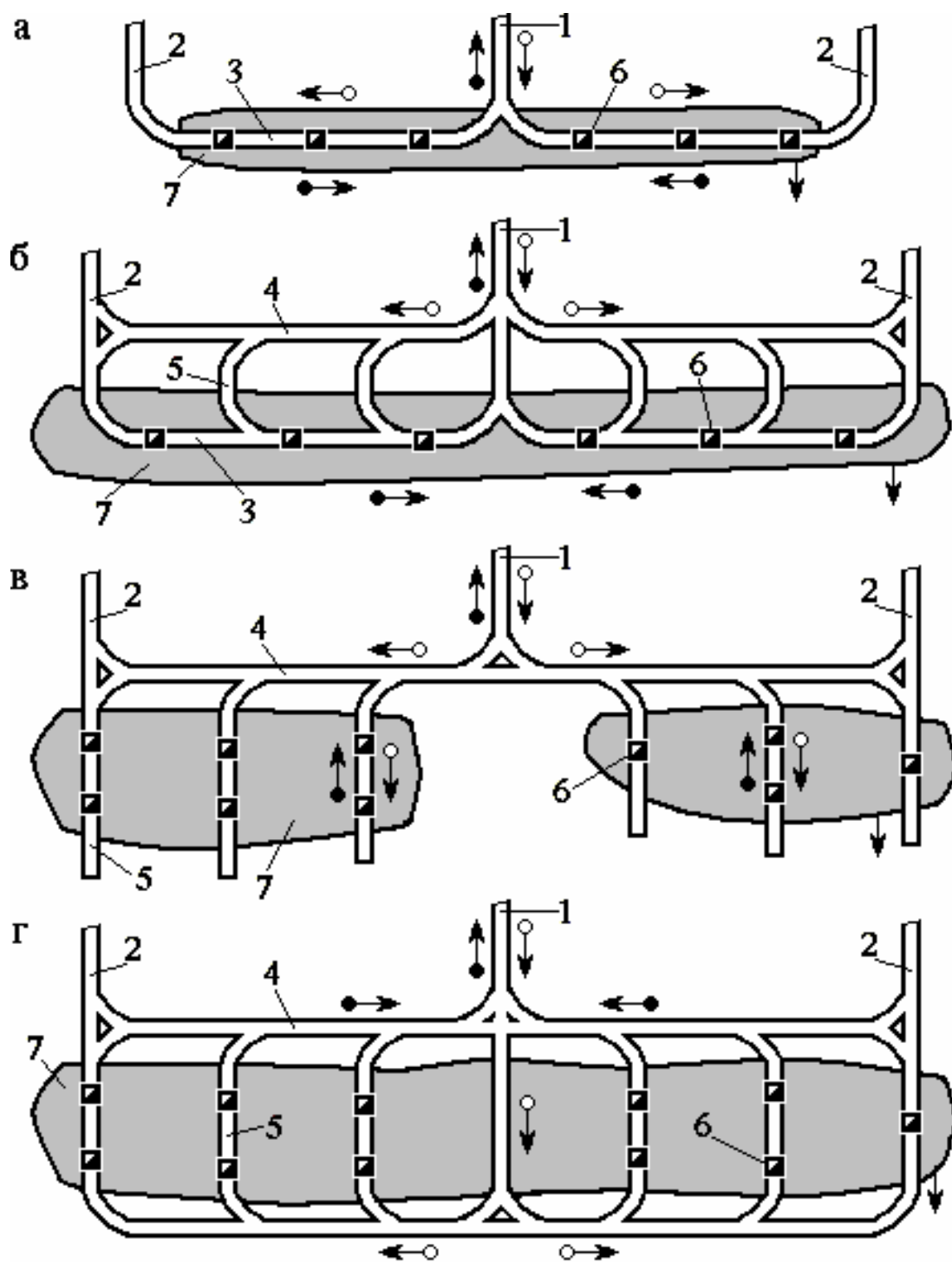


Рис. 8.12. Подготовка транспортных горизонтов при этажной разработке:
 а – штрековая рудная с тупиковой схемой транспорта; б – штрековая комбинированная с кольцевой схемой транспорта; в – ортовая с тупиковой схемой транспорта; г – ортовая с кольцевой схемой транспорта; 1 – главный квершлаг; 2 – вентиляционный квершлаг; 3 – рудный штрек; 4 – полевой штрек; 5 – орт; 6 – рудоспуск; 7 – рудное тело; ○→ – направление движения порожнего транспорта; ●→ – направление движения груженого транспорта

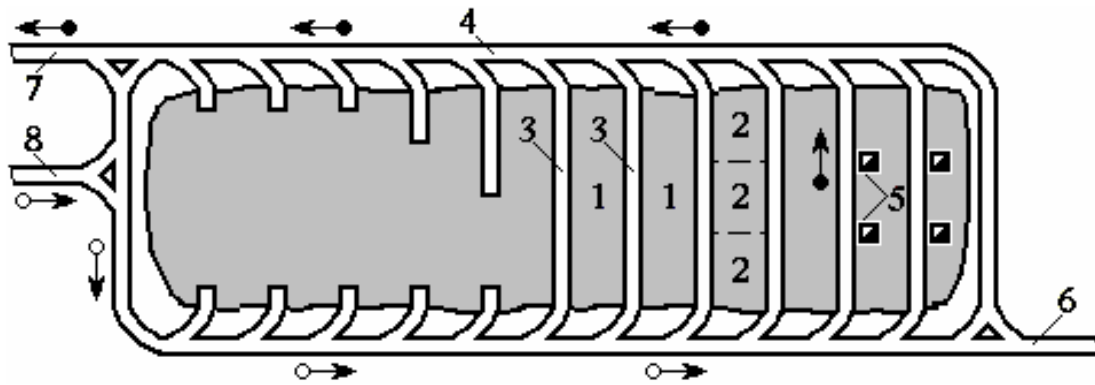


Рис. 8.13. Подготовка пологой залежи с безэтажной разработкой:
 1 – панель; 2 – блок; 3 – панельный транспортный штрек; 4 – полевой транспортный штрек; 5 – блоковый рудоспуск; 6 – вентиляционный штрек; 7 – грузовой штрек; 8 – порожняковый штрек

Системы разработки рудных месторождений.

Сплошная система разработки (рис. 8.13) относится к классу систем разработки с естественным поддержанием очистного пространства. При сплошной системе разработки рудное тело в границах панели отрабатывается сплошным забоем по всей её ширине (без деления на камеры) с механизированной доставкой руды по открытому пространству и поддержанием кровли постоянными, как правило, неизвлекаемыми целиками – ленточными по границам панелей и столбообразными внутри панелей.

Данный вариант системы разработки применяется при разработке пологих и наклонных залежей с устойчивой рудой и вмещающими породами. Минимальная мощность залежи определяется возможностью свободного перемещения по очистному пространству людей и оборудования и составляет: 1,5 м при скреперной доставке и 3÷3,5 м при доставке с самоходным оборудованием. Максимальная мощность залежи также зависит от бурового оборудования (до 7÷8 м выемка сплошная, а при большей мощности – с разделением на наклонные или горизонтальные слои), но определяется возможностями самоходных кареток для осмотра кровли и достигает 20÷25 м. Ценность руд обычно невысокая, так как потери в целиках значительны.

Угол падения залежи не превышает 7÷8°, что позволяет применять на бурении и доставке самоходное оборудование. При больших углах падения, но не более 20÷30° и при мощности за-

лежи не более 3÷4 м, используют переносное буровое оборудование и скреперную доставку.

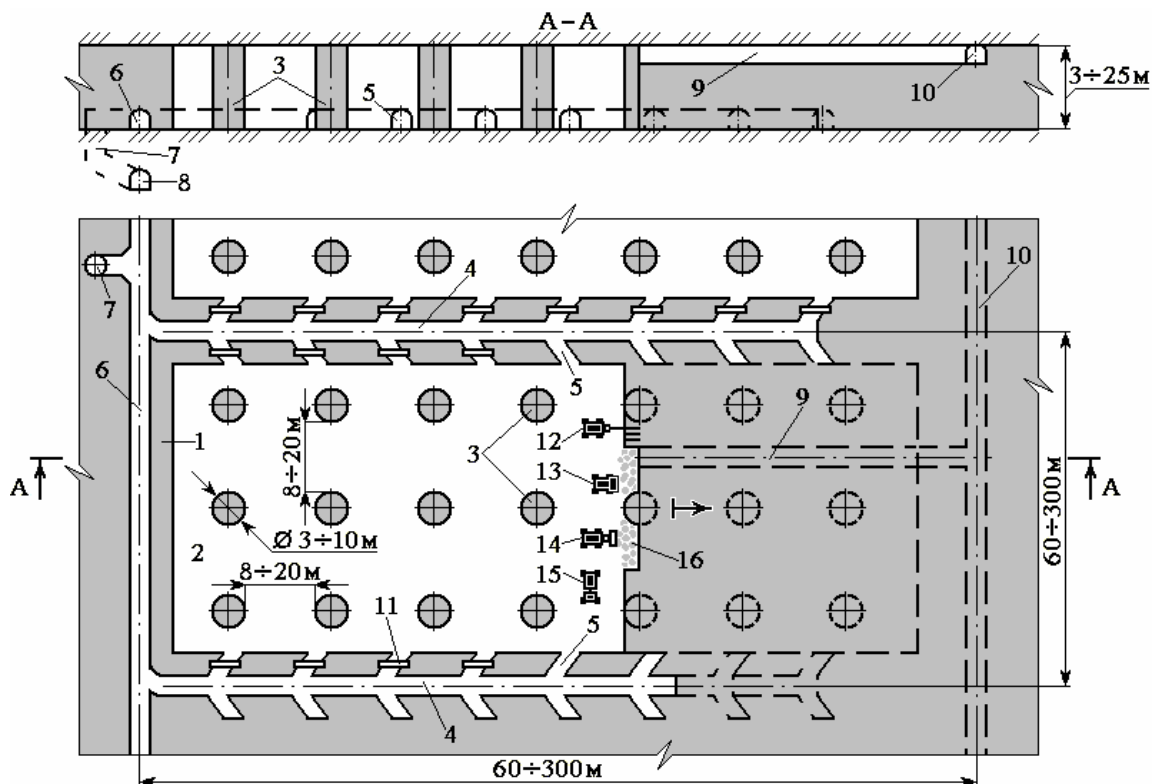


Рис. 8.14. Сплошная система разработки (вариант с самоходным оборудованием):

1 – ленточный целик; 2 – очистное пространство; 3 – столбообразные целики; 4 – панельный штрек; 5 – сбойка; 6 – панельный транспортный штрек; 7 – рудоспуск; 8 – основной транспортный штрек; 9, 10 – вентиляционные штреки; 11 – вентиляционная перемычка; 12 – буровая каретка; 13 – машина для сборки и крепления кровли; 14 – погрузочно-доставочная машина; 15 – самоходный вагон; 16 – навал отбитой руды

Ширина и длина панелей при скреперной доставке равняется 60÷80 м, а при доставке самоходным оборудованием доходит до 150÷300 м. Ширина панельных целиков колеблется от 10÷15 м до 30÷50 м при большей глубине разработки. Опорные целики, как правило, круглые. Их располагают регулярно, или, если возможно, нерегулярно (на участках с бедной рудой). Расстояние между опорными целиками составляет 8÷20 м, а поперечный размер их 3÷6 м при мощности залежи до 12÷15 м и 8÷10 м – при большей мощности.

Отбойка руды при сплошной системе разработки шпуровая, сопровождающаяся наименьшей сейсмикой. Глубина шпуров –

от 2 до 5 м. Обычно шпуры бурят с помощью буровых установок и лишь при отсутствии их и мощности залежи до 2,5÷3 м - ручными и колонковыми перфораторами. Заряжают шпуры с самоходных кареток, используемых для осмотра кровли.

Доставка руды из очистного пространства до рудоспусков или откаточных выработок производится самоходным оборудованием. При длине доставки до 200 м используются самоходные погрузочно-доставочные машины, а при больших расстояниях доставки – погрузочные машины в комплексе с дизельными автосамосвалами. В последнем случае возможно транспортирование руды в тех же автосамосвалах и даже вывоз руды на поверхность по наклонным стволам, если глубина залегания рудных тел не превышает 100÷150 м.

Скреперная доставка используется только в маломощных залежах или при небольших обособленных рудных телах, когда не окупаются расходы на проведение соответствующих выработок для самоходного оборудования.

Осмотр кровли и оборка заколов производится со специальных самоходных кареток, оборудованных площадками для подъёма рабочих под кровлю на высоту до 15÷25 м. При необходимости, отдельные участки кровли усиливаются анкерной крепью.

Проветривание очистного пространства осуществляется от общешахтной струи. Свежая струя воздуха направляется из штреков через ближайšie к забою сбойки в очистное пространство. Остальные сбойки перекрывают вентиляционными переключками. Загрязнённый воздух отводится по вентиляционной выработке, пройденной у кровли по середине ширины панели.

К достоинствам данной системы разработки относятся: одновременное проведение подготовительных выработок и очистной выемки; независимое ведение подготовительных работ и очистной выемки одновременно в нескольких панелях; применение высокопроизводительного самоходного оборудования; высокая производительность труда рабочих.

Недостатком являются: значительные потери руды, нередко превышающие 25÷35 %; необходимость регулярных наблюдений за состоянием кровли.

Системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород относятся к классу систем разработки, когда очистное про-

странство не поддерживается. Характерным для всех вариантов систем разработки является то, что при массовой отбойке руды прямо на неё самообрушаются или принудительно обрушаются вмещающие породы, а выпуск руды производится непосредственно под налегающими обрушенными породами сразу на всю высоту этажа самотёком или с помощью специальных побудителей.

Сущность подготовки запасов к выемке заключается в том, что рудное тело по падению делят на этажи. Высота этажа составляет 70÷80 м. По простиранию этаж делят откаточными ортами на блоки длиной по простиранию 27÷30 м и шириной, равной горизонтальной мощности рудного тела.

Отбиваемая в блоке руда увеличивается в объёме, вследствие разрыхления, поэтому в некоторых случаях, перед массовой отбойкой руды в блоке, предварительно образуют полость - компенсационное пространство.

Основными системами этажного принудительного обрушения являются системы с компенсационными камерами и со сплошной выемкой (выемка “в зажиме”). В первом случае – вынимают компенсационное пространство, занимающее около одной трети блока, после чего взрывают оставшуюся часть блока за один приём. Во втором случае блок – обрабатывается частями по длине.

Вариант этажного принудительного обрушения на вертикальные компенсационные камеры приведён на рис. 8.15, *a*. Вдоль блока, на всю высоту этажа, устраивают компенсационное пространство 1 путём взрывания нисходящих параллельно, сближенных скважин на отрезной восстающей. Основная часть блока обрушивается нисходящими пучками скважин 4 (длиной 50 м), а потолочная – пучками восходящих скважин 2 (длиной до 20 м).

Скважины диаметром 105 мм бурят станками пневмоударного бурения из ортов 3. Над выпускными траншеями образуют подсечную камеру 5 взрыванием восходящих вееров скважин, пробуриваемых из орта 6. Руду отбивают на компенсационную камеру с одной стороны. В откаточный орт руду выпускают с помощью вибрационных установок ВДПУ-4ТМ.

С понижением глубины ведения горных работ снижается устойчивость руды и вмещающих пород, поэтому компенсационные камеры образуют более устойчивой формы – эллипсовидной, либо компенсационная камера не проводится вообще, и отбойку

применяют в зажатой среде. Вариант отбойки в зажиме приведен на рис. 8.15, б, отличающийся от предыдущего тем, что глубокие скважины пробуриваются из буровых заходок 10, проводимых из буровых ортов 3. Отбойку ведут секциями толщиной 13,5 м на один ряд выпускных отверстий.

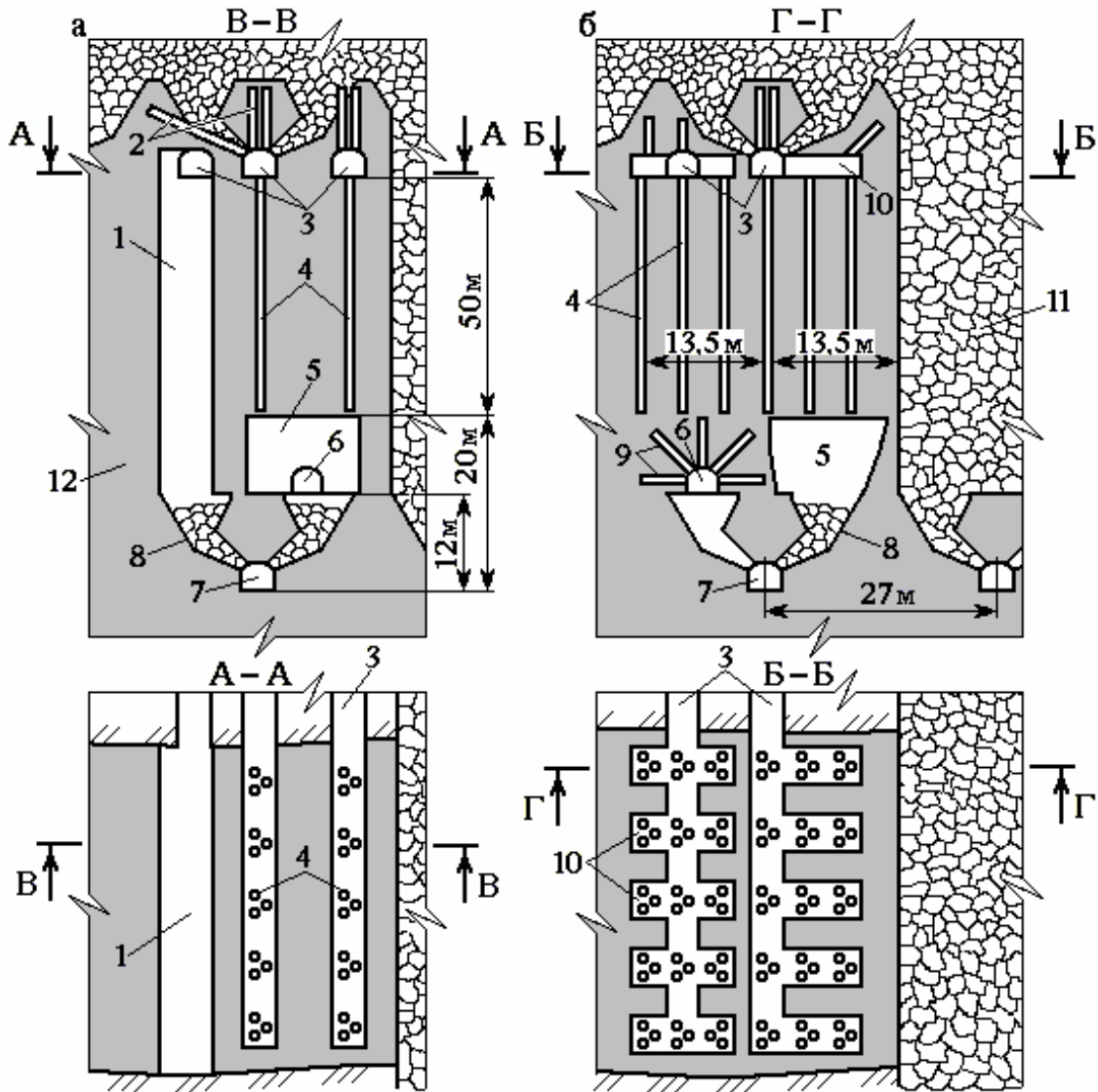


Рис. 8.15. Система разработки этажного принудительного обрушения: а – с отбойкой на вертикальную компенсационную камеру; б – в зажатой среде; 1 – компенсационное пространство; 2 – восходящие скважины; 3 – буровой орт; 4 – глубокие нисходящие скважины; 5 – подсечное пространство; 6 – буровой орт; 7 – откаточный орт; 8 – выпускная воронка; 9 – восходящие скважины; 10 – буровая заходка; 11 – обрушенные породы; 12 – рудное тело

Система разработки с этажным принудительным обрушением и торцевым выпуском руды является еще одной разновид-

ностью систем с обрушением руды и вмещающих пород (рис. 8.16) выпуском руды. Условия применения системы: мощность залежи – не менее 8-10 м; угол падения – не менее 70-75°; при мощности более 30-40 м угол падения может быть любой. При этой системе разработки производится сплошная выемка со скважинной отбойкой руды в зажиме и выпуском ее непосредственно под налегающими обрушенными породами, через торец доставочной выработки. Отбойка осуществляется на всю высоту этажа. Временный целик (козырек) над доставочной выработкой погашается по мере выпуска руды.

Подготовка блока заключается в проведении буровых и доставочных выработок, разделке из восстающего отрезной щели на фланге блока и обрушении на нее налегающих пород. Затем на образовавшийся зажимающий материал производят последовательную отбойку вертикальных слоев руды. Скважины располагают веерами. Параметры системы разработки: высота этажа – 50-60 м, а на пологих месторождениях она ограничивается мощностью полезного ископаемого; длина блока – не менее 50 м; диаметр скважин – 100-150 м.

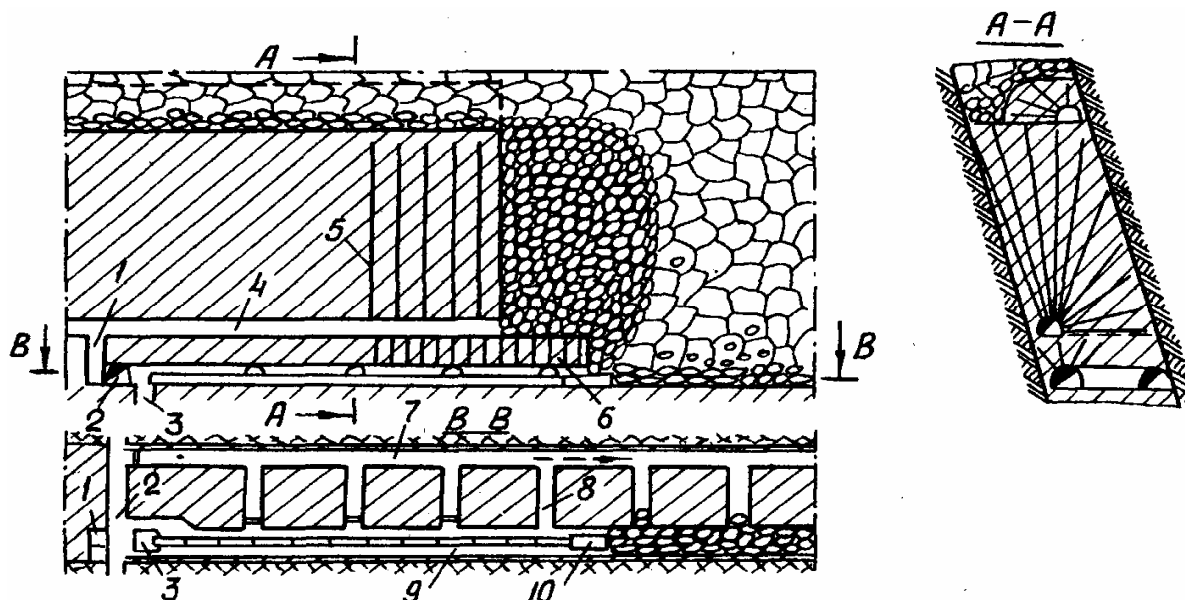


Рис. 8.16. Система разработки с этажным принудительным обрушением с торцевым выпуском руды: 1 – ходок; 2 – орт; 3 – рудоспуск; 4 – буровой штрек; 5 – скважины для отбойки руды; 6 – предохранительный козырек; 7 – вентиляционный штрек; 8 – вентиляционные сбойки; 9 – виброконвейер; 10 – вибропитатель

Этажное принудительное обрушение имеет следующие преимущества: устраняется необходимость выемки камер; снижается на 20÷30 % объём подготовительно-нарезных выработок; работы по подготовке, разбуриванию, обрушению и выпуску руды производятся в каждом блоке подряд, без перерывов; работы более однотипны в связи с отсутствием стадии камерной выемки; более интенсивное дробление руды, меньший выход негабарита, отсутствие работ по образованию выпускных и подсечных выработок.

В целом, системы разработки этажного принудительного обрушения относительно дешевые, обеспечивают высокую производительность труда, отсутствуют работы по креплению очистного пространства, но выпуск руды под обрушенными породами связан с повышенными потерями и разубоживанием руды.

Система разработки подэтажными штреками применяется при разработке крутых рудных месторождений мощностью более 5 м (рис. 8.17). Она относится к системам с естественным поддержанием очистного пространства. При мощности рудного тела более 15-20 м камеры располагают вкрест простирания. В этом случае от откаточного штрека под камерой проходят откаточный орт. Эта разновидность называется системой разработки подэтажными ортами.

Подготовка блока включает проведение этажного откаточного штрека и блоковых восстающих, располагаемых в межблоковых целиках. От восстающих, на высоте 6-8 м от откаточного штрека, проходят штрек горизонта подсечки. В верхней части рудоспуски разделяют в воронки. В каждом подэтаже, высота которого равна 8-12 м, проходят подэтажные штреки. Под вентиляционным штреком оставляют 5-8-метровую потолочину, погашаемую после отработки камеры. В центре камеры проводят разрезной восстающий, который затем разделяют в отрезную щель на всю мощность рудного тела. Руду в подэтажах отбивают вертикальными слоями толщиной 1,5-2,0 м. Для этой цели, из подэтажного штрека бурят скважины, располагаемые веером. Отбитая руда поступает в воронки, откуда через рудоспуски грузится в вагонетки.

Достоинством системы является высокая производительность и безопасные условия труда. Недостаток: большой объём взрывных работ.

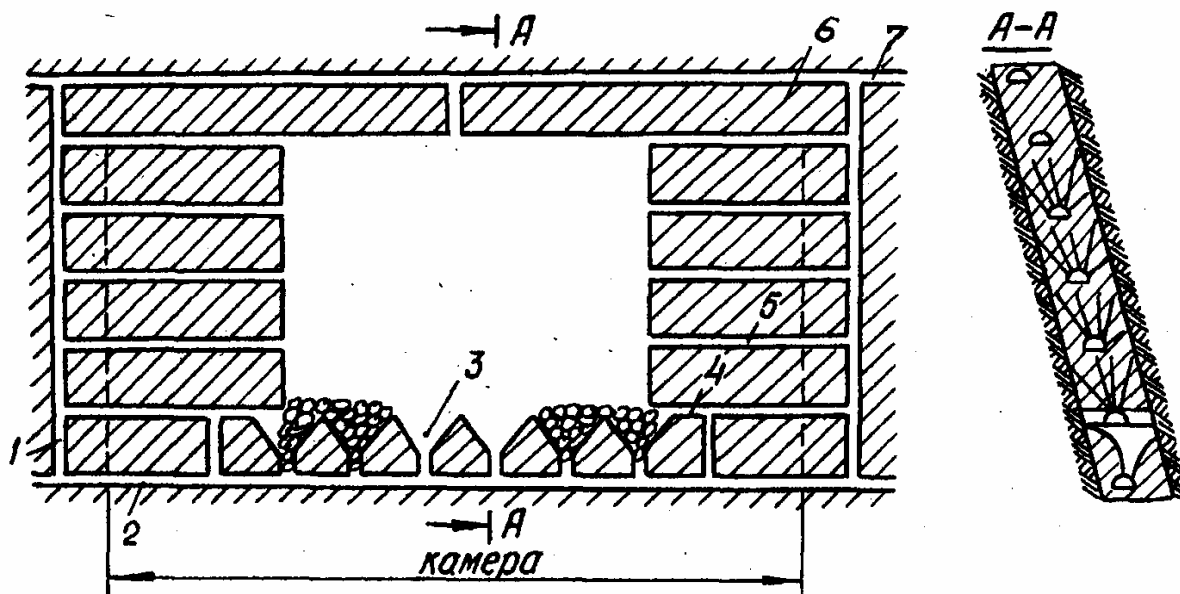


Рис. 8.17. Система разработки подэтажными штреками:

1 – восстающий; 2 – откаточный штрек; 3 – воронка; 4 – штрек горизонта подсечки; 5 – подэтажные штреки; 6 – потолочина; 7 – вентиляционный штрек

Система разработки с магазином руды подразумевает поддержание выработанного пространства рудными целиками, а также замагазинированной рудой. Руда используется в качестве рабочей платформы (рис. 8.18). Эта система применяется при крутом падении (не менее $55-60^\circ$) и мощности жильных месторождений от 0,5-1,0 до 3-5 м, в отдельных случаях более 5-10 м, с устойчивыми рудами, не склонными к слеживанию и самовозгоранию.

Отбойка чередуется с частичным выпуском руды. Полный выпуск производится после окончания отбойки руды в блоке. Применяются различные варианты системы разработки: с отбойкой шпурами из магазина, с отбойкой глубокими скважинами из восстающих и др.

Очистная выемка в блоке длиной от 30 до 60-100 м состоит из трех стадий: подсечки магазина и образования в его основании воронок; отбойки руды до уровня подштрекового целика и магазином ее; выпуска руды и выемки подэтажных и межкамерных целиков.

Основные достоинства системы: небольшой объем подготовительно-нарезных работ, высокая эффективность буровзрывных работ, минимальный объем работ по креплению и доставке руды; высокая производительность труда и низкая себестоимость.

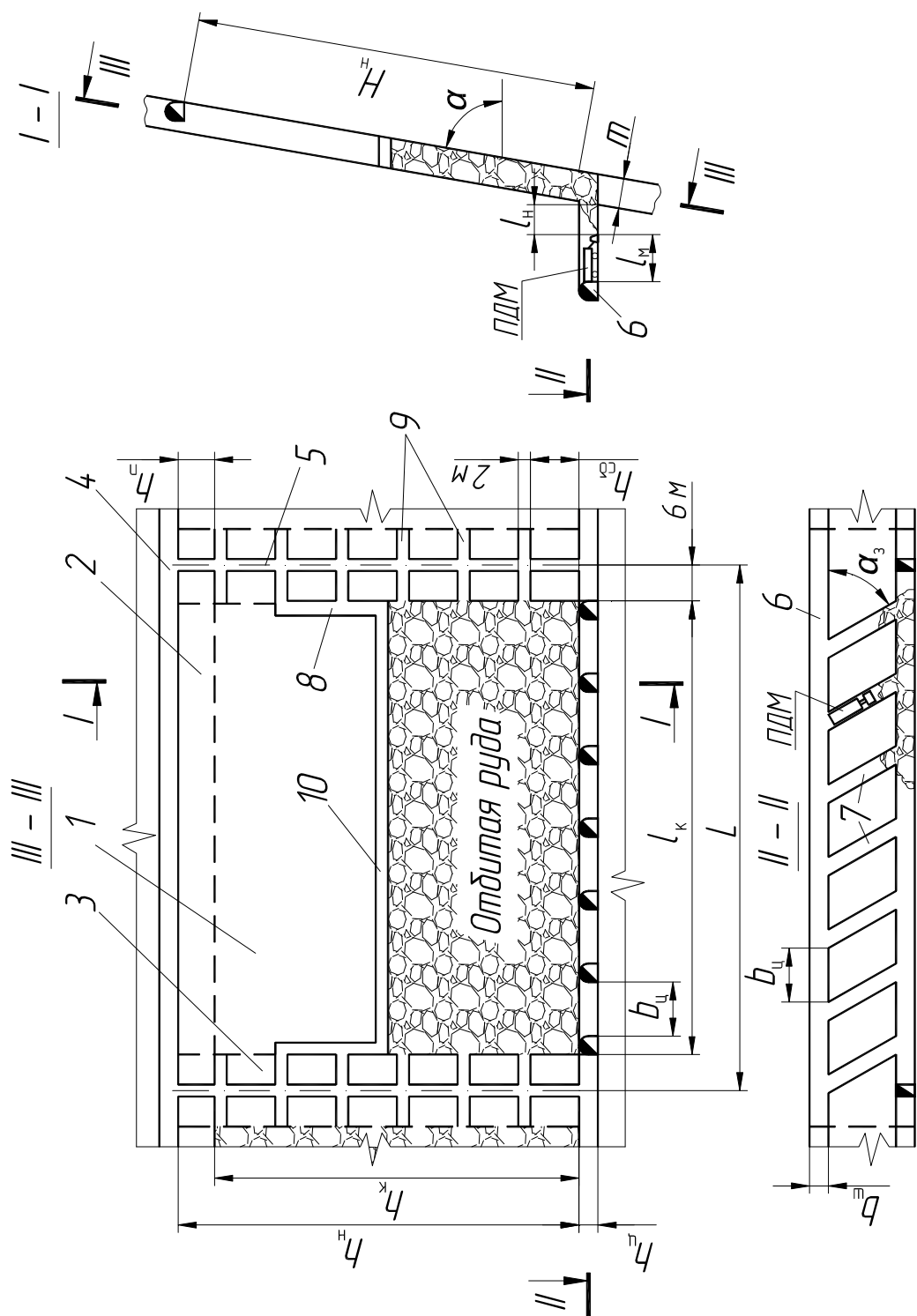


Рис. 8.18. Система разработки с magazинированием руды:

1 – камера; 2 – потолок; 3 – межблоковый щель; 4 – вентиляционный штрек; 5 – блоковый восстающий; 6 – доставочный штрек; 7 – погрузочный заезд; 8 – вертикальные сбойки; 9 – горизонтальные сбойки; 10 – очистной забой

Недостатки: невозможность выдачи руды по сортам; возможность несчастных случаев при внезапном оседании отбитой руды; потери руды при наличии ответвлений от рудного тела; при недостаточно устойчивых породах происходит значительное разубоживание руды.

Система разработки горизонтальными слоями с закладкой (рис. 8.19) относится к классу систем разработки с искусственным поддержанием очистного пространства, при которой запасы руды вынимаются горизонтальными слоями поочерёдно, в направлении снизу вверх, с закладкой каждого слоя сразу после его отработки. Закладка служит для поддержания боков очистного пространства, а поверхность её является платформой для размещения оборудования и нахождения рабочих, занятых очистной выемкой. В качестве закладочного материала используются твердеющие смеси, песок, дроблёные породы, хвосты обогачительно-го производства, золошлаковые отходы и т. д.

Условия применения системы разработки горизонтальными слоями с закладкой разнообразные. Мощность и угол падения залежей могут быть практически любыми, хотя, чаще всего, эта система применяется при разработке крутых жил или месторождений большой мощности. Руда устойчивая или средней устойчивости. В последнем случае, на участках с недостаточно устойчивой рудой, кровля вынимаемого слоя, под которой работают люди, поддерживается стоечной или рамной крепью (временной или постоянной, остающейся затем в закладке). Руда должна быть ценная, чтобы покрывались затраты на закладку. При непостоянных элементах залегания рудных тел, наличии тектонических нарушений, обеспечивается селективная выемка руды. Эту систему можно применять в условиях пожароопасных месторождений и при необходимости сохранения поверхности над месторождением.

Для подготовки выемочных участков по простиранию рудного тела проводят этажные вентиляционный 1 и откаточный 2 штреки. Этажные штреки через 30÷60 м соединяют блоковыми восстающими 3 с тремя отделениями. Таким образом, получают несколько оконтуренных очистных блоков.

В рассматриваемом варианте представлены 2 блока. Блок 1 имеет невыдержанные элементы залегания, блок 2 – более или менее постоянные. Очистные работы в блоках начинают с отра-

ботки первого над откаточным штреком слоя руды или на 2÷3 м выше. Горизонтальные 7 или вертикальные шпуров 6 (глубиной 1,2÷1,5 м) бурят ручными перфораторами.

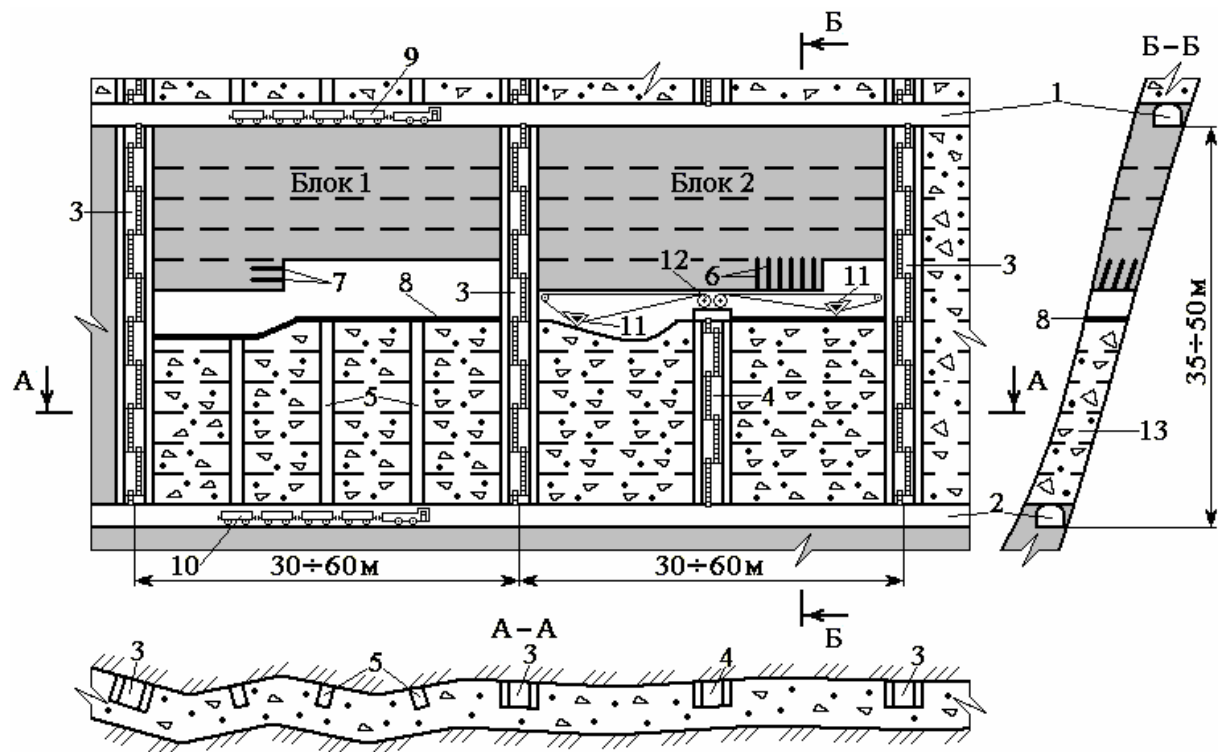


Рис. 8.19. Система разработки горизонтальными слоями с закладкой:
 1 – вентиляционный штрек; 2 – откаточный штрек; 3 – блоковый восстающий; 4 – центральный рудоспускной восстающий; 5 – рудоспускной восстающий; 6,7 – шпуров; 8 – настил; 9 – состав с закладочным материалом; 10 – состав с рудой; 11 – скрепер; 12 – скреперная лебёдка; 13 – закладочный массив

В цикл очистной выемки блока 1 входят: обустройство слоя горизонтальными шпурами 7; зарядка и взрывание шпуровых зарядов; проветривание забоя; сбрасывание руды в рудоспуски 5; уборка настила 8 на участке закладочных работ; возведение рудоспусков 5; возведение закладочного массива 13; установка снятого настила 8. Производительность блока – низкая.

В блоке 2, в левом крыле, ведутся работы по укладке скрепером 11 закладочного материала, а в правом – выемка слоя руды, уборка отбитой руды скрепером. В этом случае имеет место совмещение операций технологического цикла, в результате чего повышается производительность блока.

Закладочный материал поступает самотёком по блоковым восстающим с вентиляционного горизонта.

Погрузка отбитой и перепущенной руды на уровне откаточного штрека производится в составы, для этого в местах сопряжений рудоспусков с откаточным штреком устраивают выпускные люки.

Проветривание блока производится струей свежего воздуха, поступающей с откаточного горизонта по ходовому отделению центрального восстающего 4, либо через рудоспуски 5. Загрязнённый воздух отводится через блоковые восстающие на вентиляционный горизонт.

К достоинствам этой системы разработки относят: возможность отработки месторождений, с нарушениями различного вида (ветвящимися, с резко меняющимися элементами залегания); минимальные эксплуатационные потери; возможность одновременной отработки нескольких этажей; предохранение поверхности от обрушения.

Недостатками являются низкая производительность труда; довольно большой расход лесных материалов; повышенная опасность работ при недостаточно устойчивых породах; сравнительно большие потери богатой рудной мелочи в закладочном материале при недостаточно тщательном настиле.

Примеры контрольных вопросов

1. Назовите способы вскрытия рудных месторождений.
2. Какие типы наклонных стволов Вы знаете?
3. Что называют шагом вскрытия?
4. Поясните сущность штрековой рудной подготовки с тупиковой схемой транспорта.
5. К какому классу относится сплошная система разработки?
6. Поясните сущность системы этажного принудительного обрушения торцевым выпуском.
7. В каких системах разработки происходит естественное поддержание очистного пространства?
8. Что используют в качестве закладочного материала?

ТЕМА № 9. ОСНОВНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОЧИСТНОЙ ВЫЕМКЕ РУДЫ

Цель занятия: изучение основных сведений о производственных процессах при очистной выемке руды.

В представлении, приближенном к идеальному, все процессы, входящие в технологию подземной разработки рудных месторождений, возможно классифицировать на основные – в которых объектом труда является руда (рудная масса) и вспомогательные технологические процессы – обеспечивающие нормальное функционирование основных процессов.

Как правило, при подземной разработке рудных месторождений выделяются 4 основных производственных процесса (рис. 9.1):

- отбойка руды (рудной массы);
- доставка руды (рудной массы);
- вторичное дробление негабаритных кусков руды (рудной массы);
- поддержание очистного пространства.

Отбойка

Это первый основной технологический процесс, включающий отделение руды (рудной массы от массива) с одновременным её дроблением.

Способ отбойки предопределяет крепость руды и вмещающих пород, массивность рудной залежи, порядок отработки залежи, геомеханическая составляющая и т.д.

Доминирующее положение занимает взрывная отбойка, подразделяющаяся на шпуровую, скважинную и минную. Преимуществами взрывной отбойки является ее применяемость при отбойке руды (рудной массы) любой крепости. Для бурения шпуров и скважин используются переносные и тяжелые (самоходные) установки на пневмоколесном, рельсовом и гусеничном ходах.

Для отбойки мягких руд используется механическая отбойка с помощью проходческо-добычных комбайнов, механизированных очистных комплексов, камнерезных машин, самоходных машин с отбойным молотком или гидроударником.

Суммарная составляющая искусственно подсечённого массива с созданием дополнительной поверхности обнажения и воз-

действием горного давления в ограниченных объёмах используется для, так называемого, самообрушения руды.

Другие, возможные способы отбойки, например, гидравлический – с помощью высоконапорной струи воды, а также способы разупрочнения массива под воздействием генераторов высоких электрочастот, лазера и т.д., не вышли из экспериментальной стадии.

Доставка руды (рудной массы)

Доставкой называют перемещение руды (рудной массы) от места отбойки до средств транспорта в пределах очистного блока. Способы доставки классифицируются по виду энергии, с помощью которой происходит перемещение руды (рудной массы) в процессе очистной выемки. Используются следующие способы доставки руды (рудной массы): самотечная доставка (перемещение под действием собственного веса по очистному пространству, рудоспускам); механизированная (перемещение скреперными установками, самоходными машинами, питателями и конвейерами); взрыводоставка (перемещение руды (рудной массы) по очистному пространству к выпускным выработкам энергией взрыва при отбойке); гидравлическая (руда (рудная масса) смывается водой по почве выработок).

Как правило, названные способы доставки каждый в отдельности не применяются, а используются последовательно сначала один, а затем другой. Так, например, по очистному пространству и выпускным выработкам используется самотечная доставка, а затем по доставочным выработкам – механизированная доставка до пунктов погрузки в средства транспорта.

Вторичное дробление негабаритных кусков руды (рудной массы)

Вторичным дроблением называют дополнительное дробление крупных кусков руды (рудной массы), затрудняющих ее выпуск, погрузку и дальнейшую транспортировку.

Основным способом дробления негабаритных кусков является взрывной (накладными или шпуровыми зарядами). Безвзрывные способы вторичного дробления имеют ограниченное применение из-за необходимости установки крупногабаритного оборудования, например, дробилок.

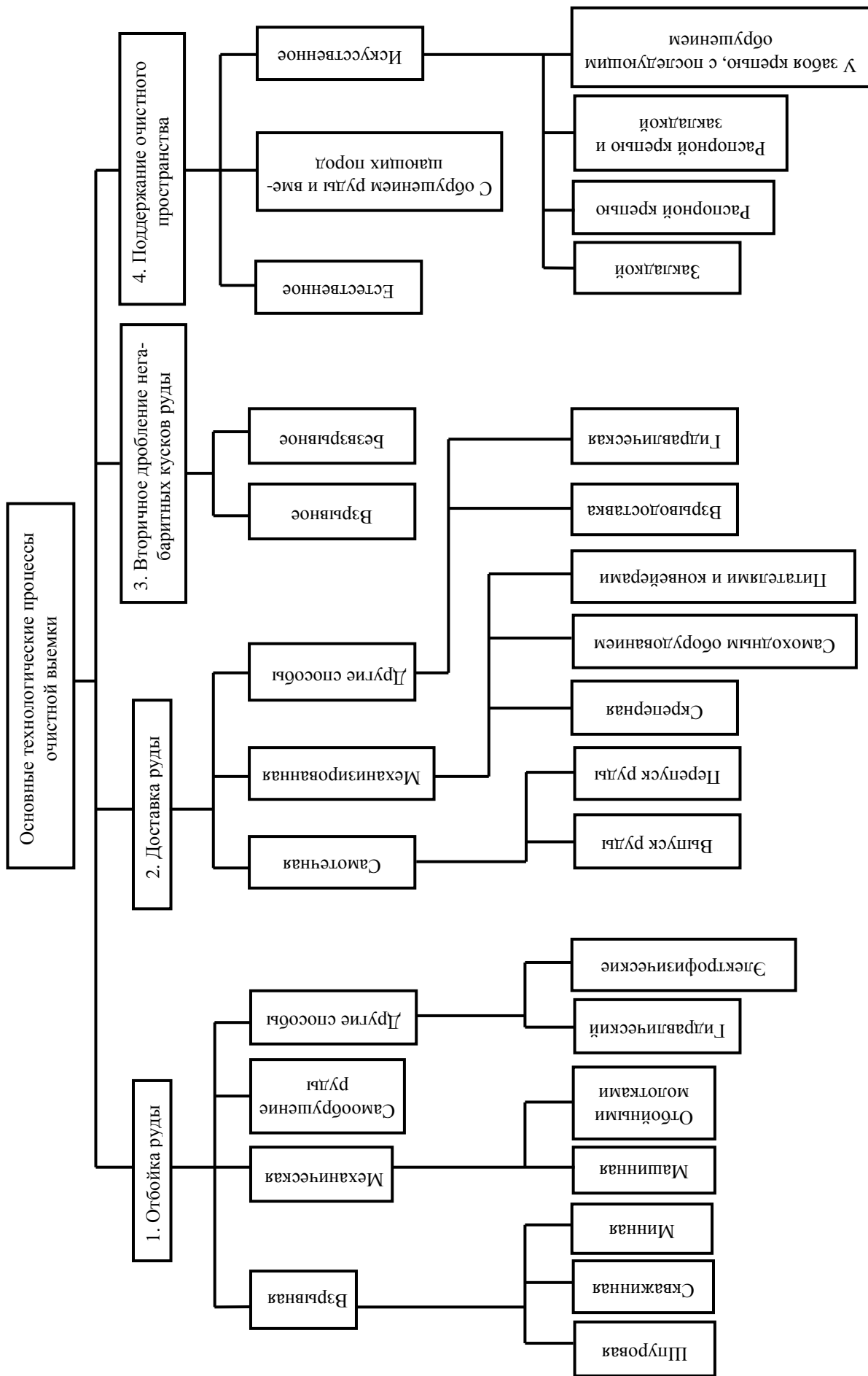


Рис. 9.1. Основные технологические процессы очистной выемки руды

Как процесс, вторичное дробление негабаритных кусков руды (рудной массы) в технологической цепи рудной шахты может отсутствовать. Это зависит от качества ведения взрывных работ при отбойке руды и, следовательно, выхода негабаритных кусков.

Поддержание очистного пространства

Этот процесс представляет собой совокупность мероприятий по предупреждению вредных последствий проявления горного давления в очистных выработках в целях обеспечения необходимых безопасных условий работы (рис. 9.2).

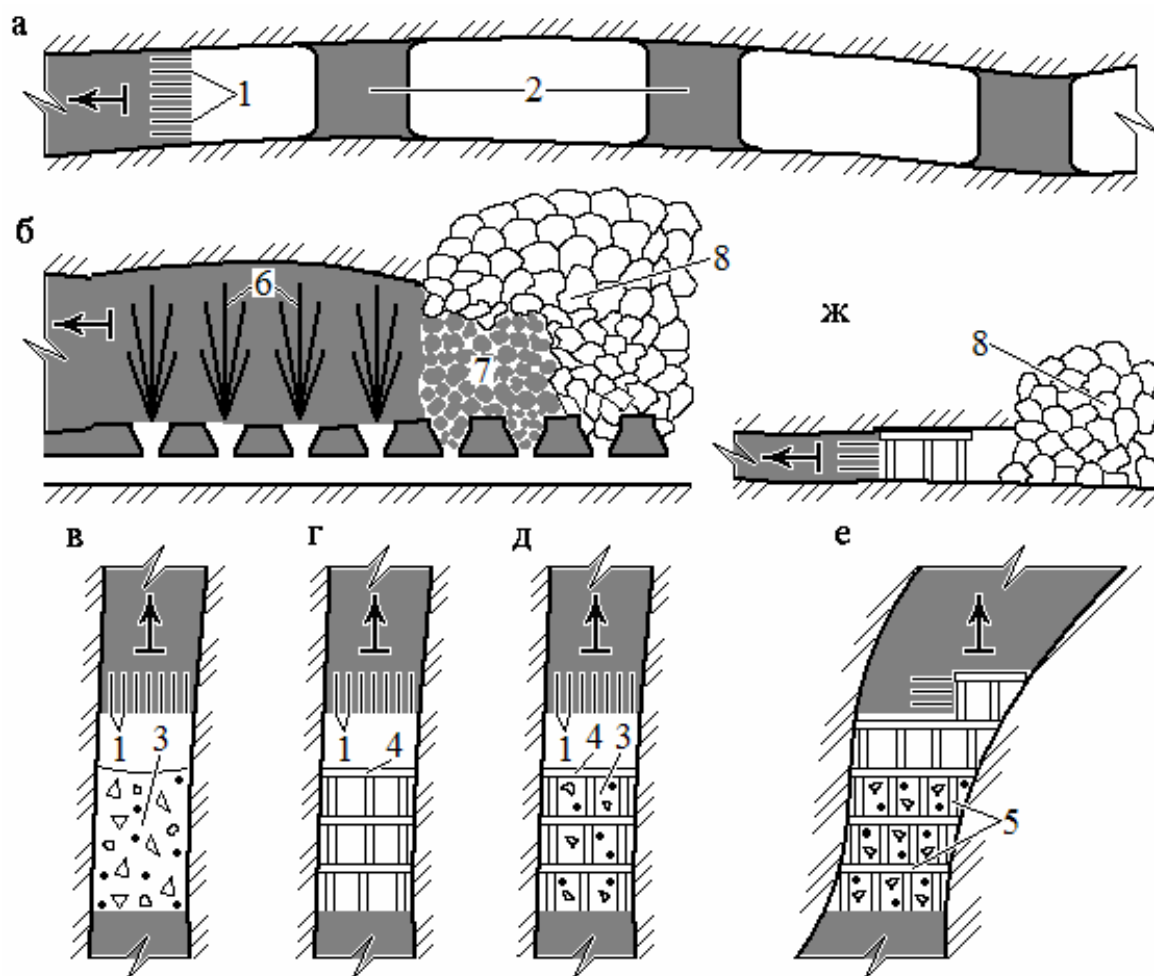


Рис. 9.2. Способы поддержания очистного пространства: а – естественное поддержание; б – обрушением руды и вмещающих пород; в – искусственное поддержание закладкой; г – крепью; д – крепью и закладкой; е – усиленной крепью и закладкой; ж – искусственное поддержание очистного пространства у забоя крепью. с последующим обрушением пород; 1 – шпуровые заряды ВВ; 2 – опорный целик; 3 – закладка; 4 – крепь; 5 – усиленная крепь; 6 – скважинные заряды; 7 – отбитая руда; 8 – обрушенные породы

Поддержание очистного пространства разделяется на три класса:

- 1-й класс – с естественным поддержанием очистного пространства;
- 2-й класс – с обрушением руды и вмещающих пород;
- 3-й класс – с искусственным поддержанием очистного пространства.

Естественное поддержание очистного пространства (рис. 9.2, а) осуществляется за счет естественной устойчивости руд и боковых пород, а также устойчивости оставляемых участков руды в очистном пространстве – целиков.

Обрушение руды и вмещающих пород (рис. 9.1, б) используется в случаях, когда поддерживать очистное пространство невозможно или нецелесообразно. Обрушение вмещающих пород на предварительно отбитую руду обеспечивают созданием необходимых обнажений или принудительным обрушением скважинными или минными зарядами взрывчатого вещества.

Искусственное поддержание очистного пространства (рис. 9.1, в, г, д, е, ж) осуществляется путем замещения извлекаемого объёма руды пустыми породами, креплением или закладкой, способными воспринимать горное давление.

Примеры контрольных вопросов

1. Назовите основные производственные процессы при очистной выемке руды.
2. Назовите возможные способы отбойки руды. Какой из них занимает доминирующее положение?
3. Дайте определение понятию "доставка руды".
4. Какие средства механизации могут применяться при доставке руды?
5. Как производят вторичное дробление руды?
6. На какие классы разделяют поддержание очистного пространства.
7. Какой процесс может отсутствовать в технологической цепи?
8. Назовите виды взрывной отбойки.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городниченко В. И. Основы горного дела: учебник для вузов / В. И. Городниченко, А. П. Дмитриев. – М.: Издательство "Горная книга" Моск. гос. горн. ун-та, 2008. – 464 с.

2. Егоров П. В. Основы горного дела: Учеб. для вузов / П. В. Егоров, Е. А. Бобер, Ю. Н. Кузнецов и др. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2003. – 408 с.

3. Пучков Л. А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых: учебник для вузов: в 2 т. / Л. А. Пучков, Ю. А. Жежелевский. – М.: Издательство "Горная книга" Моск. гос. горн. ун-та, 2008. – Том 1. – 562 с.

4. Трубецкой К. Н. Основы горного дела: учебник / К. Н. Трубецкой, Ю. П. Галченко. – М.: Академический проспект, 2010. – 231 с. + 32 с. цв. вкл.

5. Инструкция по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса. – Кемерово, 2007. – 72 с.

6. Правила безопасности в угольных шахтах (ПБ 05-618–03). Сер. 05. Вып. 11 / колл. авт. – М.: Гос. унитар. предприятие "Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России", 2003. – 296 с.

7. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах СССР. – Л.: ВНИМИ, 1986. – 222 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Тема № 1. Формы и элементы залегания полезных ископаемых. Запасы полезных ископаемых. Понятие о шахтном поле.....	4
Тема № 2. Горные выработки.....	16
Тема № 3. Технология проведения выработок.....	26
Тема № 4. Вскрытие пластов в шахтном поле.....	35
Тема № 5. Подготовка шахтных полей.....	51
Тема № 6. Системы разработки пластовых месторождений.....	61
Тема № 7. Технология ведения очистной выемки в длинном забое.....	75
Тема № 8. Вскрытие, подготовка и системы разработки рудных месторождений.....	81
Тема № 9. Основные производственные процессы при очистной выемке руды.....	103
Список рекомендуемой литературы.....	108