



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева"
Кафедра строительства подземных сооружений, шахт и разработки месторождений
полезных ископаемых

Константин Александрович Филимонов

ПОДЗЕМНАЯ РАЗРАБОТКА ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ. ЧАСТЬ 1

Электронное учебное пособие

ISBN 978-5-906805-98-0

Кемерово 2016

© КузГТУ, 2016

© К. А. Филимонов, 2016

[Вперед→](#)

Рецензент(ы) Ренёв А. А. – доктор технических наук, профессор кафедры СПСШ и РМПИ ФГБОУ ВО "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева"

Федорин В. А. – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией эффективных технологий разработки угольных месторождений Института Угля ФИЦ УУХ СО РАН.

Филимонов К. А. Подземная разработка пластовых месторождений. Часть 1: электронное учебное пособие [Электронный ресурс] для студентов специальности 21.05.04 "Горное дело" специализации 21.05.04.01 "Подземная разработка пластовых месторождений" / К. А. Филимонов; КузГТУ. – Кемерово, 2016. – 1 оптический диск (2,17 Мб)

В пособии рассмотрены темы соответствующие содержанию лекционного курса 7 семестра дисциплины "Подземная разработка пластовых месторождений. Часть 1": шахтные поля и их деление на части, запасы и потери угля в шахтном поле; производственная мощность и срок службы шахты; вскрытие пластовых месторождений; подготовка шахтного поля; околоствольные двory и технологический комплекс поверхности шахт; системы разработки пластовых месторождений.

Предназначено для студентов специализации 21.05.04.01 "Подземная разработка пластовых месторождений". Может использоваться студентами других специализаций (профилей) при изучении различных дисциплин рассматривающих вопросы подземной добычи полезных ископаемых.

Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:	Частота процессора не менее 1,0 ГГц; ОЗУ 512 Мб; 20 Гб HDD; операционная система Windows XP; CD-ROM 4-скоростной; ПО для чтения файлов PDF-формата; SVGA-совместимая видеокарта; мышь.
-----------------------------------	--

© КузГТУ, 2016

© К. А. Филимонов, 2016

[Вперед→](#)

Сведения о программном MS Word, AutoCad обеспечении, которое использовано для создания электронного издания

Сведения о технической Редактор З. М. Савина подготовке материалов для электронного издания

Объем издания в единицах 2,17 Мб измерения объема носителя, занятого цифровой информацией

Наименование и контактные данные юридического лица, осуществившего запись на материальный носитель

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева"
650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28
Тел./факс: 8(3842) 58-35-84

[Оглавление](#) →

Предисловие

Дисциплина "Подземная разработка пластовых месторождений" является важнейшей в учебном плане специализации 21.05.04.01 "Подземная разработка пластовых месторождений". В рамках этой дисциплины, в течение трёх семестров, студенты получают расширенные теоретические знания и практические навыки по своей будущей профессии. Данное учебное пособие используется в первом семестре изучения дисциплины. Его цель – формирование у студентов теоретической базы по проектированию технологической схемы шахты в части вскрытия, подготовки шахтного поля и системы разработки пласта. Изучение этих тем является обязательным согласно требованиями Федерального государственного образовательного стандарта специальности 21.05.04 "Горное дело". Данное учебное пособие рекомендуется также использовать при подготовке к государственному междисциплинарному экзамену специализации 21.05.04.01 "Подземная разработка пластовых месторождений".

В учебном пособии рассмотрены теоретические основы первых двух стадий подземной разработки пластовых месторождений – вскрытия и подготовки шахтного поля (включая столбовые системы разработки), а также ряд сопутствующих тем: шахтное поле, запасы и потери угля, деление шахтного поля на части и др. Учебный материал по структуре и содержанию приближен к конспекту лекций, что накладывает определённые ограничения по объёму пособия. Поэтому темы представлены компактно и не охватывают всего разнообразия существующих и перспективных вариантов вскрытия, подготовки и систем разработки. Автор попытался рассмотреть только наиболее распространённые варианты, характерные для современных высокопроизводительных угольных шахт Кузбасса и других бассейнов.

1. Шахтное поле, запасы и потери угля

1.1. Понятие о шахтном поле

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

Горный отвод – это часть недр, предоставленная горнодобывающему предприятию для промышленной разработки содержащихся в ней полезных ископаемых.

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

Земельный отвод – это часть земной поверхности, которая передаётся горнодобывающему предприятию во временное пользование.

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

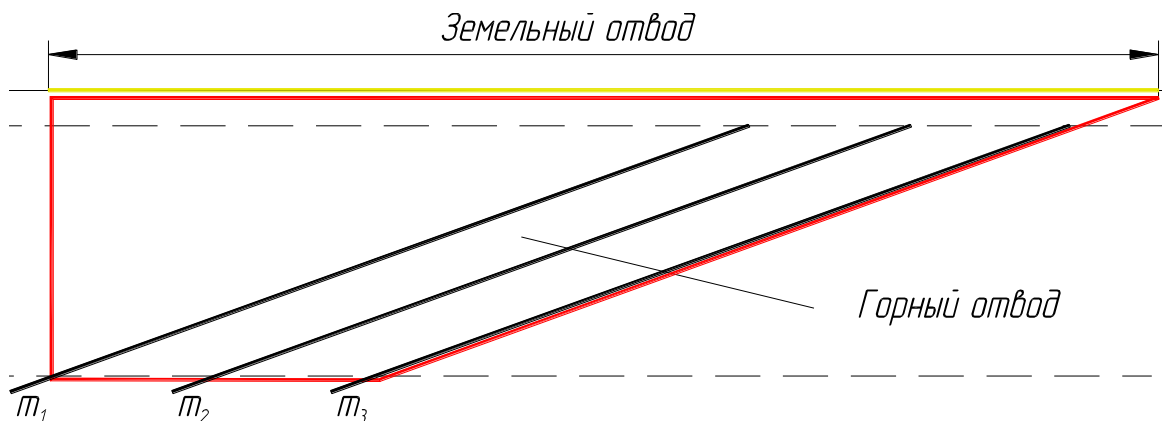


Рис. 1. Вертикальный разрез с нанесёнными границами земельного отвода (жёлтый цвет) и горного отвода (красный цвет)

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, град.

Шахтное поле имеет следующие границы:

– верхнюю (по восстанию);

– нижнюю (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 600 ÷ 800 м.

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 принимается по нарушению) или наличие охранных объектов на поверхности, под которыми нельзя вести разработку, и т. д.

1.2. Конфигурации шахтных полей

Для шахтных полей угольных шахт характерны несколько вариантов конфигурации. Рассмотрим 5 основных вариантов, разделение на которые произведём условно, в зависимости от угла падения пластов и наличия складчатости. Нормативные документы горной промышленности не содержат требований по этому вопросу. Такое условное разделение в целом отражает фактические конфигурации шахтных полей действующих шахт.

Моноклиналиное залегание пластов с углом падения более 12°

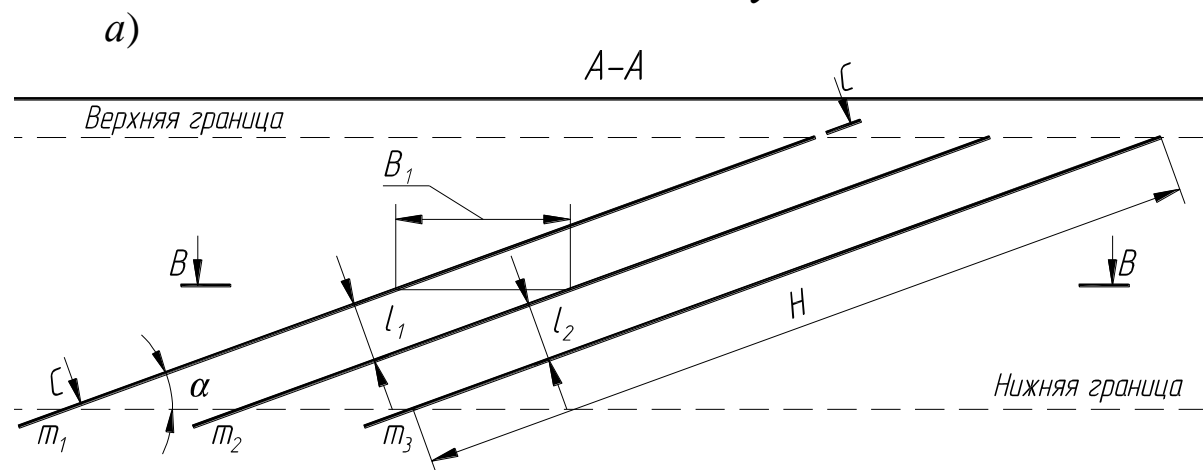


Рис. 2. Классическое шахтное поле

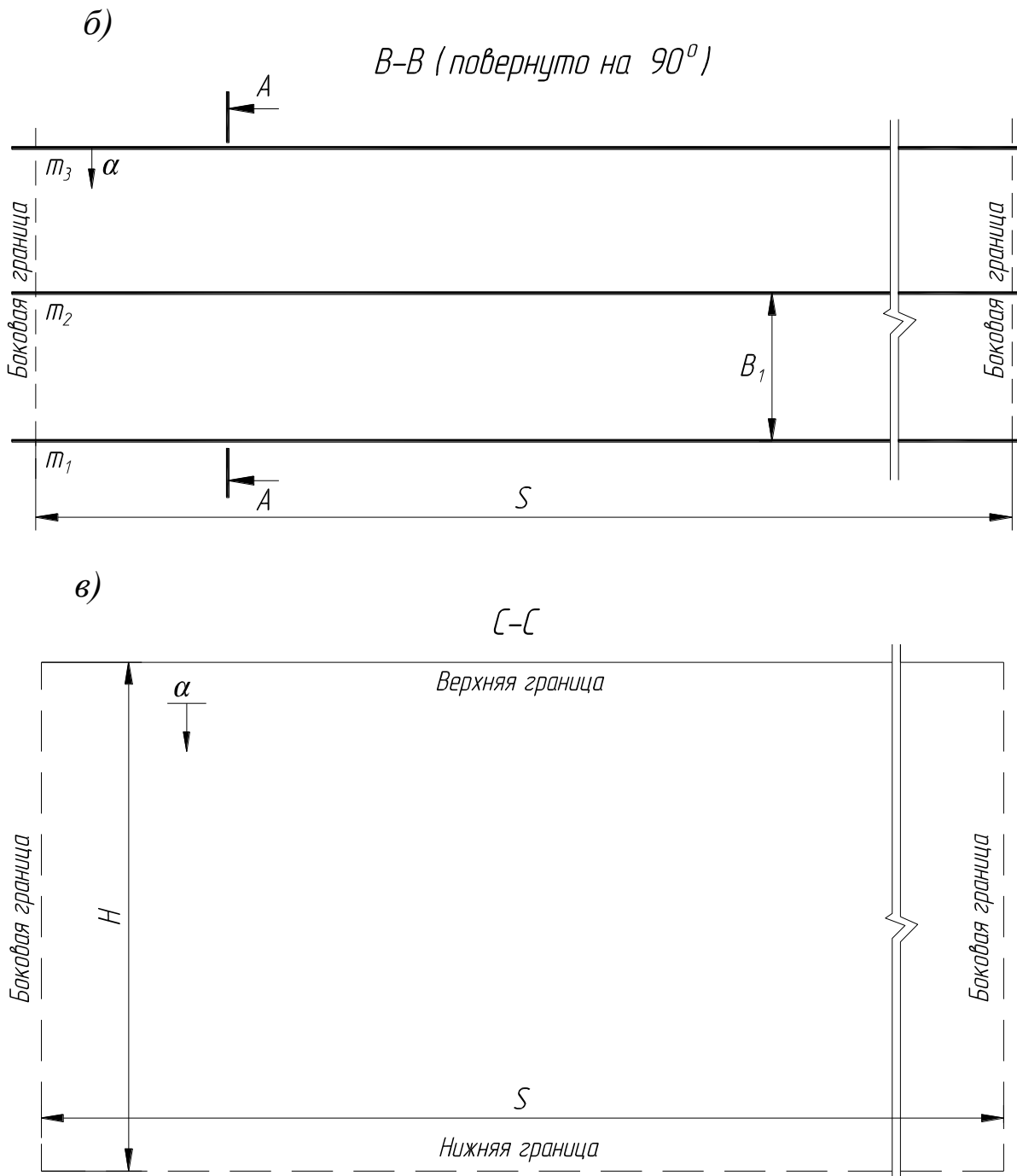


Рис. 2. Продолжение:

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

Это "классический" вариант шахтного поля правильной конфигурации. Он характерен для многих шахт). Особенности этой конфигурации: приблизительно одинаковые размеры S и H пластов; размер по падению пластов ограничен горизонтальной плос-

костью (нижней границей). Возможен вариант такой конфигурации с различным размером S по пластам (рис. 3).

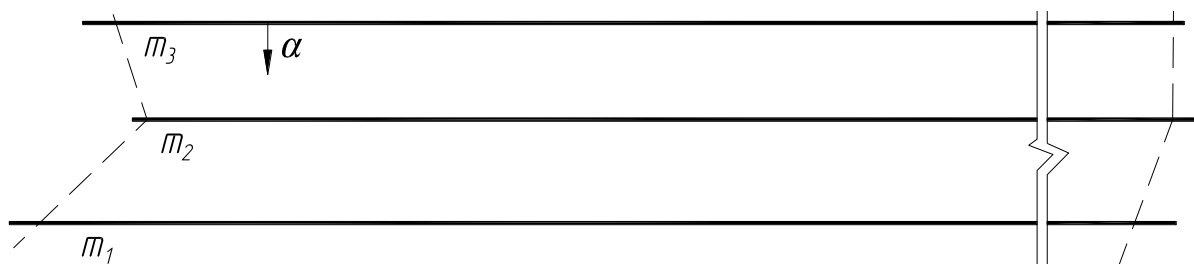


Рис. 3. План горизонта при различном размере S

Следует отметить, что для всех пяти рассматриваемых конфигураций шахтных полей возможен как вариант, представленный на рис. 2, а, так и вариант, как на рис. 3 (встречается чаще).

Моноклиналиное залегание пластов с углами падения от 7 до 12°

Шахтные поля такой конфигурации характерны (рис. 4) 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.

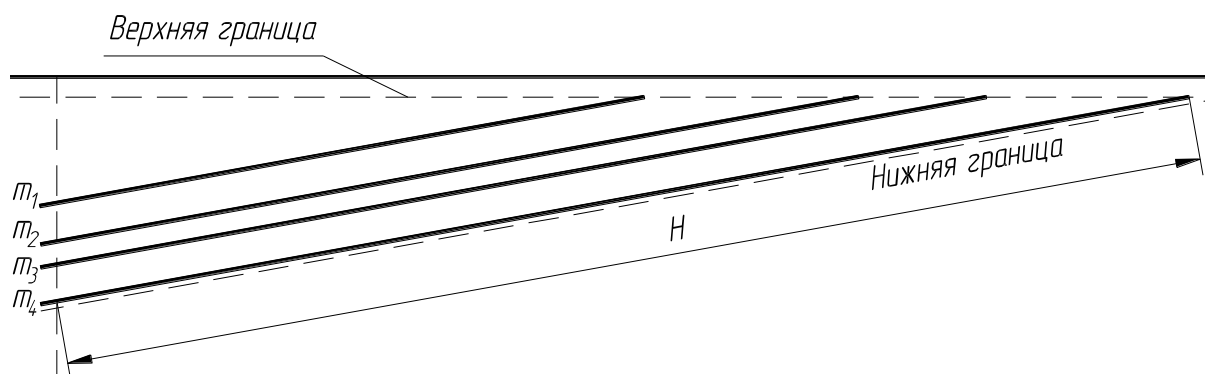


Рис. 4. Моноклиналиное залегание пластов с углами падения от 7 до 12°

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. 5).

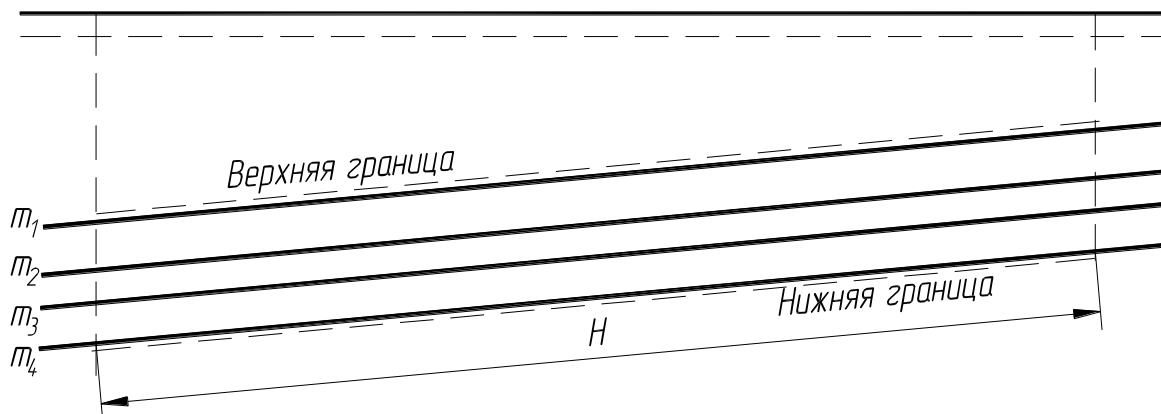


Рис. 5. Моноклиналиное залегание пластов с углами падения $\alpha \leq 6^\circ$

Антиклиналиное залегание

Для таких шахтных полей (рис. 6) характерно отсутствие выходов пластов под наносы у каждого пласта. Выход под наносы может быть только у верхнего (верхних) пласта. Нижняя граница – горизонтальная плоскость, верхняя граница – кровля верхнего пласта.

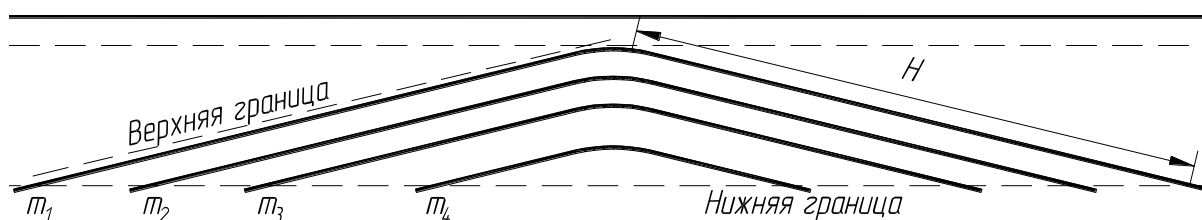


Рис. 6. Антиклиналиное залегание

Синклиналиное залегание

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

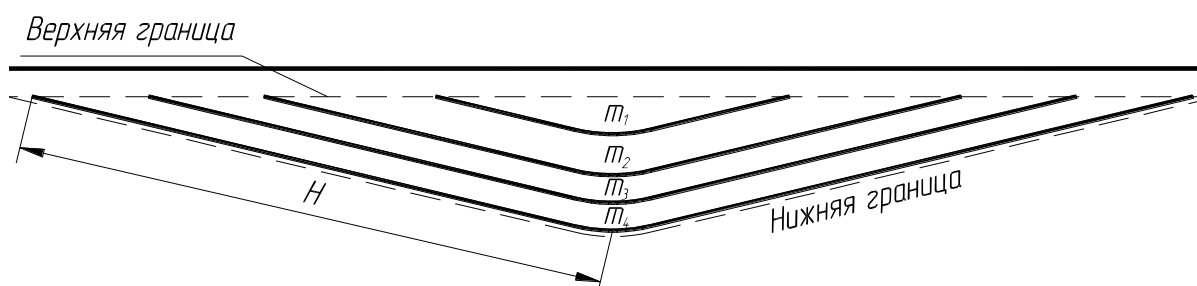


Рис. 7. Синклиналиное залегание

Общая особенность складчатых конфигураций – различные размеры по падению пластов H в крыльях складки.

Представленные на рис. 6 и 7 варианты складок идеализированы. Чаще всего крылья складок имеют различные элементы залегания и размеры (ш. Чертинская-Коксовая).

Существуют шахтные поля, частично соответствующие представленной классификации. Например, шахтное поле с конфигурацией, представленной на рис. 4, может содержать пласты с углом падения более 12° .

1.3. Деление шахтного поля на части

Поля современных угольных шахт имеют значительные размеры по простиранию S и по падению H , поэтому их разработка осуществляется по частям в определённой последовательности. Это позволяет достигать концентрации очистных и подготовительных работ в пределах разрабатываемой части. Шахтное поле разделяют на части по падению и простиранию. Деление шахтного поля и шахтопласта на части рекомендуется выполнять с учётом "Временных норм технологического проектирования угольных и сланцевых шахт" (ВНТП 1–92) [1].

Пологое и наклонное залегание пластов

При таких условиях залегания шахтное поле по падению делят на выемочные ступени или на этажи. Деление на выемочные ступени характерно для большинства действующих шахт, введенных в эксплуатацию более чем 15–20 лет назад (Первомайская, Березовская и др.). Деление на выемочные ступени осуществляется транспортным горизонтом.

Транспортный горизонт – это комплекс вскрывающих, подготовительных выработок и выработок околоствольного двора, располагаемых на одном уровне (горизонтально) и служащих для **транспортирования угля**, материалов и оборудования и др. целей.

Выемочная ступень (рис. 8) – это часть шахтного поля, ограниченная по простиранию боковыми границами шахтного поля, по падению – нижней границей шахтного поля или транспортным горизонтом, по восстанию – верхней границей шахтного поля или транспортным горизонтом. Выемочная ступень, расположенная выше транспортного горизонта – бремсберговая часть, ниже – уклонная часть шахтного поля. Размер выемочной ступени по падению рекомендуется принимать до 1500 м. На большинстве шахт

этот размер менее 1000 м. Транспортный горизонт следует располагать так, чтобы бремсберговая часть была больше уклонной. Все выработки транспортного горизонта, как правило, проводят с уклоном в сторону ствола 3–5 ‰ (промилле). Это обеспечивает поступление воды самотеком к водосборникам околоствольного двора, а также облегчает транспортировку угля к главному стволу.

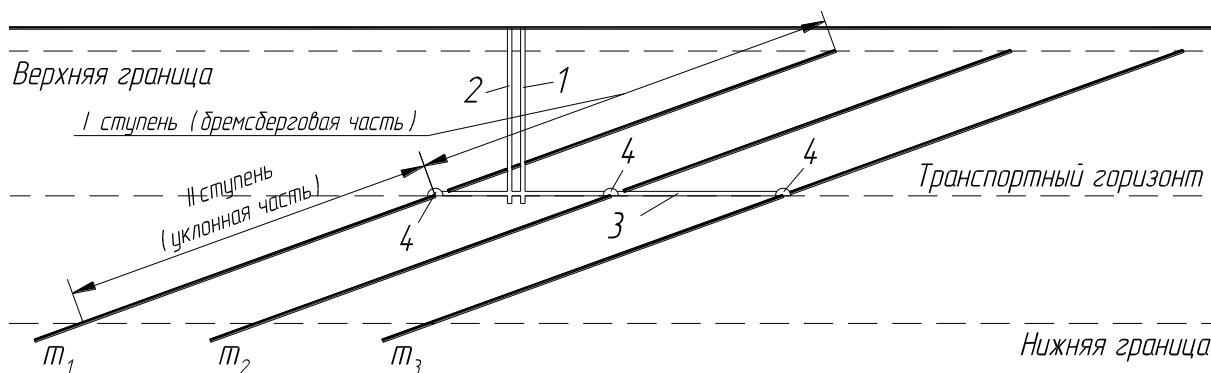


Рис. 8. Деление шахтного поля на выемочные ступени при пологом и наклонном залегании пластов:

1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – капитальный квершлаг; 4 – пластовый, транспортный штрек

Деление шахтного поля на этажи характерно для вновь открывающихся угольных шахт и шахт, введенных в эксплуатацию за последние 10–15 лет. Поскольку для них характерно ведение горных работ на одном шахтопласте, то этот вариант будет рассмотрен далее в теме "Деление шахтопласта на части".

По простиранию шахтное поле делят на крылья или на блоки.

Крыло – это часть шахтного поля, расположенного по одну сторону от главного ствола или какой-либо другой вскрывающей выработки. Шахтные поля могут быть двукрылые и однокрылые.

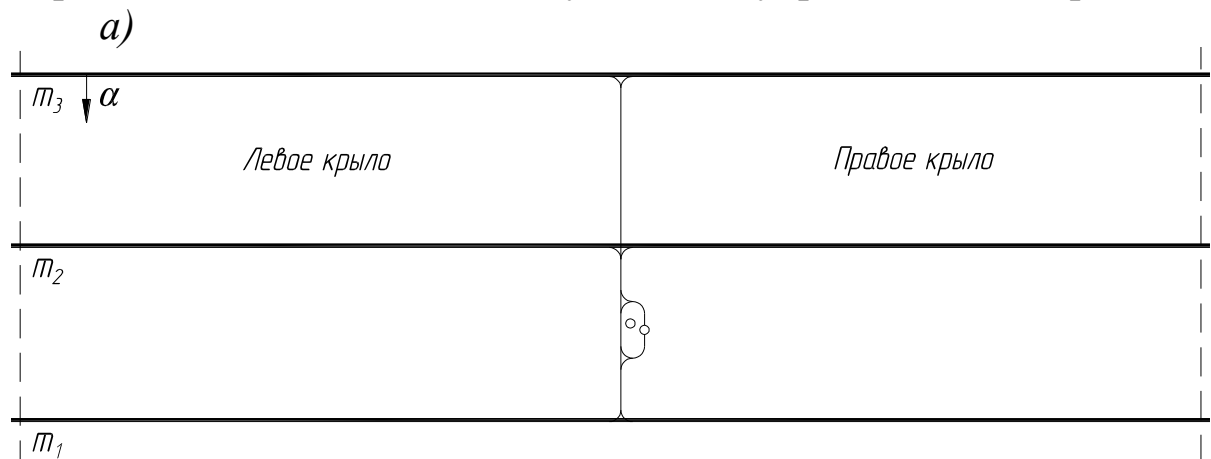


Рис. 9. Деление шахтного поля на крылья

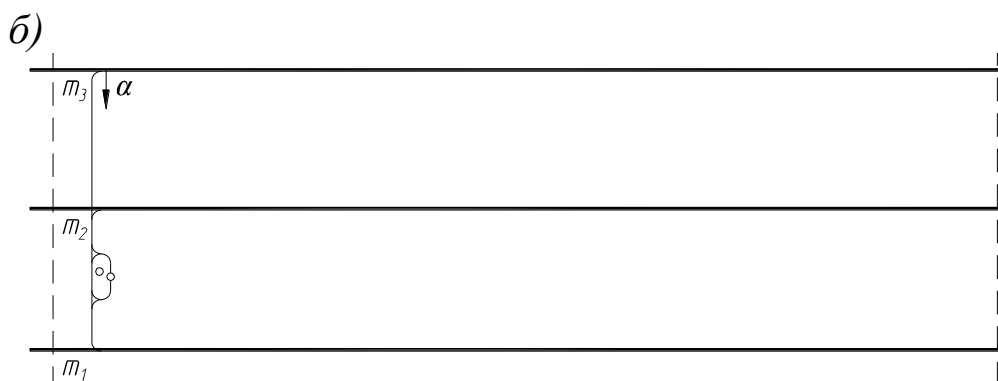


Рис. 9. Продолжение:

а – двукрылое шахтное поле (ш. Первомайская); *б* – однокрылое шахтное поле

Деление на однокрылые или двукрылые шахтные поля обусловлено размером шахтного поля по простиранию, рельефом поверхности или наличием наземных объектов, исключающих возможность заложения стволов в центре шахтного поля, и другими факторами.

Когда не обеспечивается проветривание шахты через один воздухоподающий ствол, шахтные поля делят на блоки (рис. 10).

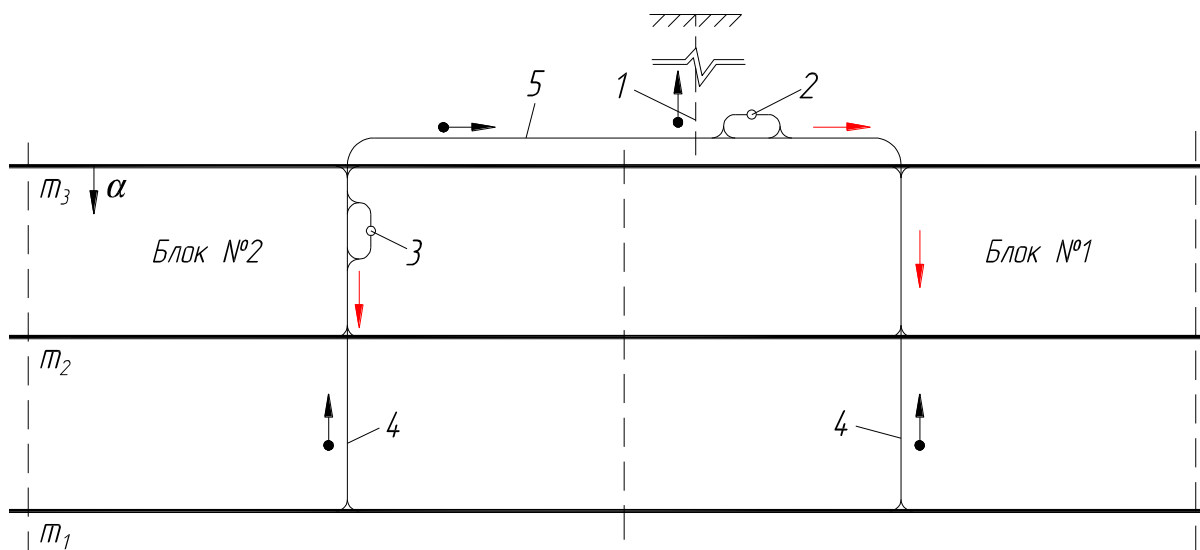


Рис. 10. Деление шахтного поля на блоки:

1 – главный наклонный ствол; *2, 3* – воздухоподающий ствол; *4* – промежуточный квершлаг; *5* – групповой полевой штрек

Блок – это часть шахтного поля по простиранию, имеющая собственные воздухоподающие и вентиляционные выработки (обособленное проветривание).

Деление шахтного поля на блоки при наличии транспортно-го (или воздухоподающего) горизонта подразумевает групповую полевую подготовку на нём. Назначение группового полевого штрека – транспортная связь между блоками, т. е. он объединяет блоки в единую шахту. Его называют "магистральный".

В современном представлении понятие "деление на блоки" изменилось. Классический вариант подразумевает наличие 2 или более одновременно действующих очистных забоев. Поскольку на большинстве шахт в работе находится один очистной забой, то представленная схема (рис. 10) редко встречается. Однако на некоторых шахтах с одним очистным забоем для подачи воздуха используется более одного ствола (через блоковый ствол проветриваются подготовительные забои, поддерживаемые выработки).

Крутонаклонное и крутое залегание пластов

При таких углах залегания пластов шахтное поле по падению также делят на выемочные ступени, которые принято называть этажами (рис. 11). Этаж сверху ограничен вентиляционным горизонтом, а снизу – откаточным. Размер по падению таких выемочных ступеней составляет, как правило, не более 100 м, т. е. значительно меньше, чем при пологом и наклонном залегании.

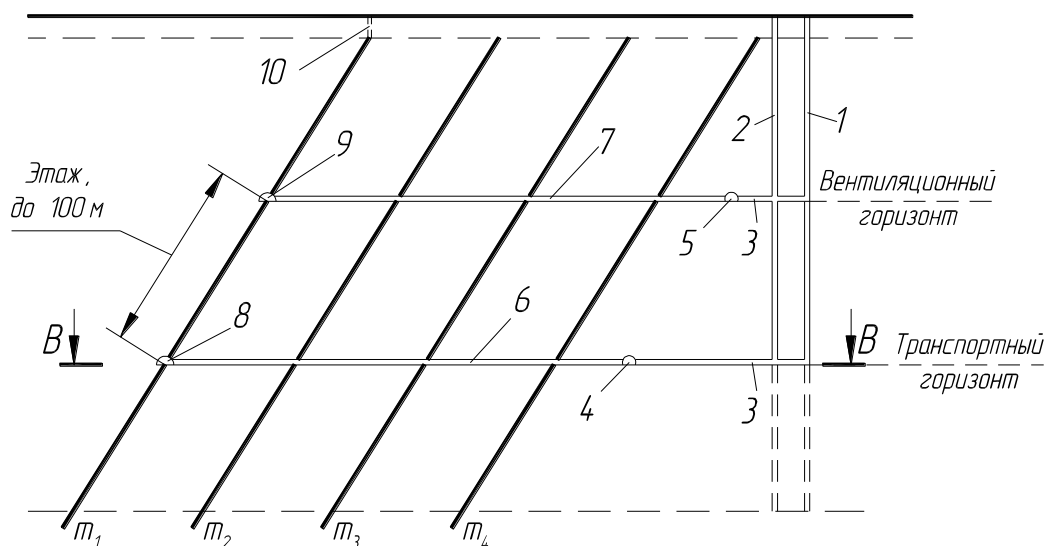


Рис. 11. Деление шахтного поля на этажи при крутом падении:

1 – главный скиповый ствол; 2 – вспомогательный клетевой ствол; 3 – главный этажный квершлаг; 4 (5) – полевой (групповой) штрек транспортного (вентиляционного) горизонта; 6 (7) – промежуточный квершлаг транспортного (вентиляционного) горизонта; 8 – откаточный штрек; 9 – вентиляционный штрек; 10 – шурф

На пластах крутого падения шахтное поле по простиранию делят на выемочные поля (рис. 12), которые обслуживаются промежуточными квершлагами.

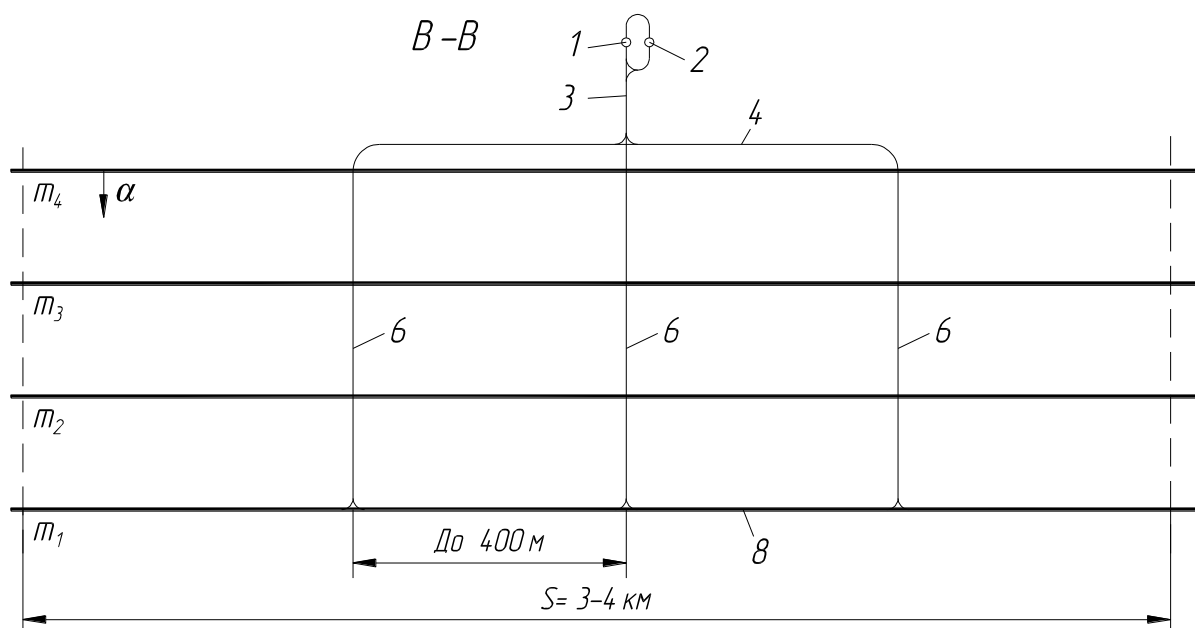


Рис. 12. Деление шахтного поля на выемочные поля при крутом падении (1–4, 6, 8 см. рис. 11)

1.4. Деление шахтопласта на части

В шахтном поле, как правило, находятся несколько шахтопластов. Шахтопласт – это часть пласта как обширные залежи в границах шахтного поля. Шахтопласты делят на следующие части: панели, этажи, столбы, вытянутые по падению или восстанию.

Деление шахтопласта на панели

Наиболее широкое распространение в отечественной угольной промышленности получило деление шахтопласта на панели. Деление на панели применяют при углах падения до 25° и относительно большом размере шахтного поля по простиранию. Панель – это часть шахтопласта, ограниченного по падению (восстанию) границами шахтного поля или транспортным горизонтом, по простиранию – границей шахтного поля или условной границей соседней панели.

Каждая панель представляет собой выемочное поле. Панель может быть двухсторонней и односторонней. Двухсторонняя панель в зависимости от применяемой системы разработки может

иметь или не иметь фланговые выработки. Главные панельные выработки двухсторонней панели расположены в центральной части.

Панель располагается по падению в границах выемочных ступеней. Соответственно размер панели по падению равен наклонной высоте выемочной ступени (до 1500 м). Размер по простиранию зависит от нескольких факторов: размера шахтопласта по простиранию, газоносности, выдержанности элементов залегающих, возможностей шахтного транспорта и др. Особо следует выделить важнейший фактор – возможность выхода людей при пожаре на свежую струю за время действия самоспасателя (60 мин). Исходя из этих факторов, а также из фактического размера панелей на действующих шахтах в учебных целях принимаем размер по простиранию двусторонней панели до 3500 м, одной – до 2700 м. Размер одной панели может быть принят до 3500 м, если в учебной работе выполнен расчёт, подтверждающий возможность выхода не более чем за 60 мин.

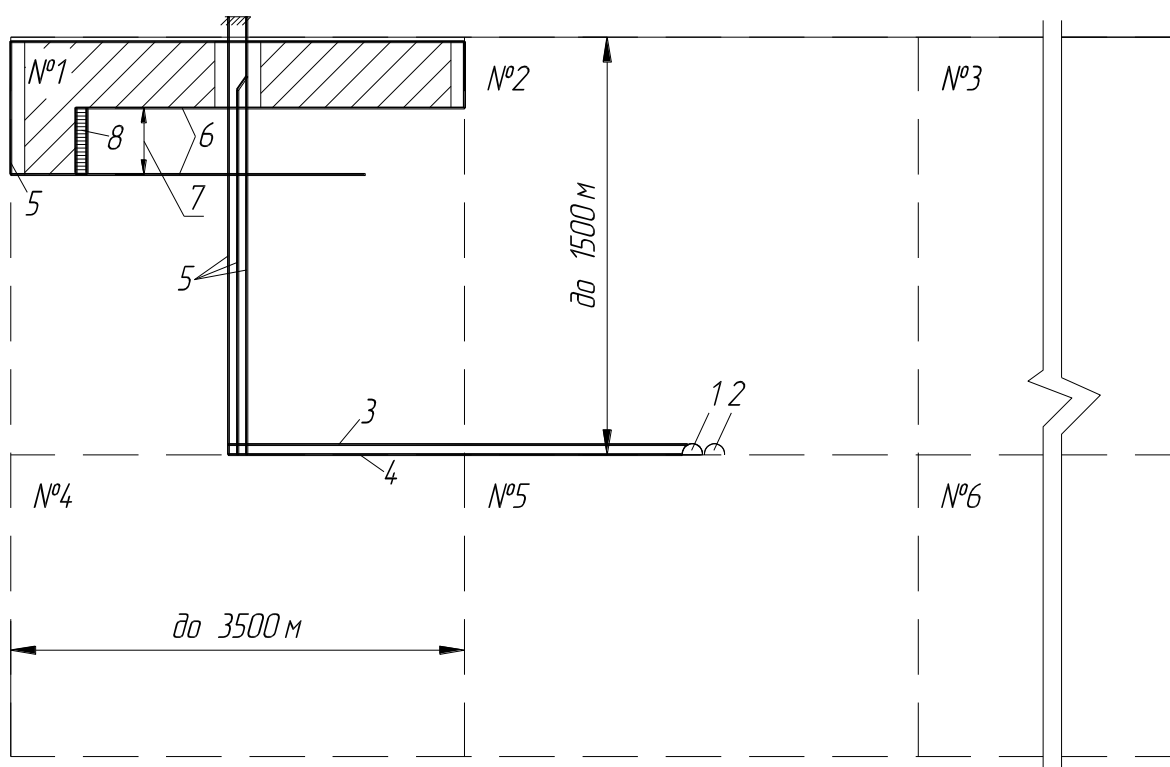


Рис. 13. Деление шахтопласта на панели и панельная подготовка:

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

Панели делят на более мелкие части – ярусы. Ярус – одновременно разрабатываемая часть панели, вытянутая по простиранию, ограниченная по падению и восстанию ярусным конвейерным и вентиляционным штреком, по простиранию – границей панели.

Панельными называются выработки, обслуживающие одну конкретную панель (бремсберг, уклон, ходок).

Деление шахтопласта на этажи

Этаж – это часть шахтопласта, вытянутая по простиранию и ограниченная по восстанию этажным вентиляционным штреком, по падению – этажным откаточным (конвейерным) штреком, а по простиранию – границами шахтного поля.

Деление на этажи возможно и применяется при любых углах падения пластов, однако существует значительная разница между технологической схемой шахты с делением на этажи на пологом (наклонном) и на крутом (крутонаклонном) падении пласта.

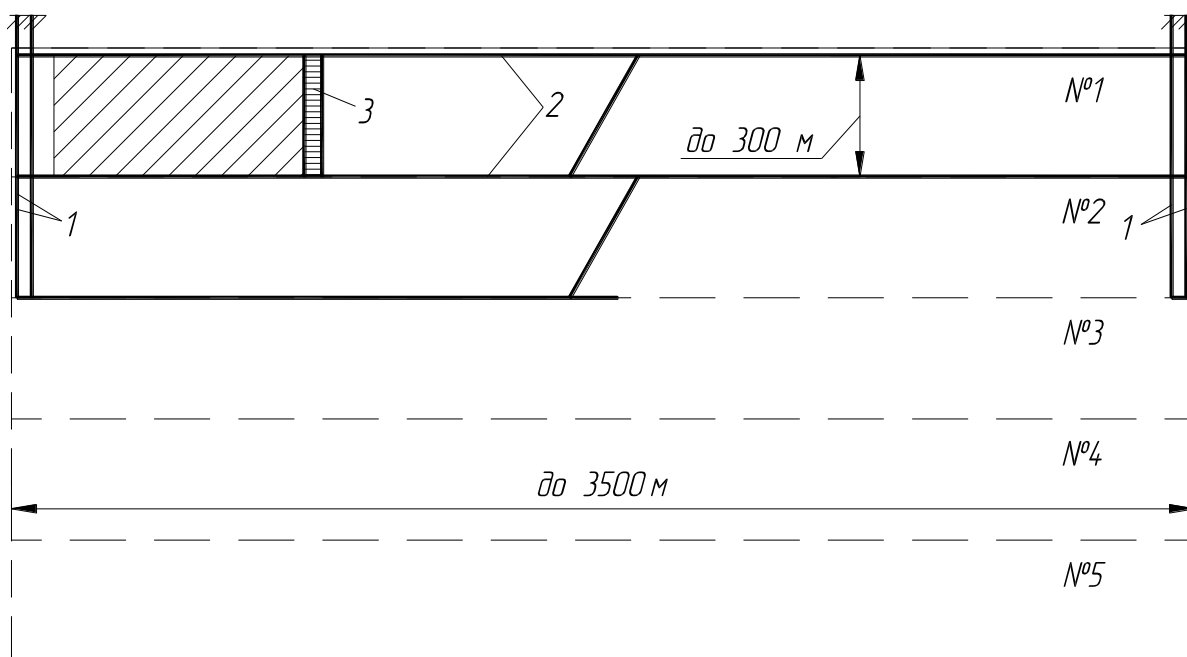


Рис. 14. Деление шахтопласта на этажи и этажная подготовка при пологом и наклонном залегании пластов:

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

На пологом и наклонном падении (рис. 14) деление на этажи характерно для вновь открывающихся и недавно введенных в эксплуатацию угольных шахт (Котинская, Талдинская-Западная 1 и 2 и др.). Оно применяется, когда размер по простиранию шахтопласта относительно небольшой, до 3,5 км. Наклонная высота этажа зависит от предполагаемой длины лавы (до 300 м), а размер по простиранию равен размеру шахтного поля.

Для таких шахт характерно:

- вскрытие наклонными стволами;
- ведение горных работ на одном пласте.

Проведение наклонных стволов может осуществляться сразу на всю длину шахтного поля по падению или на 1–2 этажа с последующей углубкой.

При крутонаклонном и крутом падении деление шахтопласта на этажи является практически единственным возможным вариантом (рис. 15). При этом в пределах этажа по простиранию различают выемочные поля размером до 400 м (при подготовке на двусторонние промквершлагги до 600 м).

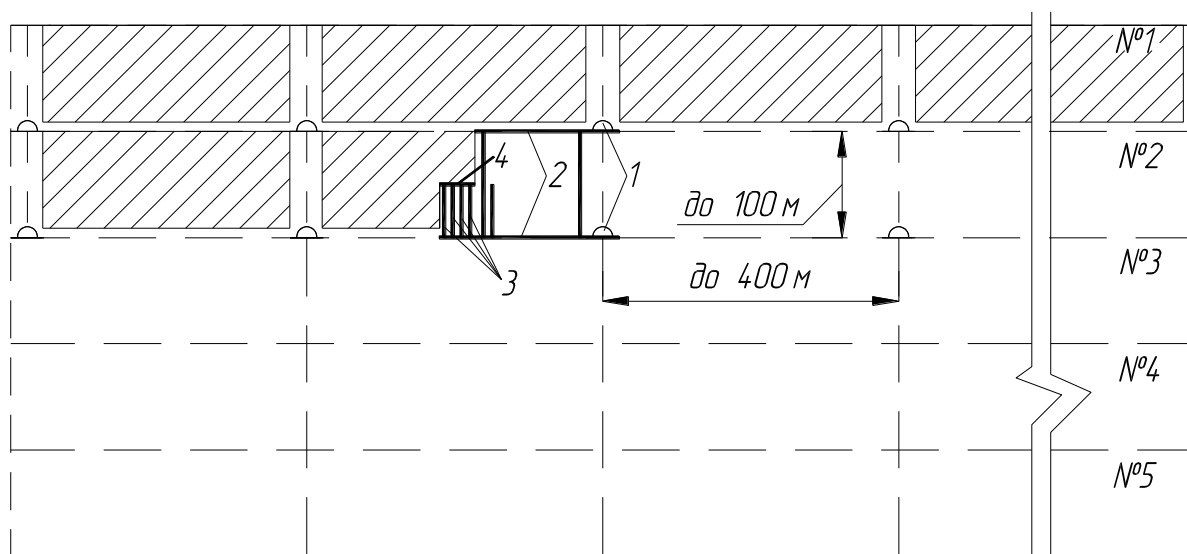


Рис. 15. Деление шахтопласта на этажи и этажная подготовка при крутом залегании пластов:

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

Деление на этажи характерно для отработки пластов наклонного и крутого залегания длинными очистными забоями при использовании систем разработки, имеющих ограниченное

применение, в том числе в настоящее время не применяющихся (сплошная система разработки, ПШО и т. д.).

Деление шахтопласта на столбы, вытянутые по падению или восстанию

При углах падения до $10\text{--}12^\circ$ возможно деление шахтопластов на столбы по падению или восстанию (рис. 16). Ширина столба (размер по простиранию) зависит от предполагаемой длины лавы (до 300 м). Размер по падению равен размеру по падению выемочной ступени, в пределах которой расположен столб (до 1500 м).

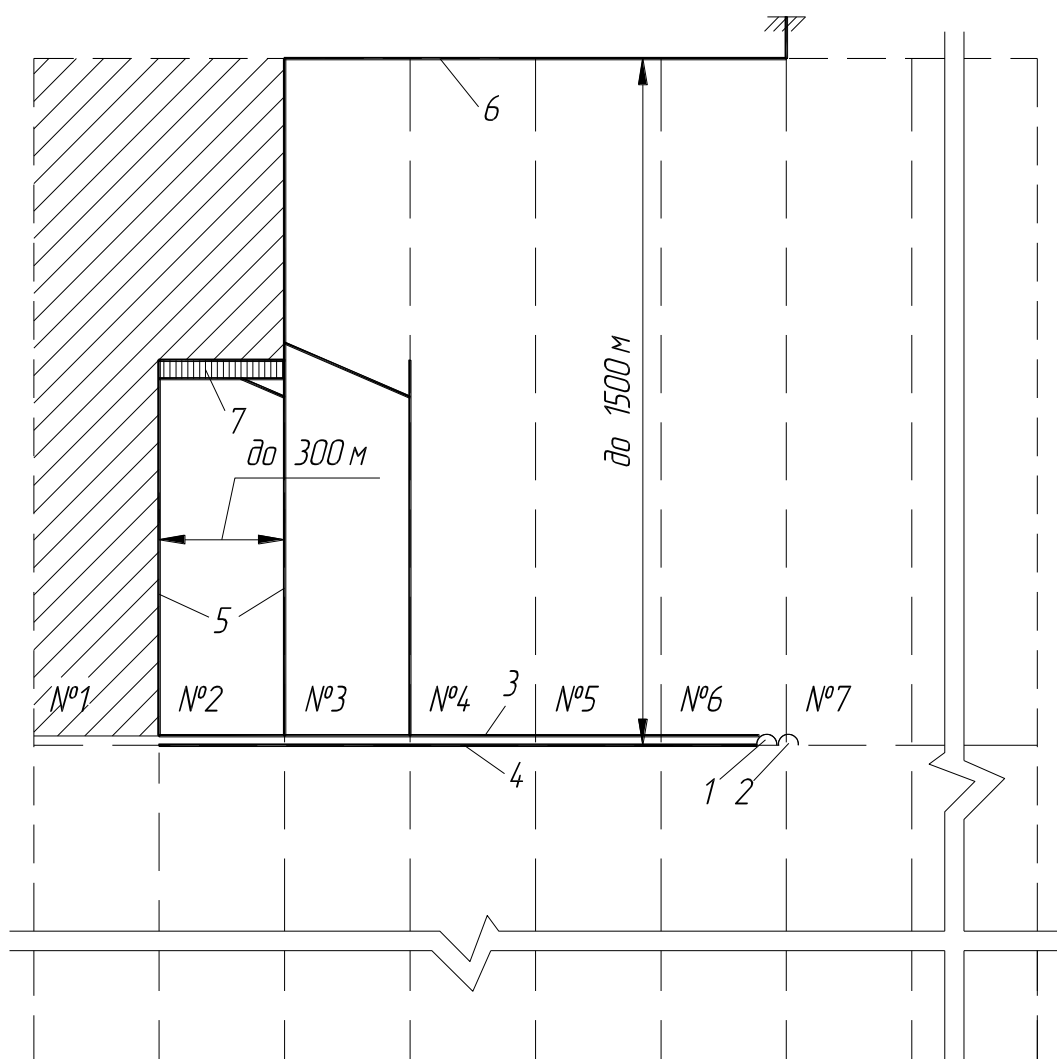


Рис. 16. Деление шахтопласта на столбы по падению (восстанию) и погоризонтная подготовка:

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

В основном решение о таком делении шахтопласта принимают при наличии значительного влияния осложняющих факторов. Такими факторами, как правило, является высокая газоносность и обводнённость. Оработка пласта по восстанию целесообразна при высокой обводнённости месторождения, т. к. вода стекает в выработанное пространство и в меньшей степени мешает ведению горных работ (ш. им. С. М. Кирова). При высокой газоносности целесообразно применять оработку по падению.

Также влияние на выбор этого способа может оказать конкретная конфигурация шахтного поля или шахтопласта, например значительный размер по падению (до 4 км) и относительно небольшой размер по простиранию.

1.5. Запасы и потери угля в шахтном поле

Количество полезного ископаемого, находящееся в недрах его месторождения, называют запасами (т, м³). Согласно инструкции [2] различают несколько категорий запасов и потерь в шахтном поле (рис. 17).

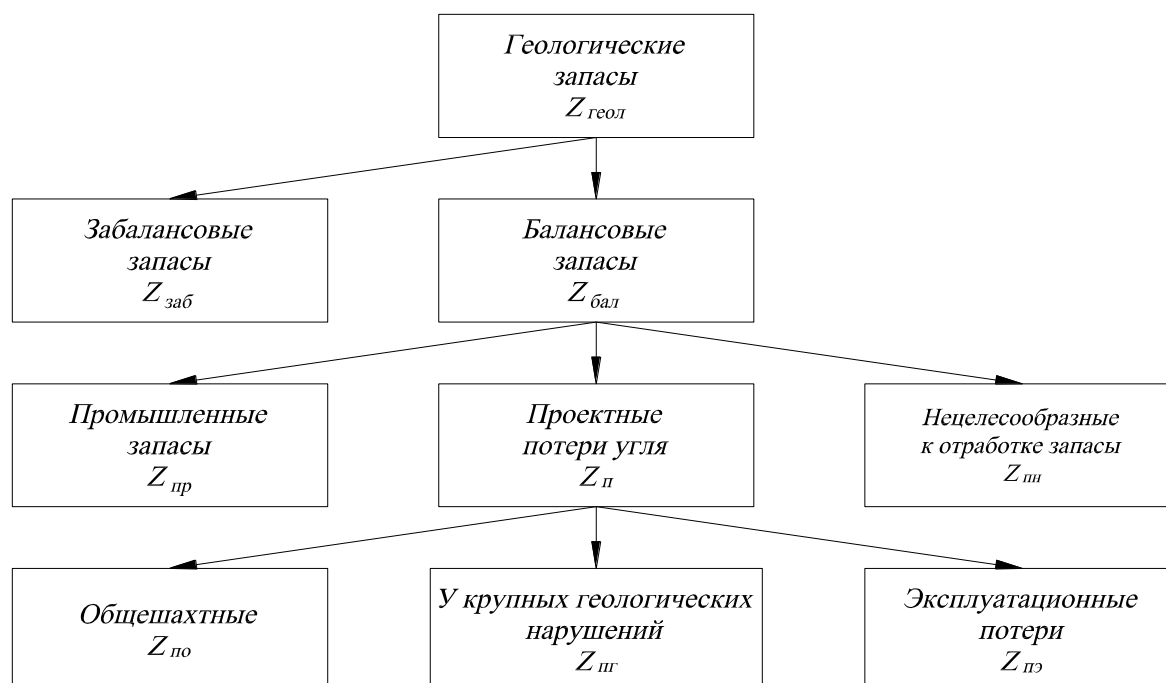


Рис. 17. Классификация запасов и потерь угольных месторождений

Общие запасы месторождений (шахтного поля) называют геологическими. Геологические запасы ($Z_{\text{геол}}$) делят на балансо-

вые ($Z_{\text{бал}}$) и забалансовые ($Z_{\text{заб}}$). 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 ($Z_{\text{пр}}$), запасы нецелесообразные к отработке ($Z_{\text{пн}}$) и проектные потери ($Z_{\text{п}}$).

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, прямоугольной формы, с большим углом падения). Хотя эти участки шахтопласта не несут в себе функцию охранных целиков, их могут оставлять из-за нецелесообразности разработки.

Различают следующие виды потерь:

– общешахтные $Z_{\text{по}}$;

– эксплуатационные $Z_{\text{пэ}}$;

– потери у крупных геологических нарушений $Z_{\text{пг}}$.

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 горные 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 ($Z_{\text{пр}}$), переход которых очистным комплексом затруднителен или невозможен.

Запасы шахтного поля можно определить по формуле

$$Z_{\text{к}} = \sum_{i=1}^n (S_i H_i m_i) \gamma_{\text{ср}}, \quad (1)$$

где $Z_{\text{к}}$ – категория запасов (геологические $Z_{\text{геол}}$, забалансовые $Z_{\text{заб}}$, балансовые $Z_{\text{бал}}$), т; S_i – размер i -го пласта в пределах шахтного поля по простиранию, м; H_i – то же по падению, м; m_i – мощность i -го пласта, м; $\gamma_{\text{ср}}$ – средняя плотность угля, т/м³; n – число пластов соответственно общее, забалансовых и балансовых.

Эта формула подходит для определения запасов шахтопластов, имеющих прямоугольную форму и выдержанные элементы залегания, а также будет использована в учебных целях. На шахтопластах неправильной формы и (или) с невыдержанными элементами залегания запасы определяют математическими методами по блокам, используя специализированные программы для ПК (рис. 18).

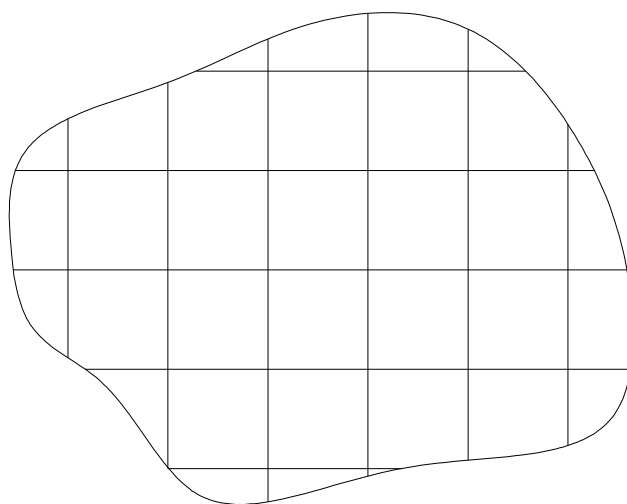


Рис. 18. Принцип определение запасов по подсчетным блокам

Подсчёт запасов на горном предприятии осуществляется согласно требованиям нормативных документов. Это функция маркшейдерской службы. Поэтому в рамках данной дисциплины будет использоваться упрощённая методика, основанная на вышеуказанной формуле.

2. Производственная мощность и срок службы шахты

Производственная мощность – это количество полезного ископаемого, добываемого в единицу времени. Применительно к угольным шахтам – это миллион тонн в год. Различают проектную и фактическую производственную мощность.

Проектная мощность – величина, обоснованная исходя из горно-геологических и горнотехнических условий, предполагаемых к использованию технологий и режима работы предприятия.

Существуют различные методики определения проектной производственной мощности.

Формула Анатолия Степановича Малкина:

$$A_{\Gamma} = k_{\text{н}}(k_{\text{пл}} + k_3) \sqrt{Z_{\text{пр}} \cdot \frac{\sum m_o}{\sum m} \cdot k_{\Gamma}}, \quad (2)$$

где A_{Γ} – проектная годовая производственная мощность, тыс. т; $k_{\text{н}}$ – коэффициент надежности; $k_{\text{пл}}$ – коэффициент, учитывающий число пластов; k_3 – коэффициент влияния нагрузки на очистной забой; $Z_{\text{пр}}$ – промышленные запасы, тыс. т; m_o – мощность одновременно разрабатываемых пластов; $\sum m$ – суммарная мощность рабочих пластов ($Z_{\text{бал}}$); k_{Γ} – коэффициент влияния глубины.

Формула Прокопия Зиновьевича Звягина:

$$A_{\Gamma} = \sqrt{\frac{C_1 \varphi^2 + E_{\text{н}} K'_1}{\frac{C_1}{Z_{\text{пр}}} + K'_{\text{пр}} E_{\text{н}} K''_2}}, \quad (3)$$

где C_1 , φ , K'_1 , K''_2 , $K'_{\text{пр}}$ – расчётные коэффициенты, характеризующие капитальные и эксплуатационные расходы; $E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капиталовложений ($E_{\text{н}} = 0,15$); $Z_{\text{пр}}$ – промышленные запасы, т.

Как правило, проектная производственная мощность округляется до сотен тысяч тонн ($2\,583\,845 \approx 2\,500\,000$ т).

На практике редко пользуются расчётными формулами для определения производственной мощности. Фактически собственник угольного предприятия указывает в задании на проектирование желаемую производственную мощность, а проектировщик закладывает инженерно-технические решения, способствующие

её достижению. Более подробная теория проектирования рассматривается в дисциплине "Проектирование шахт".

Фактическая производственная мощность определяется ежегодно как фактически добытое количество полезного ископаемого с учётом попутной добычи из проходческих забоев. Она может достигать проектного значения или быть меньше по каким-то причинам. Превышать проектное значение она не должна. Если ситуация на шахте позволяет добывать больше угля, чем проектная производственная мощность, то обязательно выполняется корректировка проектной документации, где обосновывается более высокая производственная мощность. Затем корректировка проекта утверждается в установленном порядке.

Срок службы шахты можно определить по формуле

$$T = T_p + t_0 + t_3, \quad (4)$$

где T – полный срок службы шахты, лет; T_p – расчётный срок службы шахты, лет; t_0 – срок освоения производственной мощности (срок строительства), лет; t_3 – период закрытия шахты.

Расчётный срок службы шахты – период, в течение которого шахта работает с проектной производственной мощностью.

Диаграмма зависимости годовой производственной мощности от срока службы в классическом виде представлена на рис. 19.

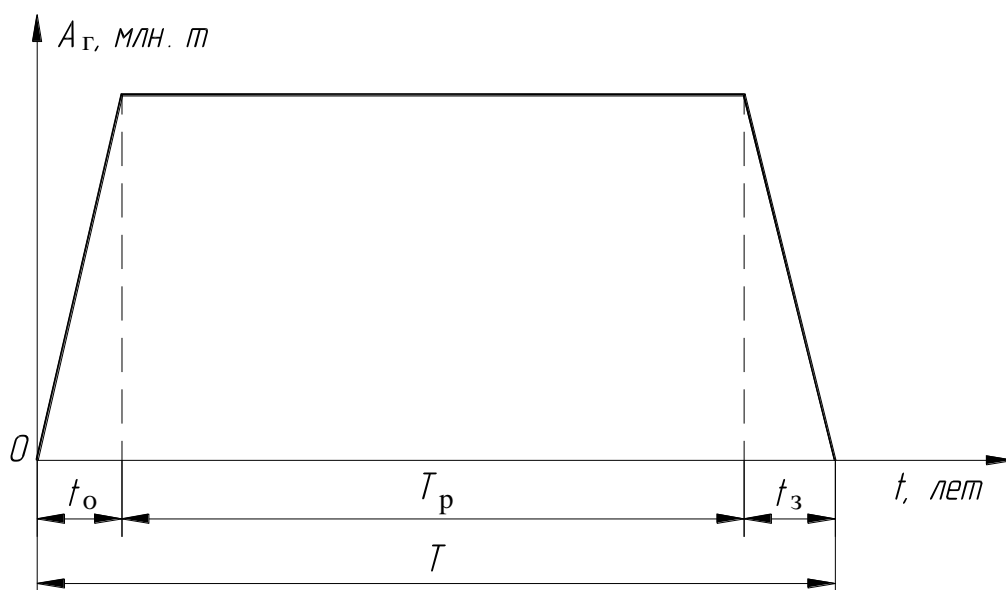


Рис. 19. Диаграмма зависимости годовой производственной мощности от срока службы в классическом виде

Диаграмма на рис. 19 подходит для угольных шахт, на которых предполагается наличие нескольких одновременно действующих очистных забоев. Она отражает постепенный выход на производственную мощность, по мере введения забоев в эксплуатацию, и постепенное снижение производственной мощности, по мере сокращения числа забоев при закрытии шахты. Для шахт, на которых предполагается наличие одного действующего очистного забоя, эта зависимость имеет другой вид (рис. 20).

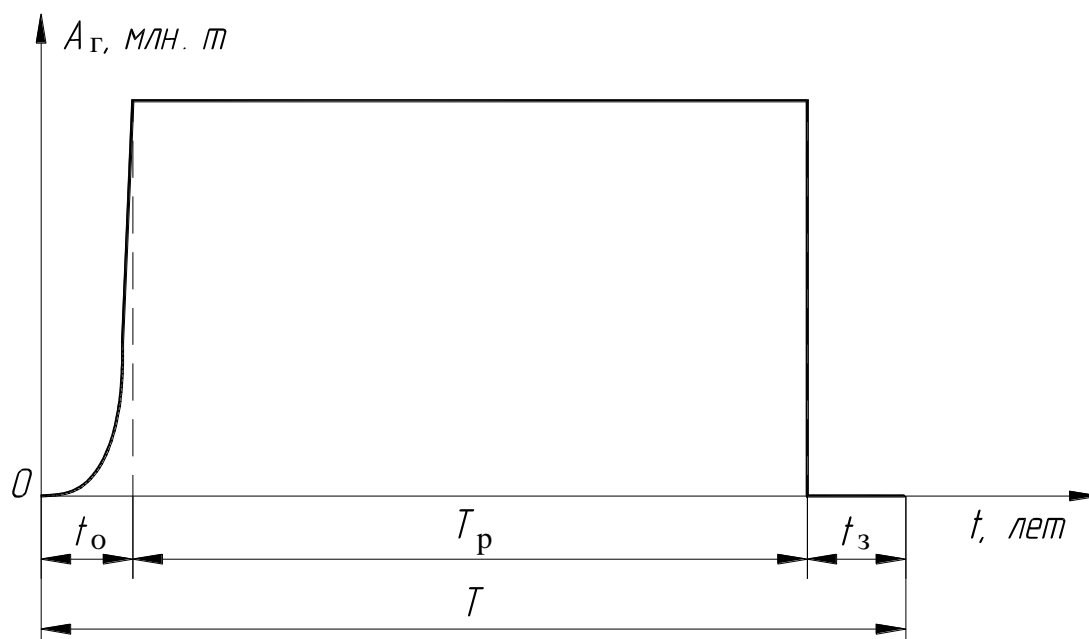


Рис. 20. Диаграмма зависимости годовой производственной мощности от срока службы при наличии одного действующего очистного забоя

В настоящее время полный срок службы шахты, как технологический параметр, не имеет существенного значения, как во времена плановой социалистической экономики. Срок, в течение которого могут вестись горные работы, устанавливается лицензией. Наибольшее практическое значение имеет срок отработки шахтопласта или выемочного поля. Его необходимо знать для своевременной подготовки следующей части шахтного поля.

3. Стадии разработки пластовых месторождений

3.1. Основные понятия о стадиях разработки

Добыча твердых полезных ископаемых подземным способом предполагает три основных стадии: вскрытие, подготовку и

очистные работы. Совместно эти три стадии называют разработкой месторождения полезных ископаемых.

Вскрытием называют проведение горных выработок, обеспечивающих доступ к месторождению полезных ископаемых с земной поверхности. Вскрывающими выработками являются стволы (вертикальные, наклонные), 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 при ее реконструкции (изначально вскрывается часть запасов шахтного поля, затем другая часть).

Вскрывающие выработки, как правило, крепятся бетонной, 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.

После вскрытия месторождения осуществляется его подготовка. Подготовка – это проведение комплекса горных выработок, обеспечивающих ведение очистных работ. Подготовительные выработки: штреки, бремсберги, уклоны, ходки, печи и др.

Для крепления большинства подготовительных выработок используют анкерную крепь, однако широкое применение имеет и металлическая рамная крепь с железобетонной затяжкой (штреки общепластового значения, бремсберги и уклоны).

Сеть подготовительных выработок должна обеспечивать:

- создание условий для монтажа очистного оборудования и его дальнейшей работы;
- транспортную связь между забоями и вскрывающими выработками;
- пропуск в забои необходимого количества воздуха;
- удаление воды из горных выработок;
- подачу пневмо- и электроэнергии.

Подготовка, как стадия, осуществляется весь период отработки запасов. Запасы подготавливают к выемке по частям. По

мере отработки одной части шахтного поля подготавливают следующую. Различают запасы, подготовленные и готовые к выемке. Подготовленные – такие запасы, для которых подведены следующие подготовительные выработки: пластовые транспортные, воздухоподающие, вентиляционные штреки, наклонные пластовые выработки. Готовые к выемке – это запасы, для которых подведены все без исключения подготовительные выработки, в том числе "нарезные" (оконтуривающие выемочные столбы) и монтажные камеры, а также смонтировано оборудование, позволяющее вести очистные работы.

Очистные работы – основная стадия разработки, в течение которой происходит непосредственное извлечение из недр полезных ископаемых (массовая отбойка). Период работы очистных забоев называется периодом эксплуатации месторождения. В период эксплуатации полезные ископаемые добывают главным образом в очистном забое и частично в подготовительных (проходческих) забоях пластовых выработок.

Вскрытие, подготовка и очистные работы формируют технологическую схему шахты. Технологическая схема шахты – это комплекс различных выработок и поверхностных сооружений, позволяющих осуществлять основные и вспомогательные производственные процессы.

3.2. Вскрытие пластовых месторождений

3.2.1. Основные понятия о вскрытии шахтного поля

Различают способы и схемы вскрытия.

Способ вскрытия – это совокупность основных вскрывающих выработок в шахтном поле с учётом 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 учётом 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 (два 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 следующие факторы: параметры шахтного поля, рельеф поверхности, горно-геологическая и горнотехническая характеристика пластов и вмещающих пород, производственная мощность шахты.

Основные требования к схемам вскрытия: обеспечение безопасности горных работ, минимальный объём вскрывающих выработок, минимальные первоначальные затраты на строительство шахты, быстрейший ввод в эксплуатацию очистного забоя, возможность применения однотипного транспорта по горным выработкам, обеспечение надежной схемы проветривания (в т. ч. в перспективе), обеспечение выемочной ступени достаточно большими запасами.

В нормативных документах содержится множество требований по вскрытию в целом и вскрывающим выработкам в частности. Далее представлены некоторые требования Правил безопасности в угольных шахтах [3] (ПБ).

П. 42. На шахте должно быть не менее двух (основной и запасной) отдельных выходов на поверхность, оборудованных для передвижения (перевозки) людей. На каждом горизонте шахты должно быть не менее двух (основной и запасной) отдельных выходов на вышележащий (нижележащий) горизонт или поверхность, приспособленных для передвижения (перевозки) людей.

Горные выработки, оборудованные для передвижения (перевозки) людей на поверхность (с горизонта на горизонт), должны иметь разное направление движения вентиляционных струй. Две и более выработок, по которым вентиляционная струя движется в одном направлении, являются одним запасным выходом.

П. 478. Вскрытие и подготовку пластов угля, склонных к самовозгоранию, осуществляют горными выработками, пройденными по породам.

Требования при вскрытии пластов, склонных к самовозгоранию, изложены также в "Инструкции по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса" [4] и др.

Для месторождений, опасных по газодинамическим явлениям, также существуют специальные требования по вскрытию, которые изложены, кроме ПБ, в "Инструкции по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа (РД 05-350-00)" [5] и "Инструкции по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам (РД 05-328-99)" [6]. Детально эти требования рассматриваются при изучении дисциплины "Управление состоянием массива горных пород".

В ПБ подробно оговаривается (раздел VI) обустройство вскрывающих выработок (конструкция ходовых отделений, защита от падения людей и т. д.).

3.2.2. Вскрывающие выработки

Вскрывающие выработки классифицируются по наличию непосредственного выхода на земную поверхность, типу транспорта и положению в пространстве (рис. 21). Основные вскрывающие выработки имеют непосредственный выход на земную поверхность. Дополнительные вскрывающие выработки не имеют непосредственного выхода на земную поверхность.

В зависимости от преобладающего типа транспорта в выработке (основного назначения) вскрывающие выработки подразделяют на главные и вспомогательные.

Главные выработки – выработки, по которым осуществляется транспорт полезных ископаемых (горной массы). Вспомогательные – по которым осуществляется вспомогательный транспорт (люди, оборудование, крепь и т. д.), проходит воздух для проветривания забоев.

Как и все горные выработки, вскрывающие выработки также подразделяют на группы по положению в пространстве (вертикальные, наклонные, горизонтальные). Также принято дополнительные вскрывающие выработки классифицировать в зависимости от срока службы этой выработки и обслуживаемой этой выработкой части шахтного поля на капитальные, горизонтные, этажные, блоковые, промежуточные.

Вертикальные стволы в отечественной угольной промышленности сооружаются круглой формы поперечного сечения, с монолитной бетонной или железобетонной крепью.

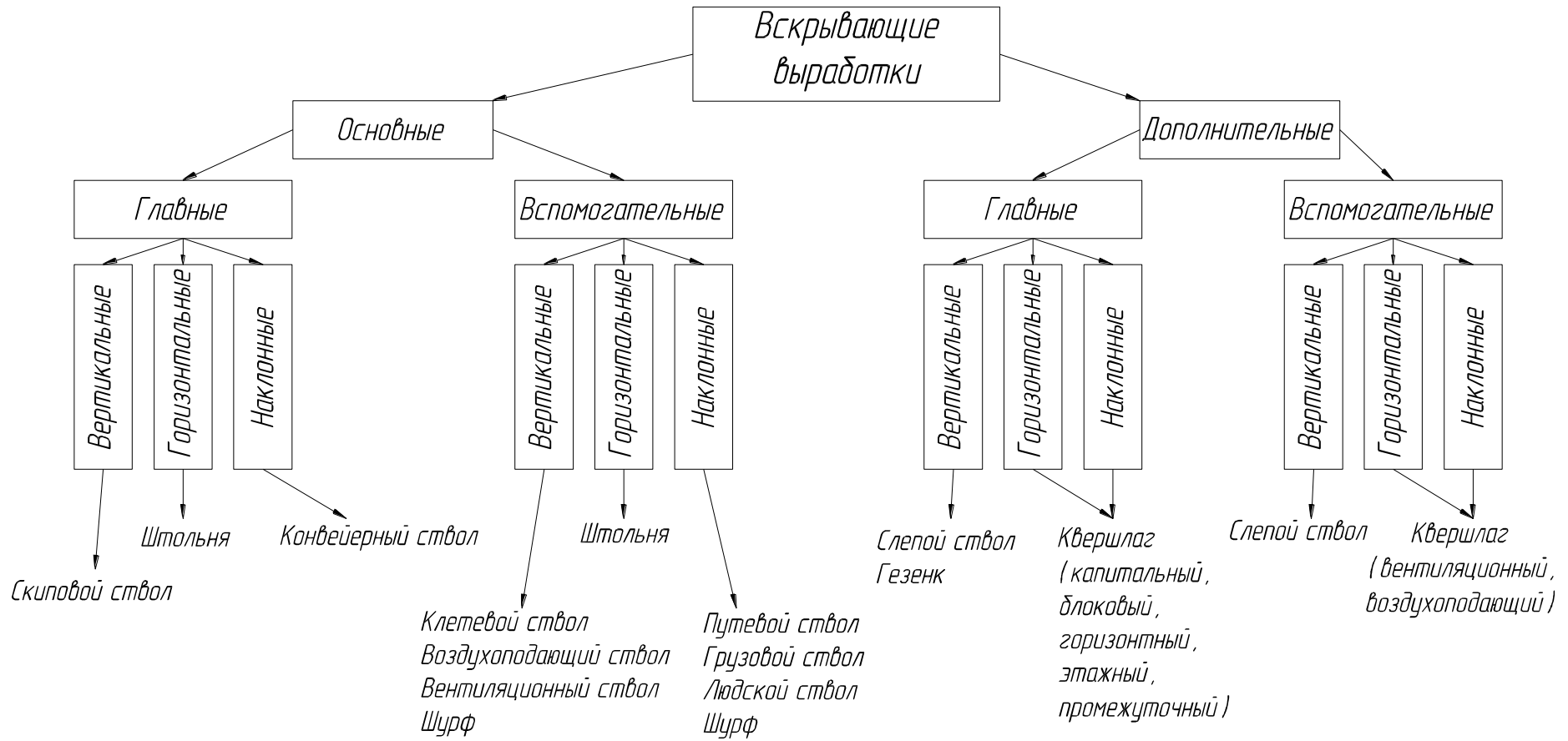


Рис. 21. Классификация вскрывающих выработок

При определении требуемой площади сечения ствола учитывается количество воздуха, которое будет проходить по нему, и подъемно-транспортное оборудование, предполагаемое к установке. Площадь сечения скипового ствола определяется исходя из требуемых размеров скипов, их количества. Эти показатели зависят от требуемой производительности подъема, которая, в свою очередь, зависит от суточной производственной мощности шахты.

Далее представлены примеры компоновки скиповых стволов:

– 2 скипа для угля, 1 для породы с противовесом, 2 подъемные машины;

– 2 скипа для угля с противовесами, 1 для породы с противовесом, 3 подъемные машины;

– 2 скипа для угля, 2 для породы, 2 подъемные машины.

Диаметр скиповых стволов, как правило, 6÷8 м. Емкость скипов 11÷35 м³.

Для клетевых стволов (воздухоподающих) главным фактором при определении площади поперечного сечения является количество воздуха, которое необходимо подавать по стволу в шахту. В тех случаях, когда по фактору проветривания не требуется большое сечение, выполняют расчёт для определения размера (площади) клетки в зависимости от числа рабочих, спускающихся в шахту. Если требуется клеть большого размера, принимают диаметр ствола больший, чем требуется по фактору прохода воздуха.

Существуют следующие виды компоновки клетевых стволов:

– одноклетевые с противовесом, 1 подъемная машина;

– двухклетевой, 1 подъемная машина;

– 3 клетки, один противовес, 2 подъемные машины;

– скипо-клетевой: 2 клетки, 2 скипа, 2 подъемные машины.

Площадь сечения воздухоподающих стволов, так же как и других горных выработок, определяют в зависимости от предполагаемого к проходу по стволу количества воздуха и максимально допустимой по ПБ скорости движения воздуха:

$$S_{\text{ствр}} = \frac{Q_{\text{ш}}}{60 \cdot V_c}, \quad (5)$$

где $S_{\text{ствр}}$ – расчетная площадь сечения воздухоподающих основных выработок в свету, м²; $Q_{\text{ш}}$ – расход воздуха для шахты в це-

лом, м³/мин; V_c – допустимая по ПБ скорость движения воздуха по основной воздухоподающей выработке, м/с.

Для упрощённого расчёта $Q_{ш}$ воспользуемся формулой, основанной на требованиях руководства [7]

$$Q_{ш} = 1,1 \cdot \sum Q_{уч} \cdot K_3, \quad (6)$$

где $Q_{ш}$ – расход воздуха для шахты в целом, м³/мин; 1,1 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения воздуха по сети горных выработок; $\sum Q_{уч}$ – расход воздуха для проветривания выемочных участков по метану (углекислому газу), м³/мин; K_3 – коэффициент, учитывающий расход воздуха для других потребителей: проветривание подготовительных забоев, обособленных камер, утечки, проветривание поддерживаемых и погашаемых горных выработок ($K_3 = 2,5 \div 3,3$).

У стволов существуют типовые значения площади поперечного сечения, поэтому расчётную площадь ствола округляют в большую сторону до типового значения. Подробнее методика расчёта $Q_{ш}$ (в частности определение количества воздуха для разных целей проветривания) рассматривается при изучении дисциплины "Аэрология горных предприятий".

Конвейерные стволы проводятся, как правило, под углом до 18°. Крепятся анкерной, рамной крепью с железобетонной затяжкой или железобетонной крепью.

П. 135 (ПБ). Проветривание транспортных горных выработок, оборудованных ленточными конвейерами, предназначенными для транспортирования угля между выемочным участком и околоствольным двором или поверхностью, должно осуществляться обособленной струей свежего воздуха или исходящей струей воздуха.

Другими словами, по конвейерным выработкам (в т. ч. и стволу) проходит, как правило, небольшое количество воздуха для обособленного проветривания только самой выработки. Поэтому определяющими факторами при расчёте площади поперечного сечения являются габариты устанавливаемого оборудования и минимально допустимые по ПБ зазоры и проходы.

Как правило, устанавливают мощные конвейеры с шириной ленты 1200 мм и более. Современные конвейерные стволы могут

иметь большую протяжённость (более 1 км), поэтому для обслуживания конвейерной линии, ремонта ствола и т. д. конвейерный ствол целесообразно оборудовать средством вспомогательного транспорта (монорельсовой дорогой, напочвенным путем).

П. 302 (ПБ). В наклонных горных выработках, оборудованных конвейерами, разрешается настилка рельсового пути и установка лебедок, предназначенных для транспортирования материалов и оборудования, необходимых при проведении и ремонте этих горных выработок и конвейеров. Для исключения одновременной работы конвейера и лебедки устанавливают соответствующие электрические блокировки.

Угол наклона вспомогательный наклонных стволов до 25°. Крепь – арочная с железобетонной затяжкой, железобетонная или анкерная. Площадь сечения наклонных вспомогательных стволов определяют также по фактору проветривания и размерам транспортного оборудования. Так как эти стволы предназначены для подачи воздуха в шахту, определяющим является, как правило, предполагаемое к проходу по стволу количество воздуха.

В случае оборудования напочвенного рельсового пути для транспортировки людей и грузов требуются отдельные наклонные стволы, людской и грузовой. Основные требования по перевозке людей и грузов в наклонных стволах представлены в разделах XXV и XXVI ПБ. Транспортировка людей осуществляется в специальных вагонетках для наклонных выработок. Грузы перемещают в вагонетках, используемых и в горизонтальных выработках.

П. 211 (ПБ). Запрещается прицепка грузовых вагонеток к составам поездов, перевозящих персонал.

Если вспомогательный наклонный ствол оборудован монорельсовой дорогой, то допускается по этой дороге перемещение людей и грузов. Следует учитывать, что перемещение людей с помощью монорельсовой дороги наиболее подходит для участковых целей. Если по наклонному стволу предполагается спуск – подъём людей для всей шахты (до 100 человек и более), то целесообразней соорудить подъёмную установку с напочвенными рельсовыми путями, а далее перемещать людей до участков монорельсовым транспортом.

Подачу свежего воздуха, как правило, организуют по людскому стволу. Это связано с тем, что надшахтное здание людского

ствола более герметизировано по сравнению с надшахтным зданием грузового ствола, что минимизирует внешние утечки воздуха.

Следует учитывать при выборе схемы вскрытия, что максимальное типовое сечение вертикального воздухоподающего ствола $50,26 \text{ м}^2$ (ствол диаметром 8 м), а максимальное сечение наклонных стволов, как правило, не превышает 19 м^2 . Поэтому, если для проветривания шахты требуется большое количество воздуха, то целесообразно проводить вертикальный воздухоподающий ствол.

Для проведения вертикальных стволов в отечественной угольной промышленности применялся буровзрывной способ. После 2000 г. проведение вертикальных стволов на шахтах Кузбасса практически не осуществлялось. Это связано со следующими причинами:

- в период упадка угольной промышленности (девяностые годы прошлого века) в Кузбассе перестала существовать система шахтостроительных управлений, которая занималась проведением вертикальных стволов;

- вертикальные стволы имеют ряд недостатков по сравнению с наклонными, поэтому современные технологические схемы неглубоких шахт (глубиной менее 500 м) по мере возможности конструируют без применения вертикальных стволов, чтобы исключить эти недостатки.

Основные недостатки вертикальных стволов: высокая стоимость проведения (при БВР), более длительный срок проведения, цикличность подъёмных операций.

Достоинства вертикальных стволов: большая площадь поперечного сечения (основное достоинство), минимальные затраты на поддержание крепи в течение срока службы, в вертикальном вспомогательном стволе (клетевом) возможно перемещение и людей, и грузов.

В перспективе применение вертикальных стволов наиболее целесообразно при вскрытии запасов на глубине более 500 м. В последнее время в отечественной угольной промышленности стали применяться технологии проведения вертикальных стволов специальными буровыми установками. Они позволяют осуществлять проведение вертикальных стволов диаметром в несколько

метров с относительно высокой скоростью и низкой себестоимостью и трудоемкостью по сравнению с БВР.

Водоотлив (откачка воды на поверхность) осуществляется по вспомогательным стволам (клетевому, грузовому, людскому).

Наиболее простой и экономичный способ вскрытия – штольнями. Однако он имеет ограниченное применение и используется для вскрытия шахтного поля в горной местности, где часть запасов расположена выше преобладающей отметки поверхности.

Шурфы в основном используются для выдачи исходящего воздуха из выемочного поля, как запасной выход из шахты и как выработка для спуска – подъёма людей и грузов на участках шахтного поля, отдаленных от основной промплощадки. Наибольшее распространение получили наклонные шурфы. Доставка до шурфа по поверхности осуществляется автомобильным транспортом. Крезь шурфа такая же, как у выработки, продолжением которой он является (ходок бремсберга). В случае особо низкой устойчивости наносов сооружается монолитная железобетонная крепь. Угол наклона шурфа, как правило, больше, чем у ходка.

Квершлагги, как правило, крепятся арочной или железобетонной крепью, площадь сечения до $19,2 \text{ м}^2$ (ГОСТ Р 51748–2001) [8]. Виды квершлаггов по фактору осуществления в них главного транспорта:

- капитальный (служит весь срок отработки запасов шахтного поля);
- горизонтный (служит в течение периода отработки выемочной ступени);
- этажный (служит в течение периода отработки этажа на пласте крутонаклонного (крутого) падения);
- блоковый (служит в течение периода отработки блока);
- промежуточный (обслуживает выемочное поле).

Расположение стволов относительно шахтного поля

Вертикальные стволы при вскрытии пластов пологого и наклонного залегания могут располагаться в "висячем" боку свиты пластов, "лежащем" боку свиты и внутри свиты (рис. 22).

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

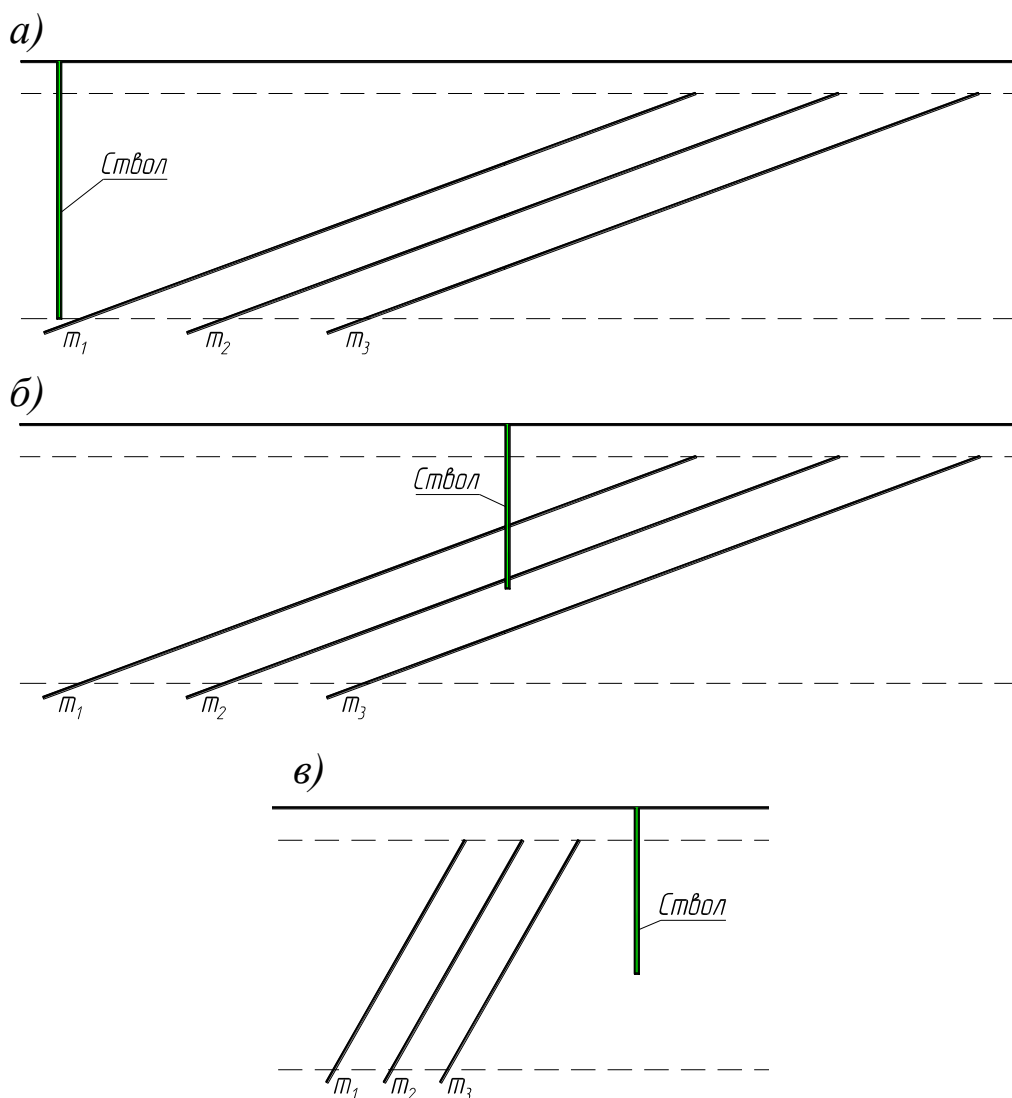


Рис. 22. Расположение вертикальных стволов относительно шахтного поля:

а – в "висячем" боку; *б* – внутри свиты; *в* – в "лежащем" боку

Расположение в свите целесообразно, если ствол будет обслуживать первую (бремсберговую) выемочную ступень. При таком расположении на пластах необходимо оставлять охранные целики (общешахтные потери), длина квершлага будет минимальная.

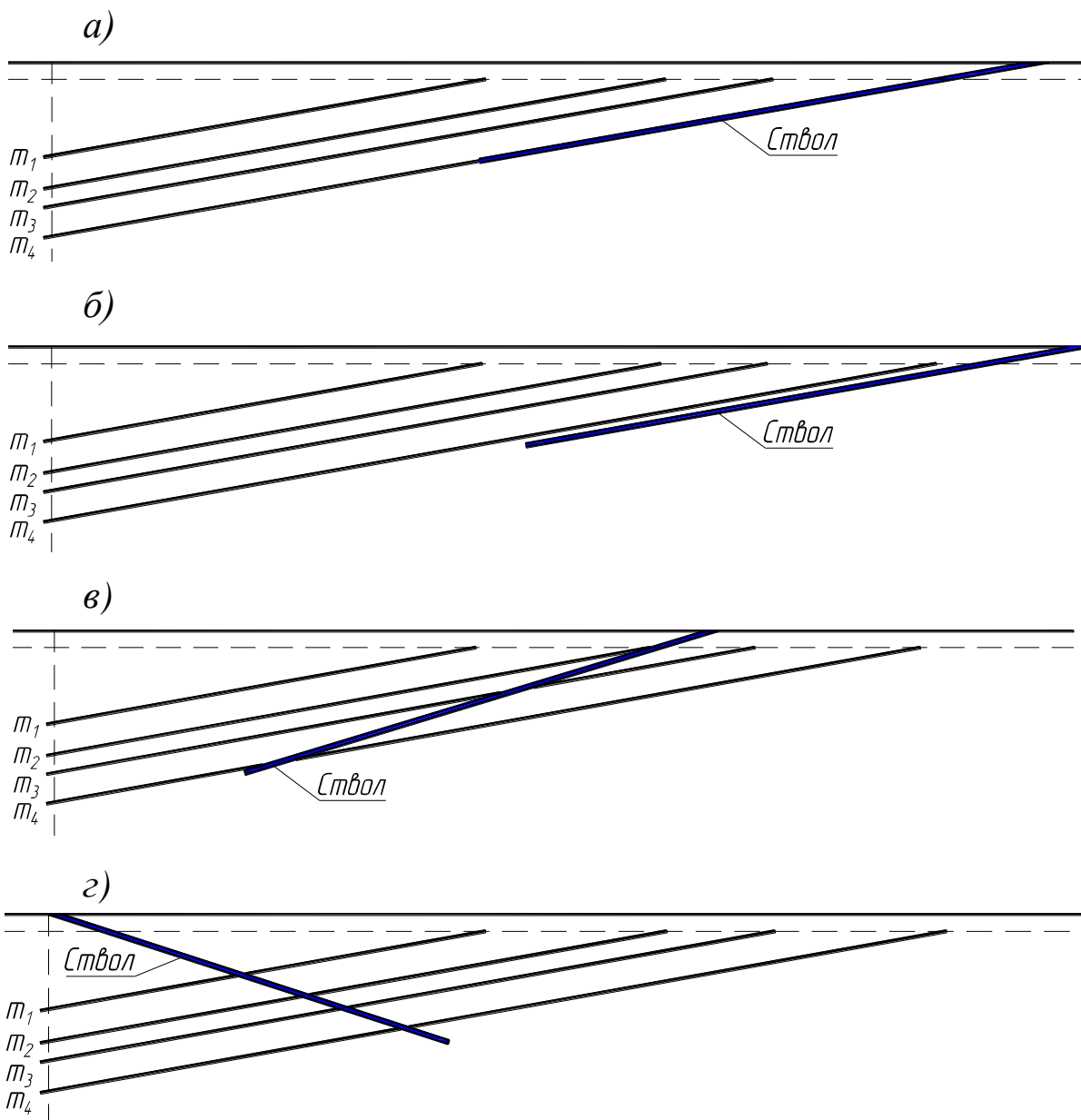
При расположении ствола за свитой пластов в "лежащем" боку минимальны общешахтные потери угля в целиках, однако значительно увеличивается длина квершлага.

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

Наклонные стволы располагаются (рис. 23):

– вдоль линии падения по пласту или вмещающим породам;

- под углом к линии падения пласта;
- вкрест линии падения пласта из "висячего" бока свиты.



*Рис. 23. Расположение наклонных стволов относительно шахтного поля:
 а – вдоль линии падения по пласту; б – вдоль линии падения по вмещающим породам; в – под углом к линии падения пласта; г – вкрест линии падения из "висячего" бока свиты*

Вариант *а* применяют на пластах, не склонных к самовозгоранию. По мере возможности стволы располагаются по нижнему пласту свиты (для исключения подработки), а также по пласту нерабочей мощности (упрощается поддержание ствола). Остальные варианты применяют как для вскрытия пластов склонных, так не склонных к самовозгоранию.

Также существуют различные схемы взаимного расположения воздухоподающих и вентиляционных стволов в шахтном поле, с точки зрения схемы проветривания шахты (рис. 24).

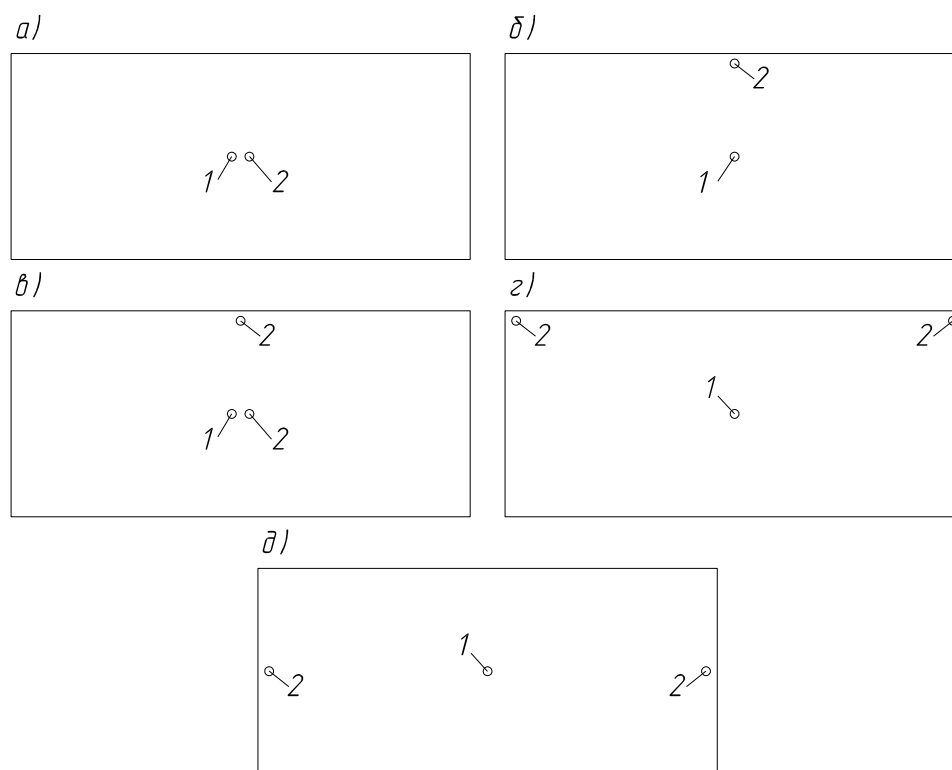


Рис. 24. Взаимное расположение воздухоподающих и вентиляционных стволов в шахтном поле:

а – центрально-сдвоенное; б – центрально-отнесенное; в – комбинированное; г – фланговое диагональное; д – фланговое; 1 – воздухоподающий ствол; 2 – вентиляционный ствол

Вместо вентиляционного ствола может быть шурф или вентиляционная скважина. Название схемы при этом не меняется.

При центрально-сдвоенном расположении (рис. 24, а) у воздухоподающего и вентиляционного ствола общая промплощадка. Стволы проведены на расстоянии 30÷50 м друг от друга. Такую схему имели многие шахты, введенные в эксплуатацию несколько десятков лет назад. Это были клетевой и скиповой стволы. Такая схема была заложена при строительстве шахт и в настоящее время она модернизирована.

Центрально-отнесённая схема (рис. 24, б) также в основном характерна для давно действующих шахт. Одной из её особенностей является то, что вентиляционный ствол имеет небольшую длину и проведён от поверхности до верхней границы шахтного

поля (шахтопласта). В настоящее время данная схема может быть использована для проветривания первой выемочной ступени.

Комбинированная схема (рис. 24, в) содержит характерные особенности первой и второй схем.

Фланговые схемы проветривания в настоящее время получили наибольшее распространение (рис. 24, г, д). Они имеют несколько модификаций. Кроме облегчения проветривания шахты фланговые выработки несут функцию запасных аварийных выходов.

3.2.3. Схемы вскрытия

Представленные в этом разделе чертежи имеют условные допущения. Например, стрелки, обозначающие транспорт угля и проветривание, показаны одновременно для бремсберговой и уклонной части. Строго говоря, каждый эксплуатационный период отработки шахтного поля должен отражаться на отдельном чертеже (рассматривается в лабораторной работе). На одном чертеже затруднительно корректно показать все этапы изменения технологической схемы шахты, например для пяти эксплуатационных периодов (даже в цветном варианте).

При проектировании схемы вскрытия рекомендуется использовать положения временных норм технологического проектирования [1].

Схема вскрытия свиты пластов 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. 25). В этом случае целесообразно отрабатывать 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. Для уклонной части шахтного поля наиболее эффективной и безопасной является бремсберговая схема проветривания (подача свежего воздуха с нижней точки уклона в восходящем порядке). Один из вариантов модернизации "классической" схемы вскрытия – проведение специального воздухоподающего ствола для проветривания уклонной части.

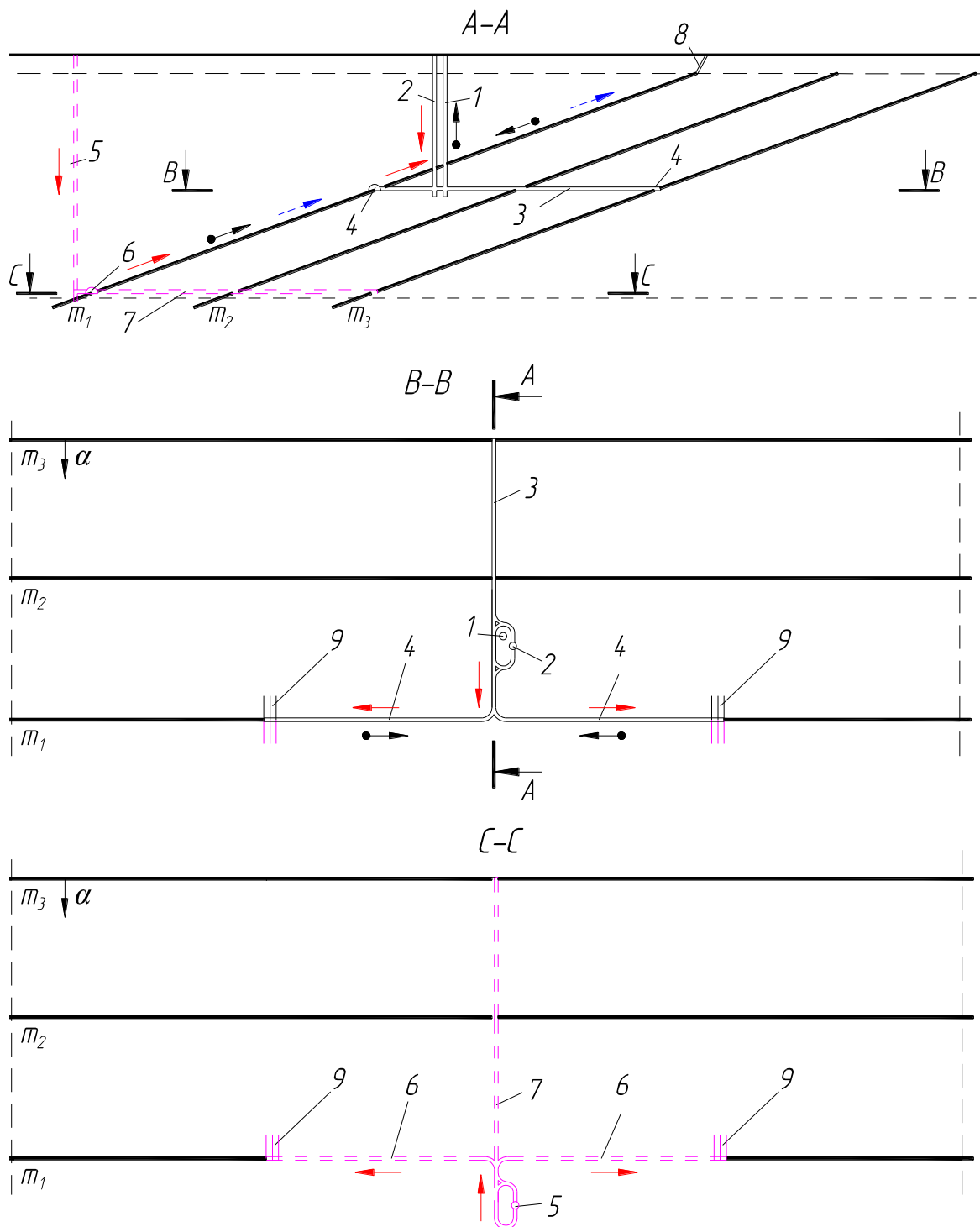


Рис. 25. Схема вскрытия свиты пластов вертикальными стволами с капитальным квершлагом и проветривание уклонной части через воздухоподающий ствол:

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)

В период строительства шахты требуется проведение скипового, клетового ствола, шурфа и капитального квершлага. Этих вскрывающих выработок достаточно для осуществления проветривания шахты и транспортных операций при отработке первой выемочной ступени (бремсберговой части) пласта m_1 (1 эксплуатационный период).

Наиболее оптимальный вариант отработки частей шахтного поля при такой и аналогичных схемах (если сооружается капитальный квершлаг и воздухоподающий ствол) – отработка бремсберговых частей пластов m_1 , m_2 , m_3 , затем уклонных частей пластов m_1 , m_2 , m_3 . Для начала отработки пласта m_1 проводят квершлаг (только до этого пласта) и шурф. 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 эксплуатационные периоды). От этих пластов проводят шурфы. К окончанию доработки запасов бремсберговой части необходимо провести воздухоподающий ствол для проветривания уклонной части (4 эксплуатационный период), а затем вскрыть квершлагом уклонные части пластов m_2 и m_3 (5 и 6 эксплуатационные периоды).

Вариант схемы изображён 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 расчёте площади поперечного сечения воздухоподающего ствола необходимо учитывать максимальную газоносность шахтопластов, т. е. на нижней границе шахтного поля.

Воздухоподающий горизонт не оборудуется средствами главного транспорта, т. к. выдача полезного ископаемого осуществляется по уклонам 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 свиты пластов вертикальными стволами с горизонтными квершлагами

Данная схема вскрытия применяется на пологих и наклонных пластах со значительным размером шахтного поля по падению. В рассматриваемом 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), шурф и горизонтный квершлаг первого транспортного горизонта. Оработка первой выемочной ступени осуществляется аналогично выше рассмотренной схеме вскрытия.

После доработки запасов первой выемочной ступени производят углубку стволов до нижней границы шахтного поля (до отметки второго горизонта) и сооружают там новый транспортный горизонт. Этот период называют реконструкцией шахты. Невозможно совмещать основные транспортные операции в стволах и их углубку, поэтому добыча полезного ископаемого в период реконструкции не осуществляется. При отработке запасов второй выемочной ступени полезные ископаемые транспортируют вниз на второй транспортный горизонт, свежий воздух подается по углубленному клетевому стволу 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.

Такая схема вскрытия характерна, например, для ряда шахт Ленинск-Кузнецкого района. На них производилась углубка стволов и сооружение нового транспортного горизонта (ш. Полысаевская, ш. им. С. М. Кирова и др.).

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

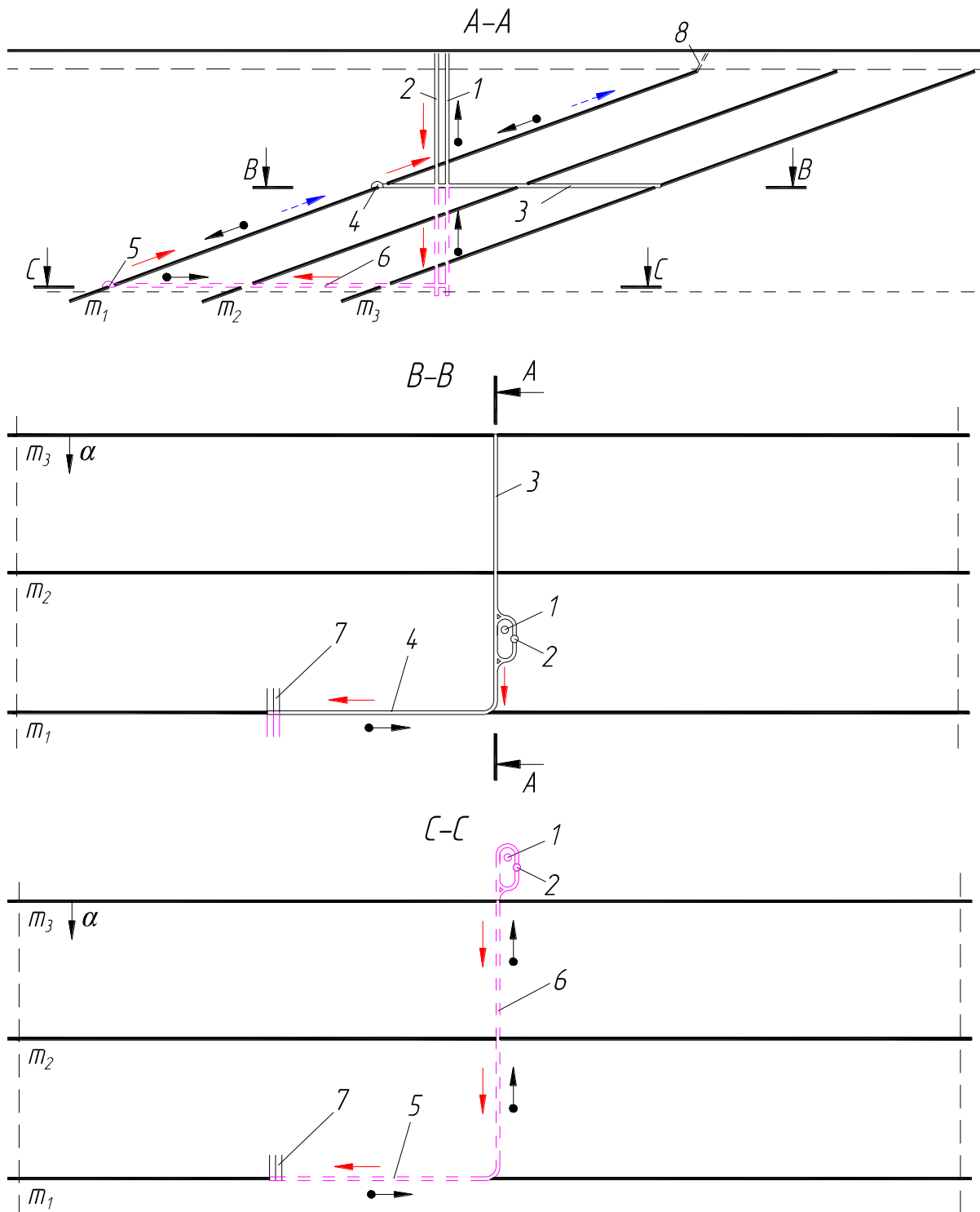


Рис. 26. Схема вскрытия вертикальными стволами с горизонтными квершилами:

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

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

Схема вскрытия свиты пластов 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 трёх наклонных стволов (главный и два вспомогательных) до отметки транспортного горизонта. Располагать наклонные стволы целесообразно таким образом, чтобы исключить вероятность их подработки и в то же время не оставлять на пластах больших целиков для охраны этих стволов. С этой точки зрения наиболее оптимальное место в почве нижнего пласта свиты или по нижнему пласту.

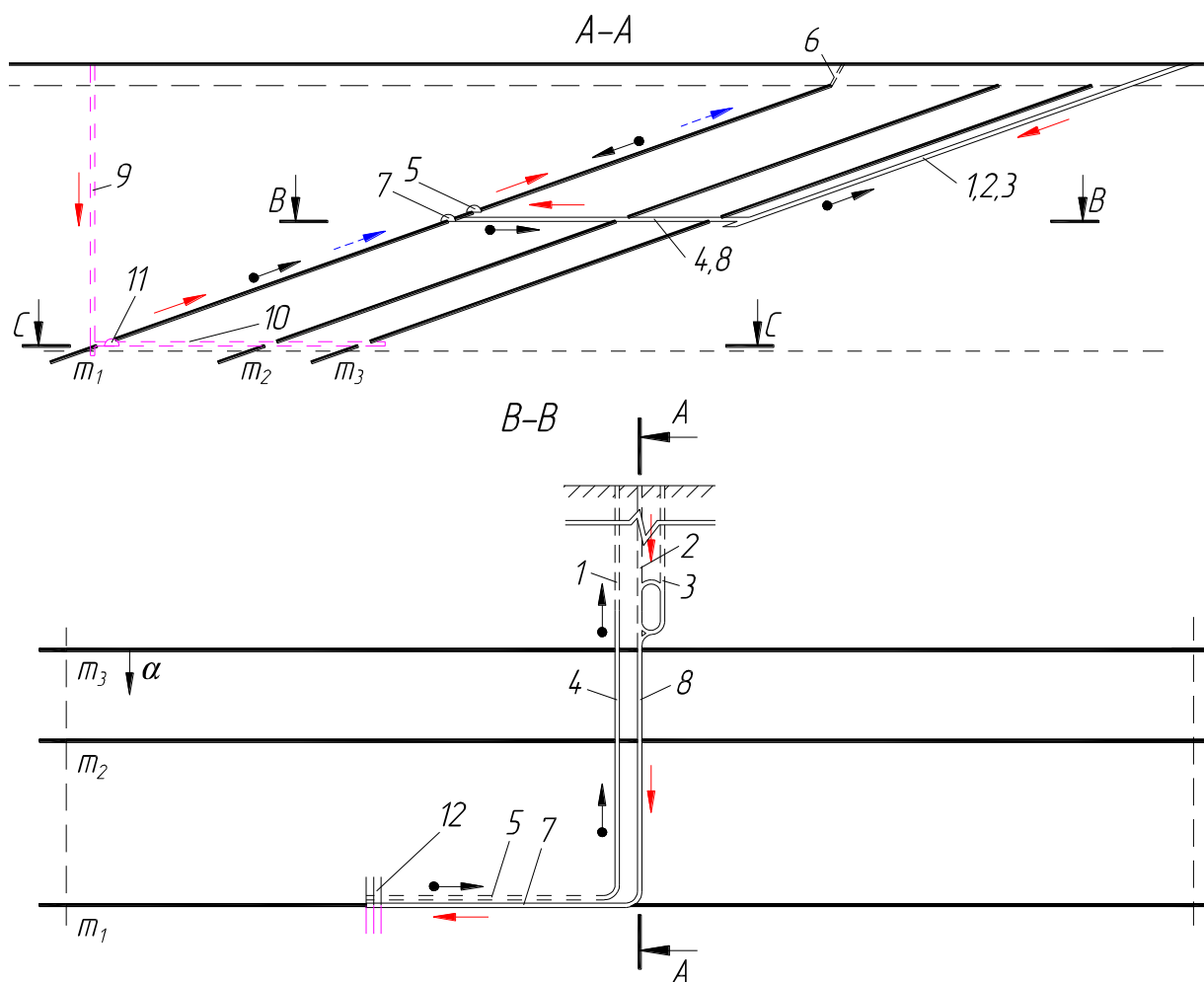


Рис. 27. Схема вскрытия наклонными стволами с капитальным квершлагом и проветривания уклонной части через воздухоподающий ствол

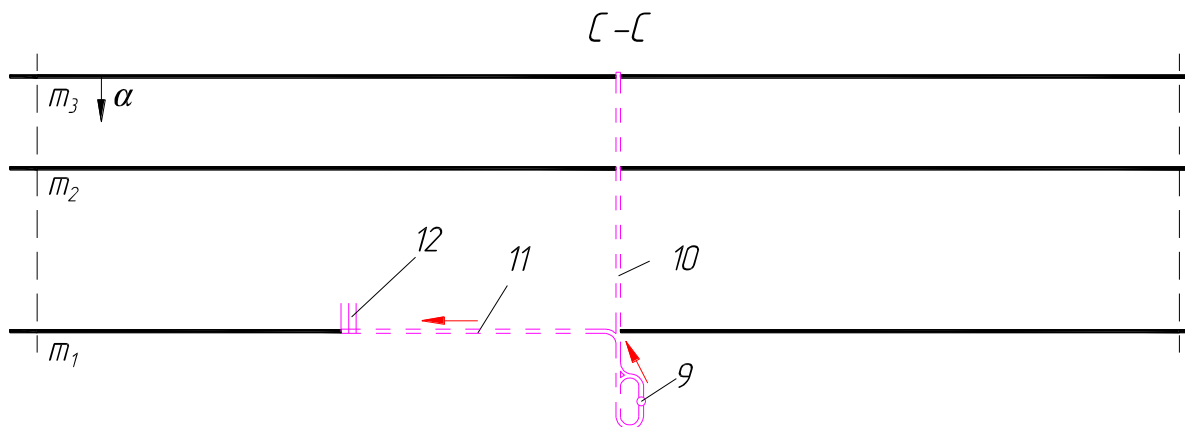


Рис. 27. Продолжение:

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

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 независимо от варианта следующие основные достоинства: возможность полной конвейеризации транспорта полезного ископаемого от забоя до поверхности; возможность доставки вспомогательных грузов от поверхности до забоев без перегрузки.

Вскрытие штольнями

Вскрытие штольнями применяется в гористой местности, когда шахтное поле расположено выше преобладающего уровня (отметки) дневной поверхности (рис. 28).

Штольня проводится с уклоном в сторону выхода на дневную поверхность, обеспечивающим движение воды самотеком и облегчающим транспортировку полезного ископаемого. В рассматри-

ваемом варианте пласты имеют одну выемочную ступень (бремсберговую). Транспорт полезного ископаемого и проветривание аналогичны предыдущим схемам вскрытия с капитальным квершлагом. Штольни проводят перпендикулярно линии простирания пластов или под другим углом к ней. Вскрытие штольнями имеет преимущества относительно вскрытия стволами:

- отсутствует необходимость в подъемных установках;
- более простая схема транспорта и проветривания;
- более простой технологический комплекс поверхности шахты (отсутствуют здания подъемных установок);
- значительно меньшие затраты на водоотлив, т. к. нет необходимости в сооружении наносных установок главного водоотлива для выкачивания воды из шахты по трубам.

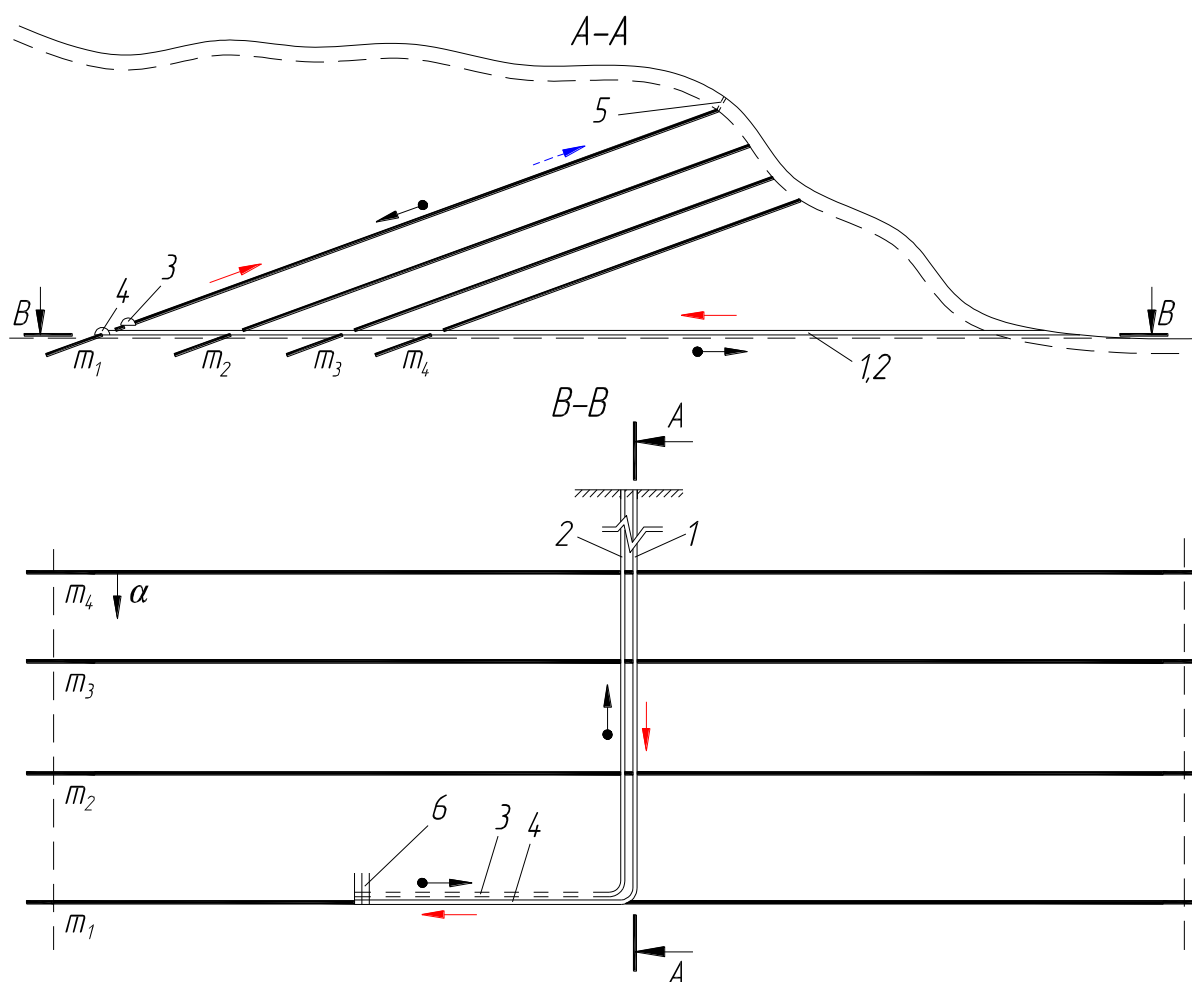


Рис. 28. Вскрытие штольнями:

1, 2 – главная и вспомогательная штольня; 3, 4 – пластовой конвейерный и воздухоподающий штрек; 5 – шурф (проекция); 6 – устья наклонных пластовых выработок

Комбинированные схемы вскрытия

Схема вскрытия штольнями и слепым стволом

Данная схема вскрытия применяется в гористой местности для шахтных полей, где часть запасов расположено выше, а часть ниже преобладающей отметки земной поверхности (рис. 29). Первая выемочная ступень обрабатывается как бремсберговая. По мере её доработки необходимо провести воздухоподающие выработки 5, 6, 7 обеспечивающие восходящее проветривание второй выемочной ступени (уклонной).

Слепой воздухоподающий ствол 5 проводится от вспомогательной штольни на нижнюю границу шахтного поля. Для обеспечения необходимой депрессии при отработке уклонной части на устье слепого ствола может понадобиться установка вентилятора. При наличии механизированного подъёма или хотя бы лестничного отделения слепой ствол может служить дополнительным выходом из уклонной части шахтного поля.

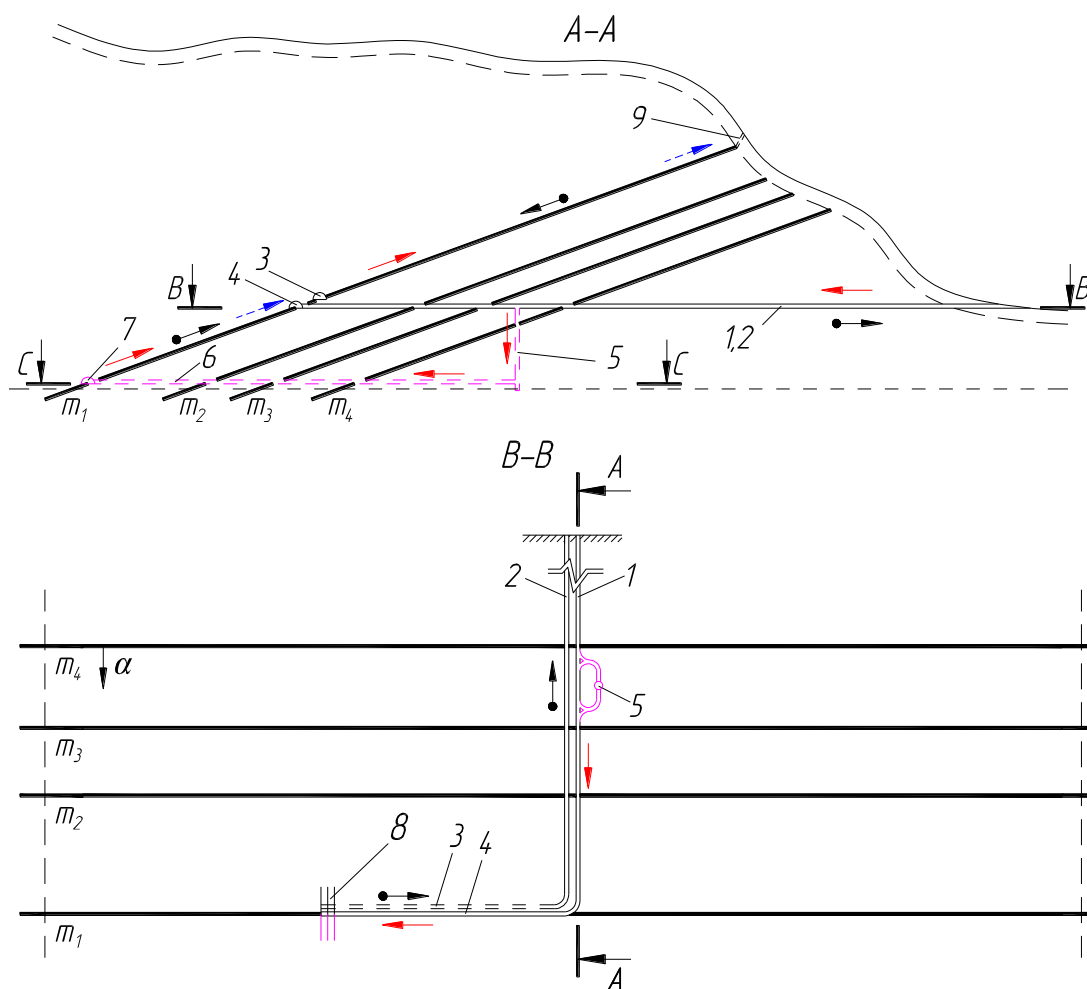


Рис. 29. Комбинированная схема вскрытия штольнями и слепым стволом

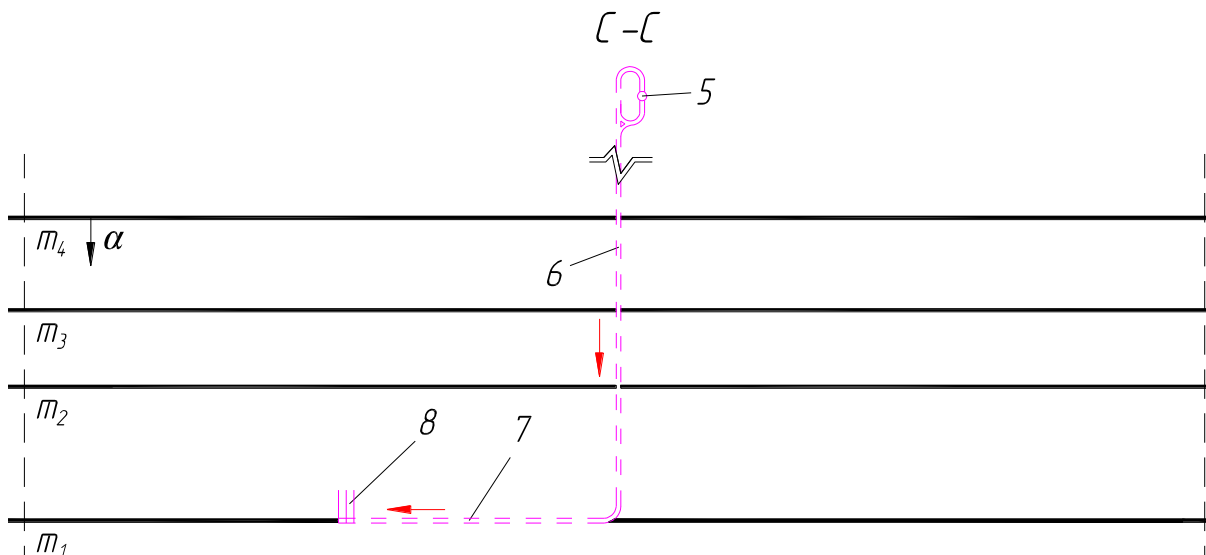


Рис. 29. Продолжение:

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)

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

Данная схема вскрытия (рис. 30) применяется для вскрытия свит пологих и наклонных пластов. Она сочетает в себе основные преимущества схем вскрытия с наклонными стволами и вертикальными стволами. При этом устраняет их основные недостатки. В этой схеме присутствует вспомогательный ствол большой площади сечения и главный ствол, обеспечивающий непрерывный подъем полезного ископаемого.

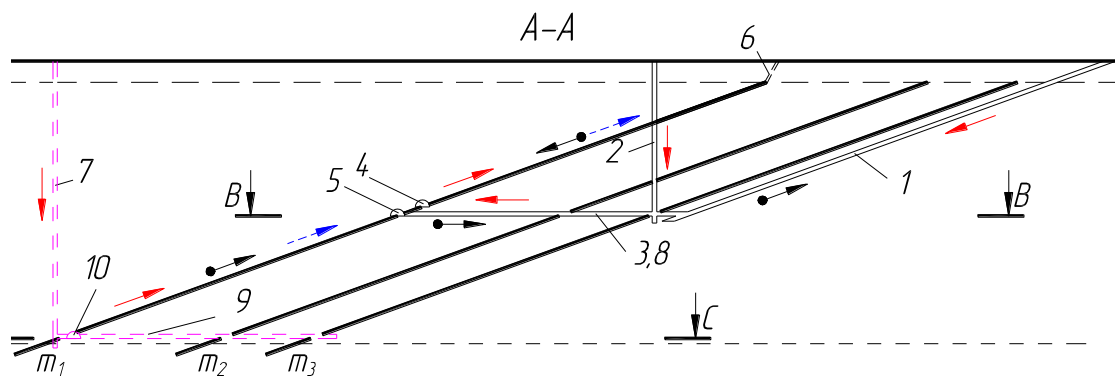


Рис. 30. Комбинированная схема вскрытия с капитальным квершлагом и проветривание уклонной части через воздухоподающий ствол

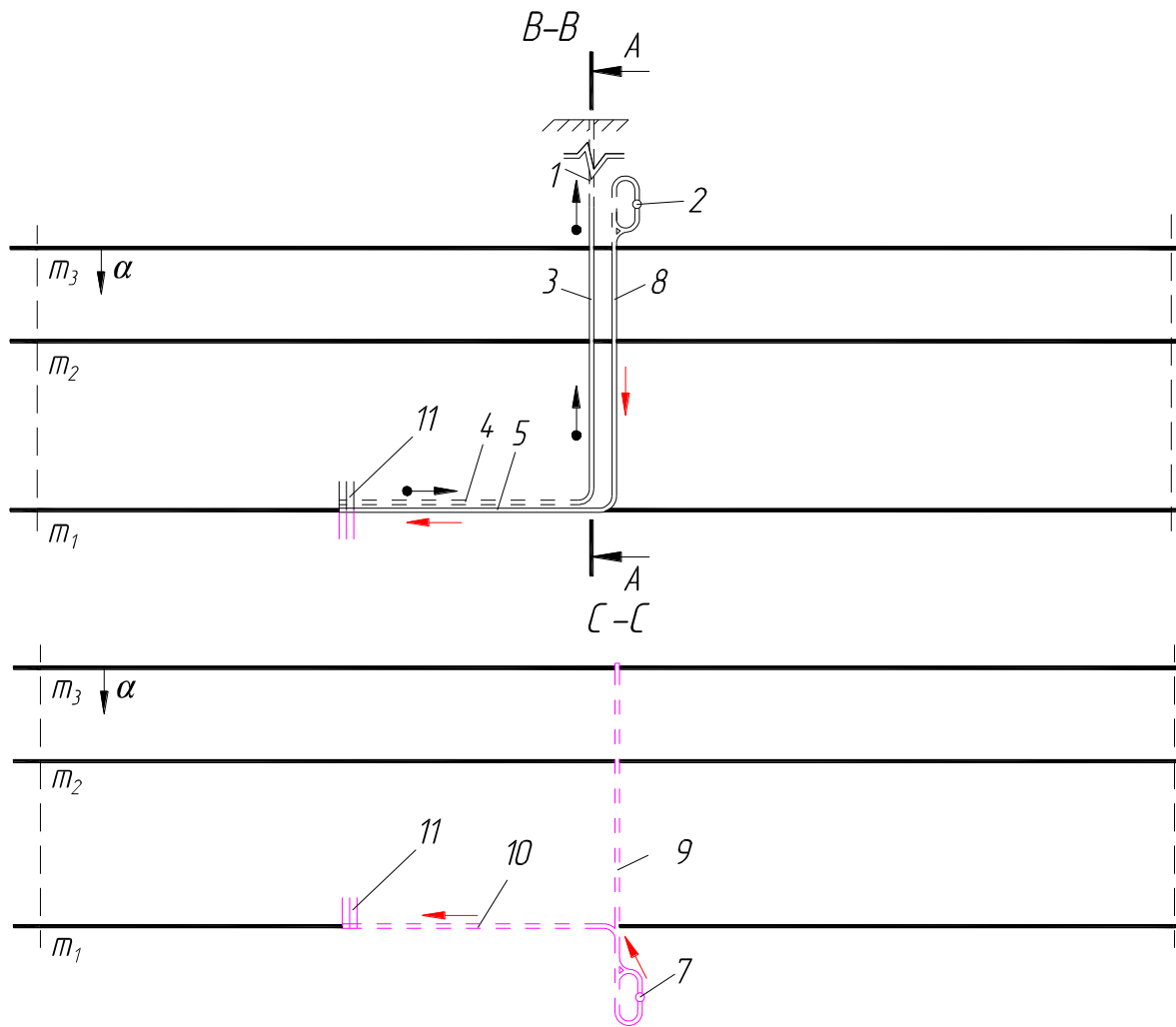


Рис. 30. Продолжение:

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

Схемы вскрытия без сооружения транспортного горизонта

Такие схемы вскрытия применяют в условиях, когда нецелесообразно проведение главных транспортных выработок шахты (пластовых транспортных штреков и квершлагов, полевых штреков) на одном уровне, т. е. в горизонтальной плоскости. Как правило, такие схемы вскрытия применяются при пологом залегании пластов – чем меньше угол падения, тем больше расстояние между выходами пластов на предполагаемом горизонте. Другими словами, чем меньше угол падения, тем больше будет длина квершлагов.

Хотя транспортный горизонт не сооружается, главные транспортные выработки (главный транспортный штрек, квершлаг) проводятся. Квершлаг в таких случаях проводят под углом к горизонту, что сокращает его длину.

Возможны также варианты безгоризонтных схем вскрытия (рис. 31), где не предусмотрено проведение дополнительной вскрывающей выработки.

***Комбинированное вскрытие без дополнительной
вскрывающей выработки с проведением наклонного ствола
вкрест линии падения***

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

При такой схеме вскрытия обязательно наличие пластового транспортного и воздухоподающего штреков, 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 3, 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 нижележащих шахтопластов. Порядок отработки частей шахтного поля – по пластам. Углубление стволов до очередного пласта – новый пусковой период. При сближенном залегании пластов целесообразно вскрывать за раз более одного пласта.

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

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 при проведении ствола).

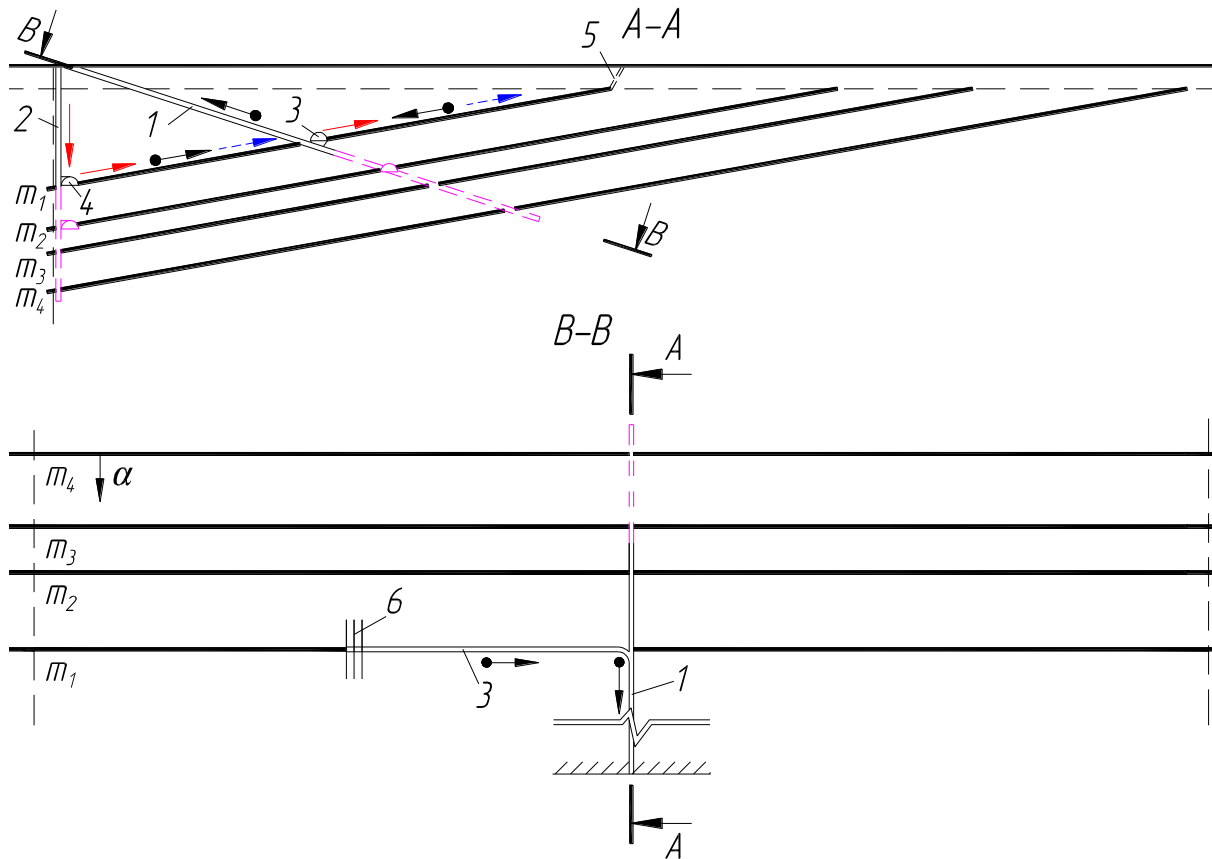


Рис. 31. Комбинированное вскрытие без дополнительной вскрывающей выработки с проведением наклонного ствола вкрест линии падения:

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

Комбинированная схема вскрытия с проведением наклонного ствола по пласту и наклонным квершлагом

Достоинство: меньше длина выработки, проводимой по породе при строительстве шахты (длина квершлага меньше, чем длина наклонного ствола в предыдущей схеме, рис. 32).

Недостатки: перегрузка угля с квершлага на конвейерный ствол; отдельные промплощадки главного и вспомогательного ствола. Промплощадки могут находиться на значительном расстоянии друг от друга. Это влечет за собой дополнительные затра-

ты на поддержание транспортной связи и коммуникаций между промплощадками при строительстве и эксплуатации шахты.

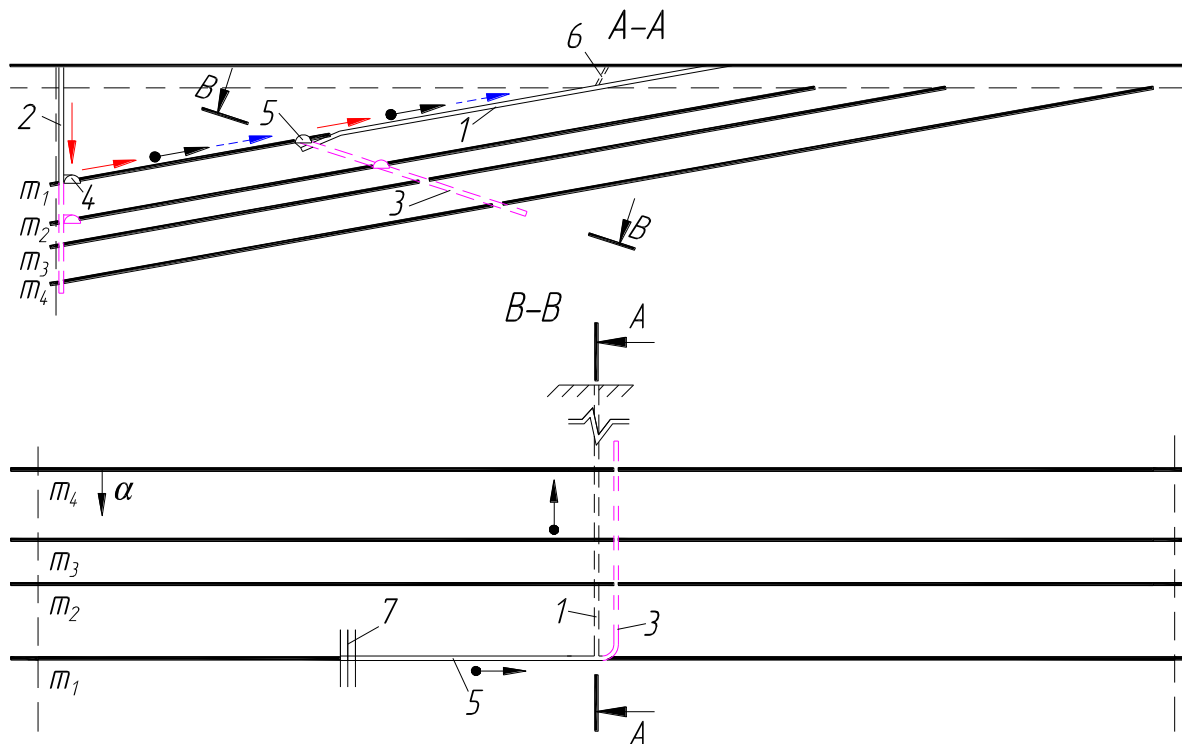


Рис. 32. Комбинированная схема вскрытия с проведением наклонного ствола по пласту и наклонным квершлагом:

1 – конвейерный ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – главный (наклонный) квершлаг; 4 – пластовый воздухоподающий штрек; 5 – пластовый конвейерный штрек; 6 – шурф (проекция); 7 – устья наклонных пластовых выработок

Существуют модификации этой схемы с проведением конвейерного ствола по другому пласту или под углом к линии падения. У них есть достоинства и недостатки по сравнению с вариантом, представленным на рис. 32.

Схема вскрытия вертикальным стволом с капитальным гезенком

Схемы вскрытия с гезенком применяются для вскрытия пологих сближенных и горизонтальных пластов. На рис. 33 представлен "классический" вариант вскрытия с гезенком. В таких схемах гезенк служит для спуска полезных ископаемых сверху вниз (с вышележащего пласта на нижележащий) под действием сил гравитации. При этом окоlostвольный двор (место погрузки на главный ствол) располагают на нижнем пласте свиты или в его почве.

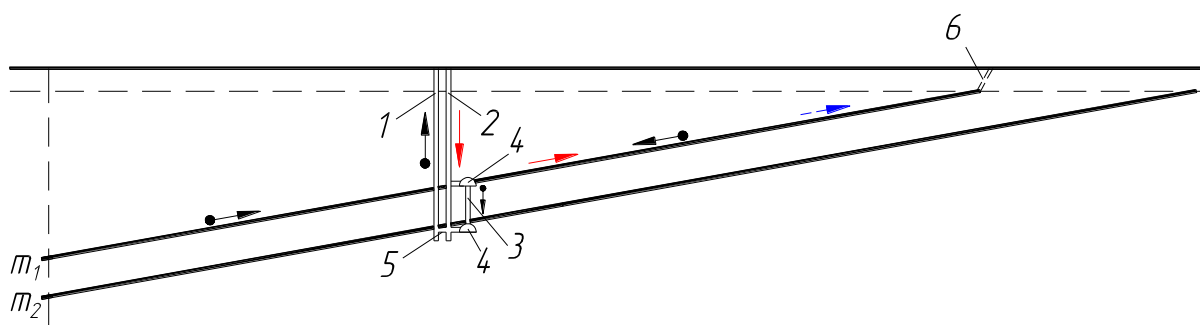


Рис. 33. Схема вскрытия вертикальным стволом с капитальным гезенком:
 1 – скиповой ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – гезенк; 4 – пластовой транспортный штрек; 5 – место погрузки угля в ствол; 6 – шурф (проекция)

Достоинство: отсутствие механизированных транспортных средств при транспортировке полезных ископаемых с одного пласта на другой.

Недостаток: невозможно осуществлять вспомогательные транспортные операции и подачу свежего воздуха по гезенку (как по квершлагу).

Комбинированное вскрытие с гезенком

В современном представлении гезенк не утратил свою актуальность. На пологих сближенных и горизонтальных пластах он является альтернативой конвейерному квершлагу. Есть примеры использования гезенков на действующих шахтах. Гезенк может быть оборудован спиральным углеспуском (ш. Распадская). Также дополнительно к основной (транспортной) функции он может выполнять функцию аккумулирующего бункера.

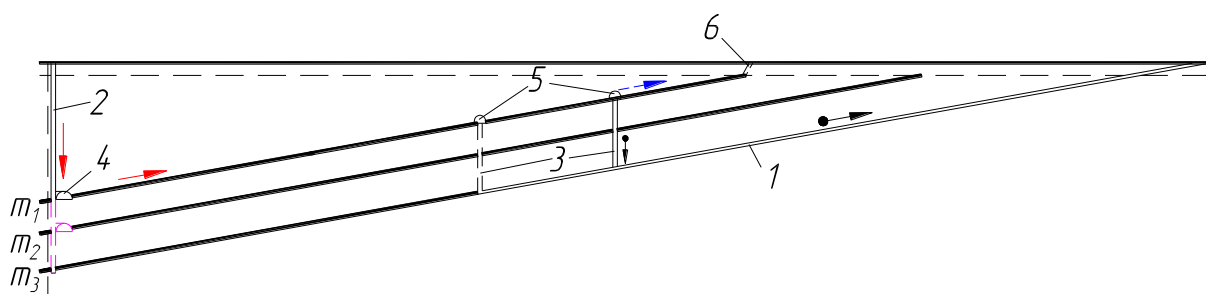


Рис. 34. Комбинированное вскрытие вертикальным и наклонным стволом с промежуточными гезенками:

1 – конвейерный ствол; 2 – скиповой ствол; 3 – промежуточный гезенк; 4 – пластовой воздухоподающий штрек; 5 – пластовой конвейерный штрек; 6 – шурф (проекция)

Возможные варианты схем вскрытия с гезенком при использовании на шахте конвейерного транспорта представлены на рис. 34, 35.

Достоинство: не надо проводить и эксплуатировать бремсберги и уклоны.

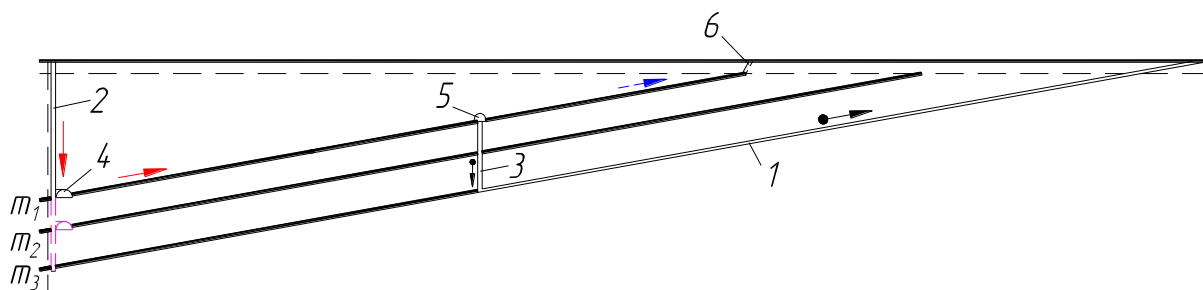


Рис. 35. Комбинированное вскрытие вертикальным и наклонным стволом с капитальным гезенком:

1 – конвейерный ствол; 2 – скиповой ствол; 3 – капитальный гезенк; 4 – пластовой воздухоподающий штрек; 5 – пластовой конвейерный штрек; 6 – шурф (проекция)

Вскрытие крутых пластов

Для вскрытия крутых и крутонаклонных пластов применяют, как правило, способ вскрытия вертикальными стволами. Существует несколько вариантов схем вскрытия в таких условиях. Можно сказать, что все они являются модифицированной схемой вскрытия вертикальными стволами с этажными квершлагами (рис. 36). Это варианты с породоуглубочным стволом, с увеличенной высотой этажа, т. е. деление 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 заложение 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 пластовой 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 выдаётся на поверхность через вентиляционные шурфы. Для отработки второго этажа и последующих необходимо производить углубку стволов и сооружать

транспортный горизонт на отметке следующего этажа. При этом транспортный горизонт предыдущего (верхнего) этажа становится вентиляционным.

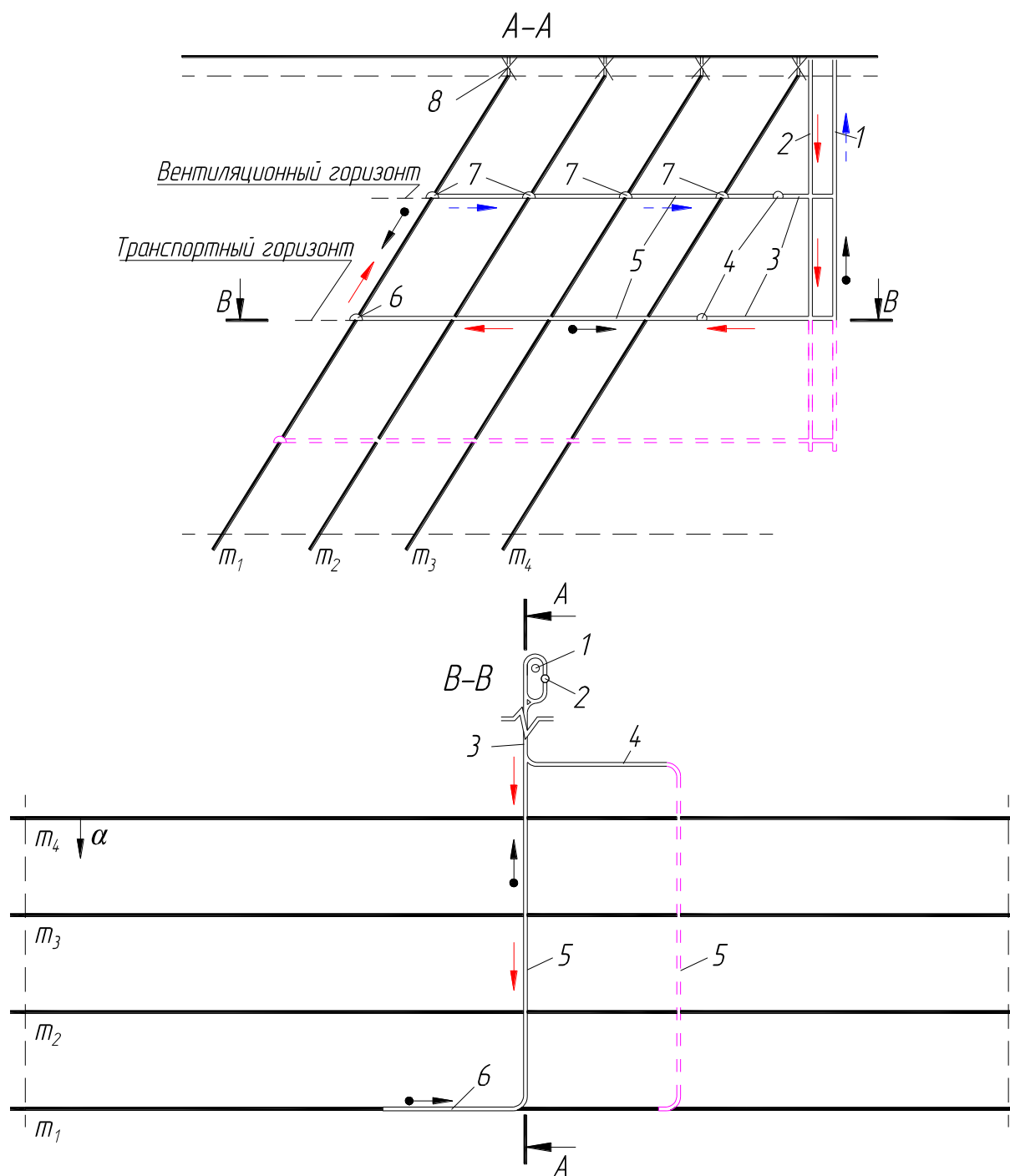


Рис. 36. Схема вскрытия вертикальными стволами с этажными квершлагами:

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

Транспорт полезного ископаемого осуществляется аналогично первому этажу. Исходящая струя выдаётся 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 применяют вариант с породоуглубочным стволом.

Вскрытие одиночных пластов пологого или наклонного залегания

В данную группу относятся схемы вскрытия шахтных полей с одиночным пластом, а также шахтных полей, представленных свитой пластов, для каждого пласта которой предполагается проведение отдельных вскрывающих выработок.

Наиболее простым и экономически выгодным вскрытием такого пласта является вскрытие наклонными стволами. Возможны следующие модификации этой схемы вскрытия в зависимости от подготовки шахтопласта и расположения стволов:

- с центральным и фланговым расположением стволов при этажной подготовке шахтопласта (двукрылое шахтное поле, рис. 37);
- с фланговым расположением стволов при этажной подготовке шахтопласта (однокрылое шахтное поле, рис. 14);
- с центральным расположением стволов и шурфами при панельной подготовке (двукрылое шахтное поле).

На действующих шахтах встречаются все три варианта. Большинство шахт, введённых в эксплуатацию 10–15 лет назад имеют схемы вскрытия и подготовки, соответствующие второму варианту (Котинская, Талдинская – Западная 1 и др.).

Наклонные стволы проводят на расстоянии до 40 м друг от друга (размер целика между стволами определяется по требованиям нормативных документов) с поверхности до отметки первого этажа непосредственно по пласту. Затем проводят этажные штреки, монтажную камеру и приступают к очистным работам. По мере доработки запасов первого этажа стволы углубляют до отметки второго этажа и проводят подготовительные выработки, обеспечивающие ведение очистных работ во втором этаже.

Преимущества такого варианта – максимально быстрый ввод

в эксплуатацию очистного забоя и минимальные первоначальные затраты на строительство шахты. Существуют варианты технологических схем, когда стволы проводят сразу на всю проектную длину. На пластах, склонных к самовозгоранию, согласно требованиям ПБ, наклонные стволы проводят по породе (полевыми). В случае проведения полевых наклонных стволов их располагают, как правило, в почве пласта.

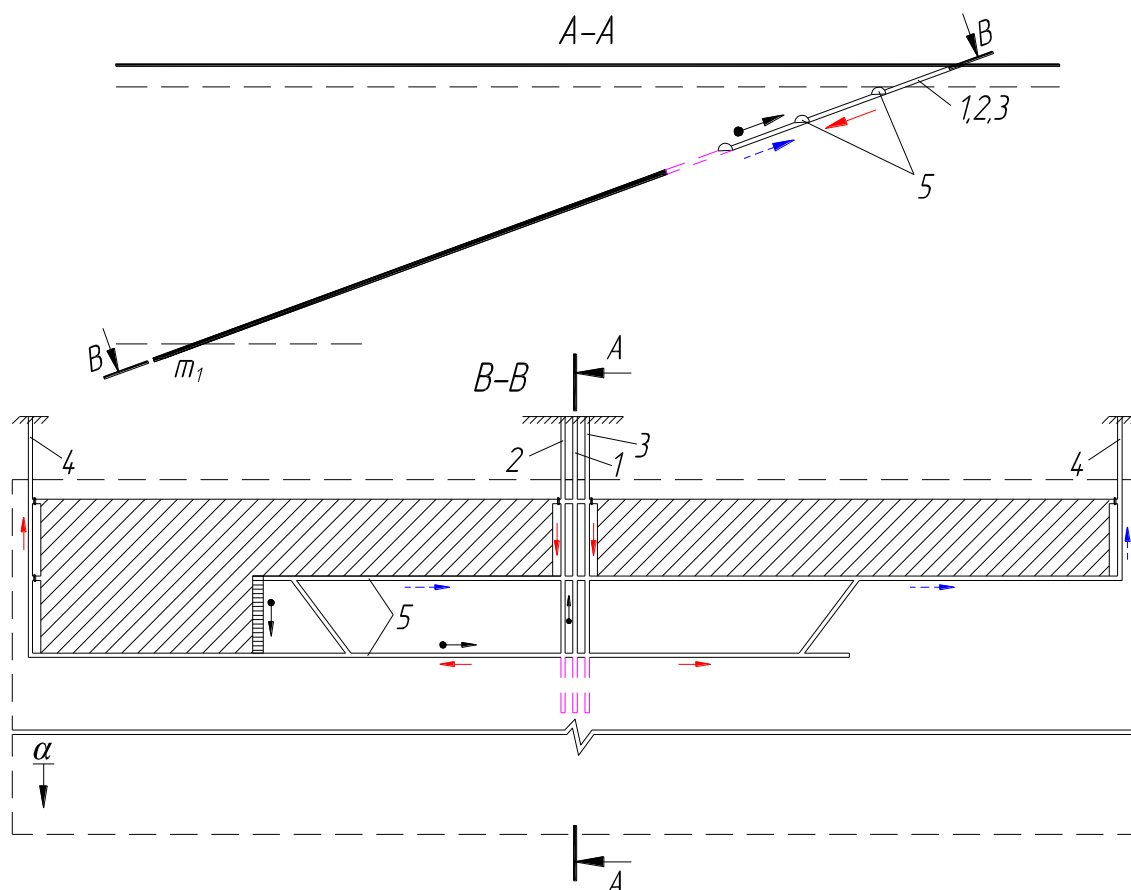


Рис. 37. Вскрытие одиночного пласта при этапной подготовке:

1 – конвейерный ствол; 2 – людской ствол; 3 – грузовой ствол; 4 – фланговые вентиляционные стволы; 5 – этажные штреки

3.3. Подготовка шахтного поля

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: прово-

дят выработки на уровне транспортного горизонта (вентиляционного, воздухоподающего). Это называется 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 в целом: безопасность горных работ, полнота извлечения запасов, экономическая эффективность и т. д.

3.3.1. Подготовка транспортного горизонта

Подготовительными выработками на данном этапе являются штреки общепластового значения (откаточные или конвейерные, воздухоподающие, вентиляционные). В основу классификации способов подготовки положено 2 признака:

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

Из этих двух признаков складывается название способов подготовки. В зависимости от расположения штрека относительно пласта различают пластовую и полевою подготовку (рис. 38).

При пластовой подготовке штрек проводят по пласту угля. Согласно нормам [1] её применяют при устойчивых вмещающих породах (непосредственная кровля и почва) на пластах угля, не склонных к самовозгоранию и внезапным выбросам.

Достоинства: попутная добыча угля; меньшая стоимость и сроки проведения штрека; возможность доразведки условий залегания пласта.

Недостатки: меньшая устойчивость штрека, существует вероятность возникновения газодинамических явлений.

При полевом способе штрек проводят, как правило, в почве пласта. Для выхода на пласт проводят промквершлагги. С экономической точки зрения полевая подготовка не выгодна в плане первоначальных затрат, т. к. проводятся выработки по породе. Однако в связи с исключением эндогенных пожаров, снижением вероятности газодинамических явлений, а также лучшей устойчивостью выра-

боток эксплуатационные затраты при таком варианте подготовки могут быть значительно меньше, чем при пластовой подготовке.

П. 3.19 ВНТП 1-92. Полевую подготовку следует предусматривать для разработки свиты или одиночных (включая мощные) пластов, а также для пластов угля, склонных к самовозгоранию и опасных по внезапным выбросам угля и газа.

Достоинства: лучшая устойчивость штрека, следовательно, меньше затрат на поддержание; исключается вероятность возникновения эндогенных пожаров; снижается вероятность газодинамических явлений.

Недостатки: высокая трудоемкость и себестоимость при проведении с помощью БВР, низкая скорость проведения полевой выработки; наличие породных забоев (требуется отдельная схема транспорта для породы и породный отвал на поверхности).

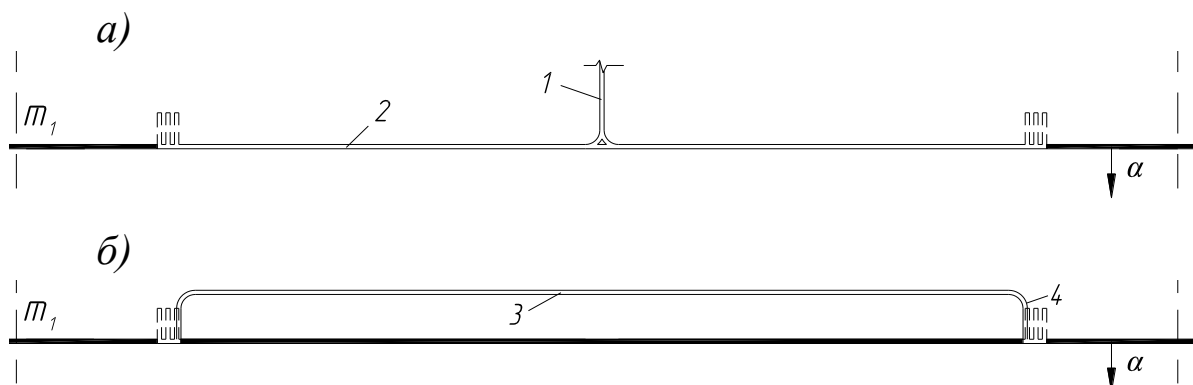


Рис. 38. Пластовая и полевая подготовка:

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

В зависимости от числа обслуживаемых пластов различают индивидуальную, групповую подготовку (рис. 39) и комбинированную (рис. 41) подготовку.

Индивидуальную подготовку целесообразно применять при больших расстояниях между пластами, более 40 м (свита независимых пластов). Если нет осложняющих факторов, препятствующих осуществлению пластовой подготовки, то, как правило, применяют индивидуальную пластовую подготовку.

Групповую подготовку целесообразно применять в свитах сближенных пластов (расстояние между пластами менее 40 м).

П. 3.51 ВНТП 1-92. Групповые выработки должны располагаться, как правило, в лежащем боку группы пластов по пласту

или боковым породам. В тех случаях, когда целесообразна отработка на групповую выработку двух групп пластов, допускается располагать эту выработку между группами, но при этом должна быть исключена возможность её подработки или обеспечена её надёжная охрана.

П. 3.52 ВНТП 1-92. При групповой подготовке сближенных пластов групповые выработки следует проводить по нижнему пласту (если пласт не опасен, по внезапным выбросам и самовозгоранию и смещению пород не превышают допустимые запасы на осадку вмещающих выработки пород) или в породах его почвы.

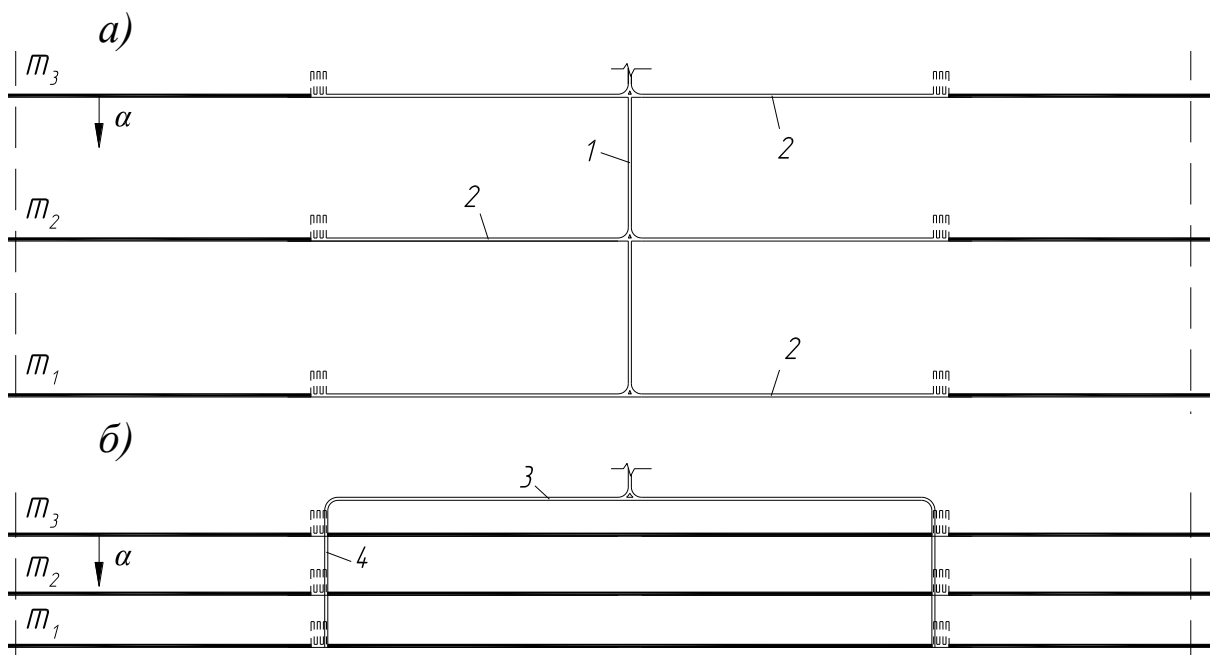


Рис. 39. Индивидуальная и групповая подготовка:

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

В тех случаях, когда расстояние между пластами значительное, а проведение пластовых штреков нецелесообразно или запрещено нормативными документами, подготовку осуществляют индивидуальными полевыми штреками (рис. 40).

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 промквершлага.

Существуют такие шахтные поля, где присутствуют и сближенные, и независимые пласты. В таком случае целесообразно

применять комбинированную подготовку на транспортном горизонте (рис. 41). Сближенные пласты подготавливают групповым штреком, независимые – индивидуальным штреком.

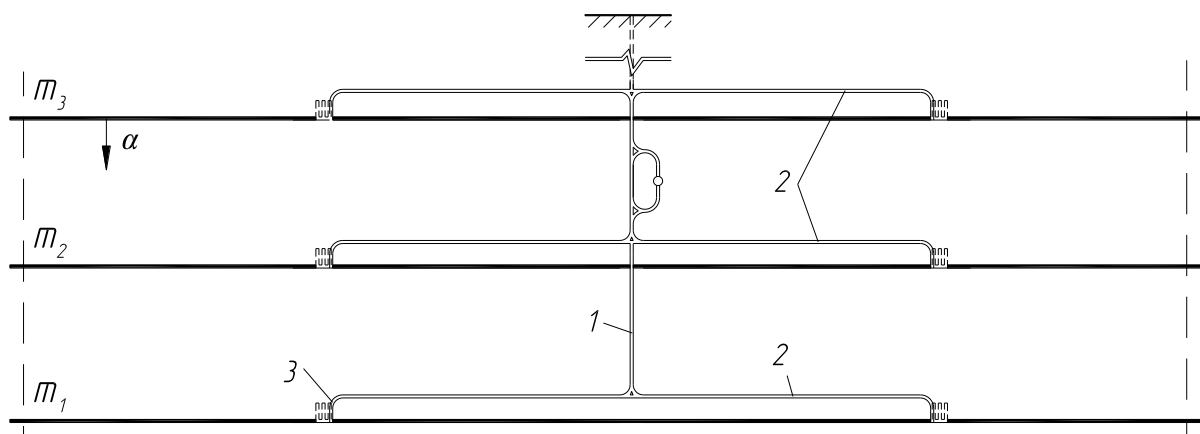


Рис. 40. Индивидуальная полевая подготовка:

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

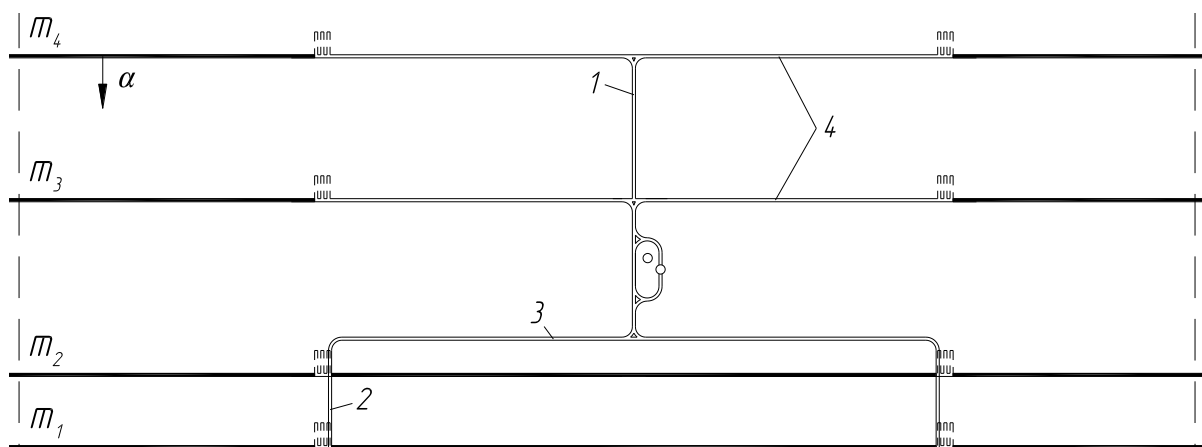


Рис. 41. Комбинированная подготовка транспортного горизонта:

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

Подготовка транспортного горизонта на пластах крутого залегания

В таких условиях залегания применяют вскрытие вертикальными стволами с этажными квершлагами и групповую полевую подготовку транспортного горизонта. В отличие от пологого и наклонного падения пластов у подготовки пластов крутого залегания пластов есть две существенных особенности:

– на крутых пластах проводится и групповой полевой штрек, и индивидуальные пластовые;

– в каждом выемочном поле проводят отдельный индивидуальный пластовый штрек в пределах этого поля, который поддерживается только в период отработки соответствующего выемочного поля.

Различают следующие основные варианты подготовки крутых и крутонаклонных пластов:

– с доставкой угля на передний промквершлаг при прямом порядке отработки выемочного поля (рис. 42);

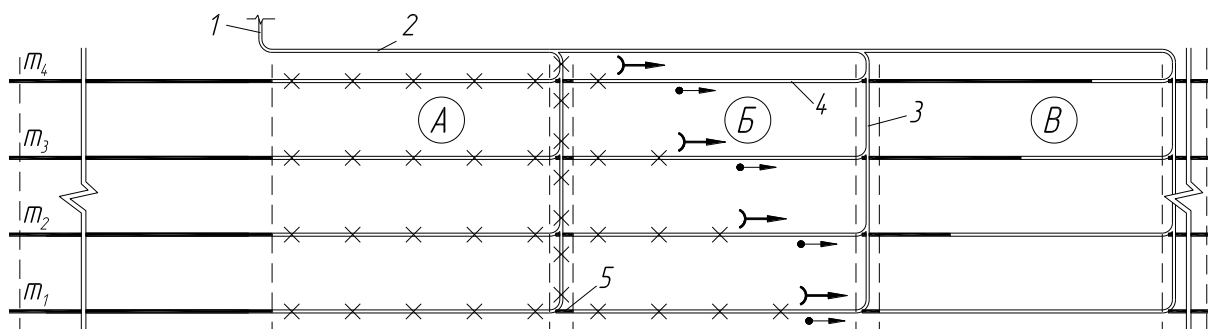


Рис. 42. Групповая полевая подготовка с доставкой на передний промквершлаг при прямом порядке отработки выемочного поля:

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

– с доставкой угля на передний промквершлаг при обратном порядке отработки выемочного поля (рис. 43);

– с доставкой на задний промквершлаг (рис. 44);

– с доставкой на двухсторонний промквершлаг.

Достоинства вариант, представленного на рис. 42:

– пластовые откаточные штреки 4 не поддерживают по мере отработки выемочного поля (относительно варианта на рис. 44);

– отработка ведётся на массив, что снижается вероятность горных ударов (относительно варианта на рис. 43).

Его недостатки (относительно вариантов на рис. 43 и 44):

– полевой групповой штрек 2 и пластовые откаточные штреки 4 должны быть проведены на всю длину в пределах предполагаемого к отработке выемочного поля до начала ведения очистных работ;

– перепробег вспомогательных грузов и угля на расстояние, равное размеру выемочного поля по простиранию;

Достоинства варианта на рис. 43:

- нет перепробега грузов (относительно варианта на рис. 42);
- нет необходимости проводить групповой полевой штрек 2 в пределах обрабатываемого выемочного поля (относительно варианта на рис. 42);

- пластовые откаточные штреки 4 не поддерживают по мере обработки выемочного поля (относительно варианта на рис. 44).

Его недостаток относительно вариантов на рис. 42 и 44 – поскольку обработка ведётся на "завал", повышается вероятность возникновения горных ударов.

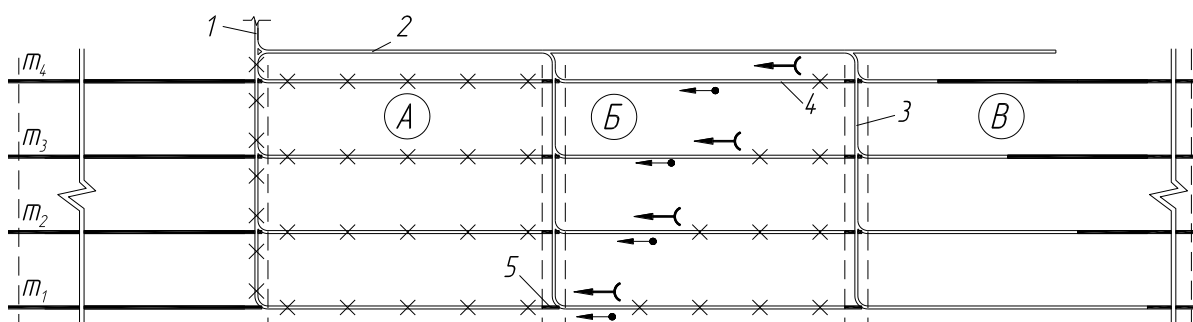


Рис. 43. Групповая полевая подготовка с доставкой на передний промквершлаг при обратном порядке обработки выемочного поля:
5 – будущий целик (остальные позиции см. на рис. 42)

Особенностью варианта на рис. 44 относительно двух предыдущих является то, что пластовый откаточный штрек проводят в пределах выемочного поля не сразу на всю его длину, а постепенно по мере развития очистных работ. Соответственно его достоинство – не требуется предварительного проведения на всю длину полевого группового штрек 2 и пластовых откаточных штреков 4. Недостаток – необходимость поддерживать эти штреки в выработанном пространстве до окончания обработки выемочного поля.

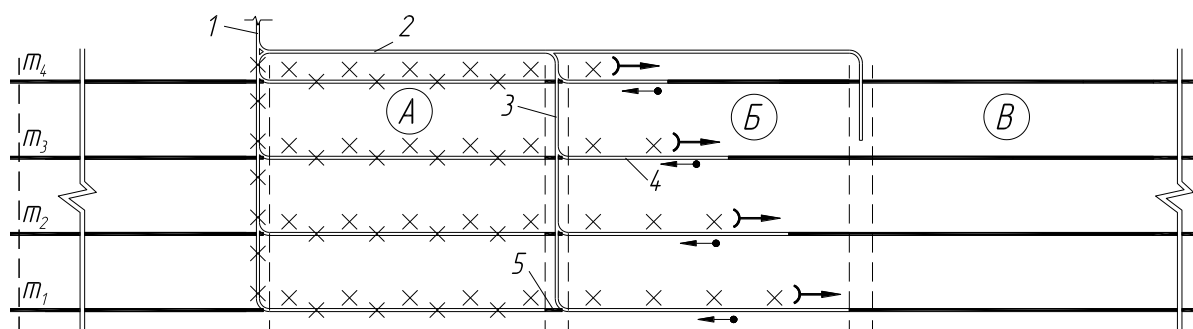


Рис. 44. Групповая полевая подготовка с доставкой на задний промквершлаг (пояснения см. на рис. 42)

3.3.2. Подготовка в плоскости пласта

Подготовка в плоскости пласта (2 этап подготовки) подразумевает проведение подготовительных выработок, обеспечивающих начало ведения очистных работ. Согласно делению шахтопластов на части различают панельную, этажную, погоризонтную подготовку, а также комбинированную.

Наибольшее распространение имеет панельная подготовка (углы до 25° на пластах тонких, средней мощности, мощных). Существуют различные варианты панельной подготовки: однокрылые и двукрылые панели с фланговыми выработками и без них; с пластовым вентиляционным штреком и без него; с индивидуальными или групповыми, пластовыми или полевыми панельными выработками и др. На шахтах Кузбасса распространена индивидуальная пластовая панельная подготовка. При такой подготовке каждая панель обслуживается своими панельными выработками (наклонные пластовые выработки). Транспортная связь между панелями и панелей с квершлагами осуществляется по штрекам (рис.13).

П. 50 ПБ. Выемочные участки, подготовленные в уклонных полях, должны иметь не менее двух горных выработок, пройденных на границах уклонного поля, по которым должен быть обеспечен выход людей из горных выработок выемочного участка в горные выработки горизонта или на поверхность.

Этажная подготовка шахтопластов имеет два принципиально различных варианта: для пластов пологого или наклонного падения (рис. 14) и для крутого падения (рис. 15). В первом случае подразумевается система разработки с длинными столбами по простиранию, во втором – щитовая, системы с подэтажным обрушением и др.

Погоризонтная подготовка применяется при углах падения пласта до $10-12^\circ$ (рис. 16). Поскольку этот вариант подготовки подразумевает дальнейшую отработку столбами по падению или восстанию, то оконтуривание выемочного столба осуществляется пластовыми наклонными выработками. При высокой обводненности пласт целесообразно обрабатывать по восстанию, при высокой газоносности – по падению.

Комбинированную подготовку применяют при различных горно-геологических условиях на одном шахтопласте (рис. 45). В

качестве примера можно привести ш. им. С. М. Кирова: часть шахтопласта подготавливается и обрабатывается панелями, другая часть – столбами по восстанию.

Также возможно расположение выемочных столбов под углами к линии падения и простирания (по диагонали).

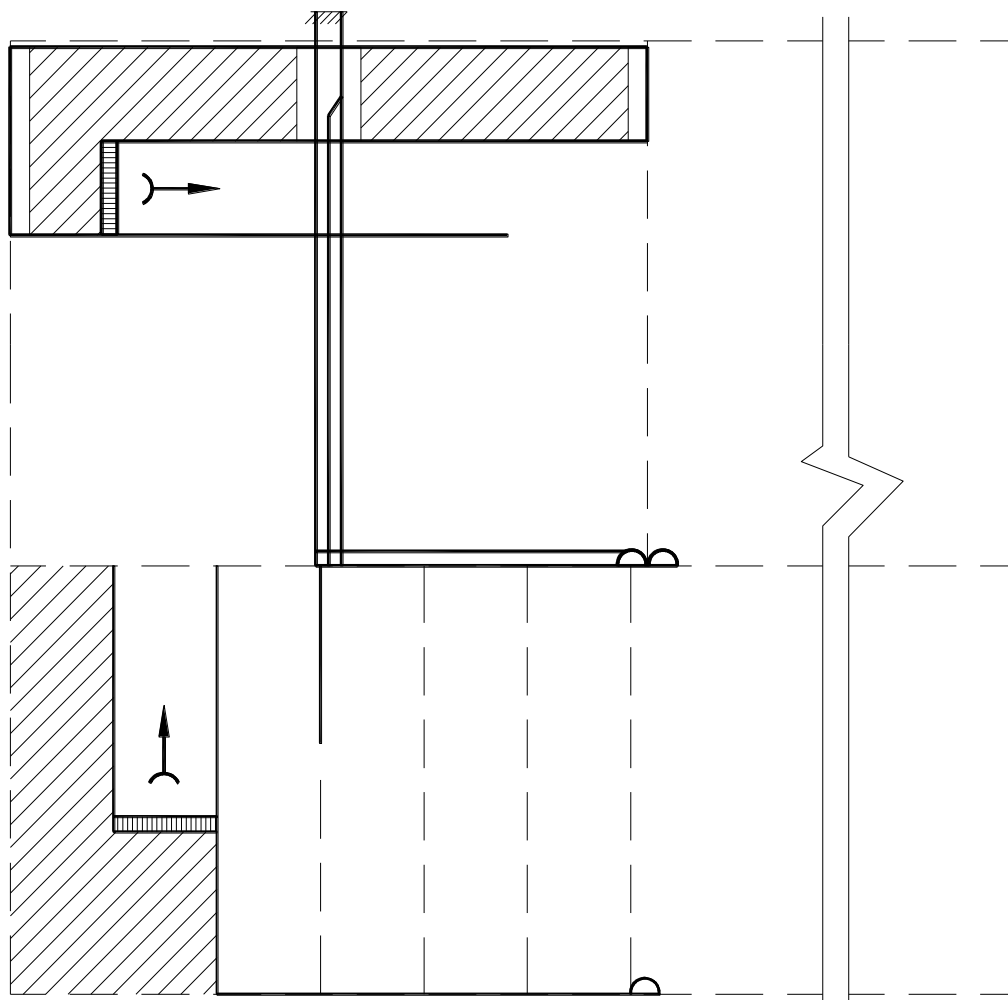


Рис. 45. Комбинированная подготовка шахтопласта*

**Примечание: Отработка пласта в панели и столбе по восстанию ведётся не одновременно – вначале обрабатываются бремсберговые панели, а затем столбы по восстанию в уклонной части*

3.4. Основные принципы выбора рационального варианта вскрытия и подготовки шахтного поля

Существуют различные методики определения рационального варианта вскрытия и подготовки конкретного шахтного поля. Подробно эти вопросы рассматриваются в дисциплине "Проектирование шахт". Однако существуют основные принципы выбора,

которые используются практически в любых методиках – выбирается вариант с наименьшими затратами на строительство и эксплуатацию шахты, а также наименьшим сроком её строительства.

В учебных целях можно использовать метод вариантов. Суть его заключается в том, что в расчётах используют только отличающиеся виды затрат по вариантам. Наименьший по стоимости вариант принимают за 100 %, оставшиеся варианты – больше 100 %. Если затраты по вариантам отличаются незначительно, с разницей до 10 %, то предпочтение отдают варианту с меньшими первоначальными капитальными затратами и меньшим сроком строительства шахт. Учитываемые группы затрат представлены в таблице.

Виды затрат	Вариант	
	№ 1	№ 2
1. Первоначальные капитальные затраты		
а) проведение капитальных выработок	х	х
б) сооружение околоствольных дворов	х	х
в) сооружение технологического комплекса поверхности	х	х
2. Капитальные затраты будущих лет		
а) проведение выработок	х	х
б) сооружение околоствольных дворов	х	х
в) сооружение технологического комплекса поверхности	х	х
3. Эксплуатационные затраты		
а) главный транспорт	х	х
б) поддержание горных выработок	х	х
в) водоотлив	х	х
г) проветривание	х	х
д) транспортная связь между промплощадками	х	х
4. Общие затраты	$\sum x$	$\sum x$
5. Затраты на 1 т промышленных запасов	х	х
6. В процентах	%	%

Для сравнения следует отбирать только приблизительно равноценные варианты, не имеющие явных минусов относительно других. Например: нет смысла сравнивать схемы вскрытия, отличие в которых заключается только в использовании скипового либо конвейерного ствола, т. к. известно, что для неглубоких шахт вскрытие с конвейерным стволом будет намного выгоднее, чем со скиповым. Подъём 1 т угля на 1 м по высоте в конвейерном стволе значительно дешевле, чем в скиповом.

3.5. Околоствольные дворы

Околоствольный двор – это комплекс капитальных горных выработок, примыкающих к шахтным стволам, соединяющих их с главными транспортными (воздухоподающими) выработками.

Околоствольные дворы состоят из служебных камер, транспортных ветвей и вспомогательных выработок. Транспортные ветви бывают главные и вспомогательные. Главные – для операций с полезным ископаемым (разгружается для перегрузки на ствол), вспомогательные – на которых концентрируются вспомогательные грузы. Если осуществляется откатка угля в вагонетках, то главную ветвь условно разделяют на две части: грузовую и порожнюю.

В основу квалификации околоствольных дворов (рис. 46) положено три признака:

- характер движения гружёных и порожних вагонеток;
- направление поступления грузов;
- примыкание ветвей к главной транспортной (воздухоподающей) выработке.

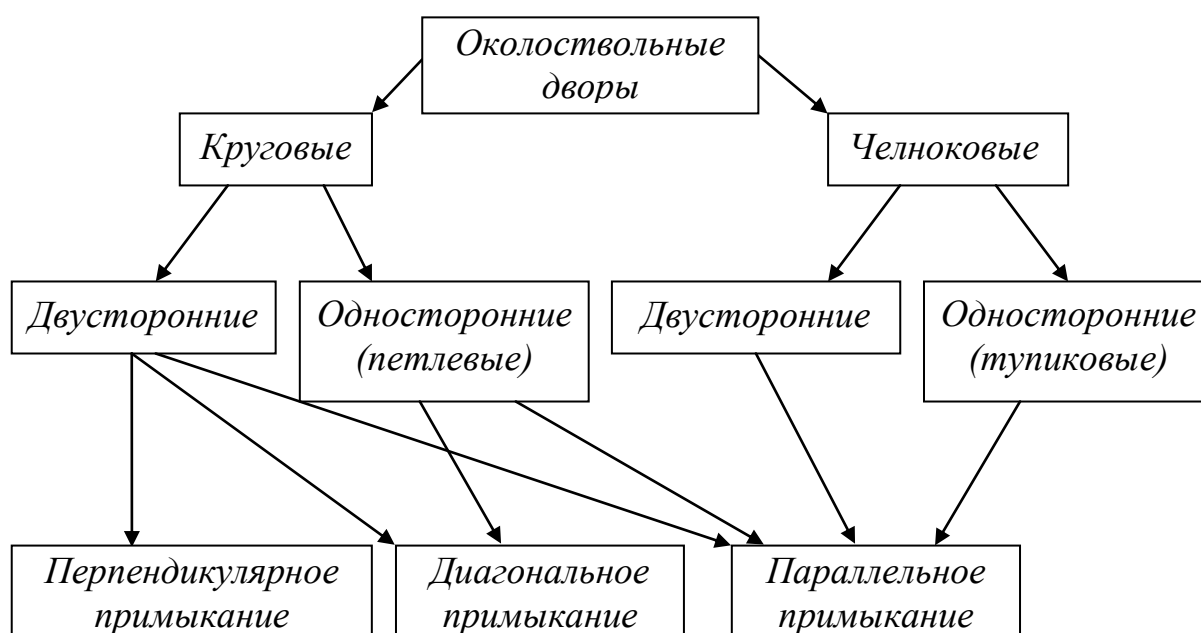


Рис. 46. Классификация околоствольных дворов

По характеру движения гружёных и порожних вагонеток околоствольные дворы могут быть круговые и челноковые. В круговых – вагонетки поступают в околоствольный двор и выходят из него одним и тем же торцом, т. е. двигаются по кругу. В челноко-

вых – вагонетки въезжают и выезжают разными торцами. Вагонетка, которая была в составе первой, становится последней.

Если груз к околоствольному двору по главной транспортной выработке поступает с одной стороны – это односторонний околоствольный двор, если с двух сторон – двусторонний.

Односторонние дворы располагаются, как правило, за пределами свиты пластов. По направлению примыкания ветвей различают околоствольные дворы с ветвями параллельными и перпендикулярными главной транспортной выработке и с диагональным примыканием.

Под главной транспортной выработкой подразумевается квершлаг или групповой полевой штрек (пластовые штреки).

Также различают околоствольные дворы для смешанных (рис. 47) и специализированных (рис. 49) составов вагонеток. Если околоствольный двор рассчитан на приёмку смешанных составов вагонеток, то на главной ветви располагаются две разгрузочные ямы. На угольной разгрузочной яме разгружаются вагонетки с углем, а вагонетки с породой проталкиваются. Затем над породной разгрузочной ямой разгружаются вагонетки с породой, пустые вагонетки проталкиваются. При таких околоствольных дворах для доставки горной массы применяют вагонетки с открывающимся дном типа ВД. Если околоствольный двор рассчитан на специализированные составы, сооружают отдельную угольную и породную ветвь, куда поступают соответствующие составы вагонеток. Для транспортировки горной массы применяют вагонетки с глухим дном типа ВГ.

Наибольшее распространение получили круговые околоствольные дворы (рис. 47, 48). Достоинство: компактное расположение. Недостаток (при строительстве): большая протяженность криволинейных участков.

Челноковые околоствольные дворы (рис. 49) имеют прямолинейную конфигурацию. Отсюда вытекают два недостатка – большой линейный размер (протяжённость) и затруднённость манёвров с вагонетками.

Околоствольные дворы в шахтах с конвейерным транспортом (рис. 48) имеют упрощённую и более компактную компоновку – нет необходимости в выработках, предназначенных для разгрузки вагонеток, груженных углём.

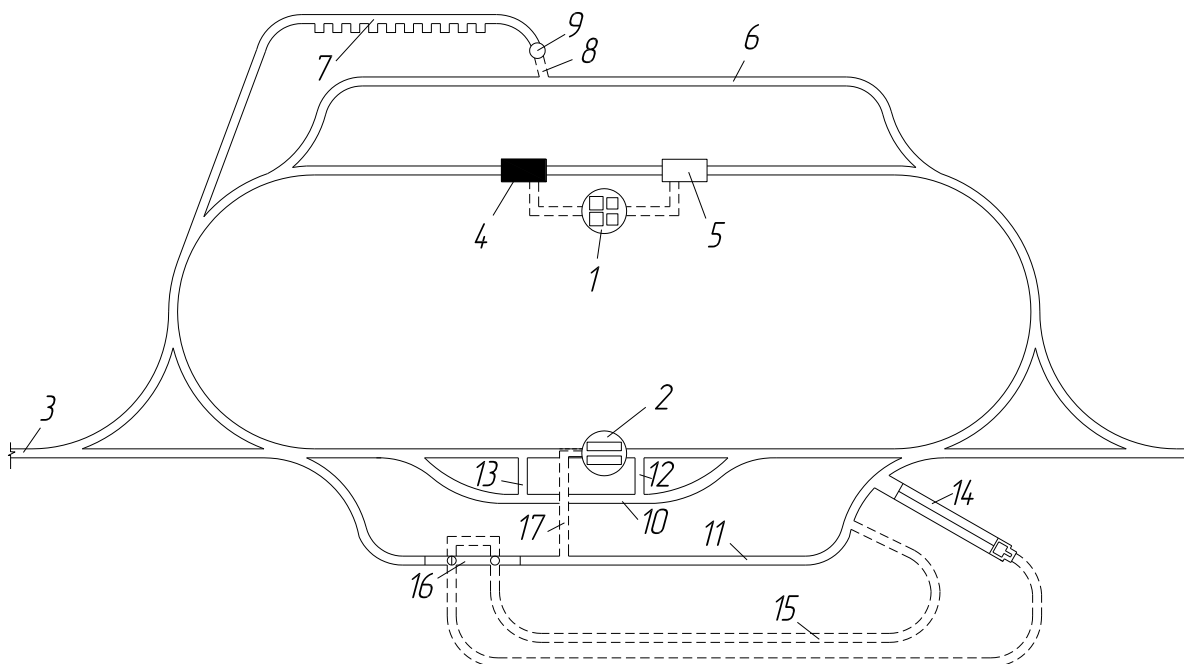


Рис. 47. Пример компоновки двустороннего кругового околоствольного двора для смешанных составов с ветвями, параллельными главной откаточной выработке:

1 – скиповый ствол; 2 – клетевой ствол; 3 – главная откаточная выработка; 4 – угольная разгрузочная яма; 5 – породная разгрузочная яма; 6 – депо, склад ГСМ, ремонтные мастерские; 7 – склад ВМ; 8 – вентиляционная сбойка; 9 – вентиляционная скважина; 10 – обгонная выработка; 11 – центральная подстанция; 12 – медпункт; 13 – камера ожидания; 14 – осветляющий резервуар; 15 – водосборники; 16 – насосная камера; 17 – водотрубный ходок

Важнейшей характеристикой околоствольного двора является его пропускная способность (тонн в сутки). Конечно, она должна быть больше величины суточной добычи шахты (в крайнем случае, совпадать).

Несмотря на то, что существуют различные типы околоствольных дворов, ряд камер и выработок являются составными частями практически всех типов околоствольных дворов и присутствуют на многих шахтах. Это угольный и породный комплексы скипового ствола (угольный комплекс наклонного ствола), комплекс главного водоотлива, камера медицинского пункта, камера ожидания, гараж, зарядная камера, локомотивное депо с ремонтными мастерскими, склад ВМ, главная подземная подстанция (электрическая трансформаторная), водотрубный ходок и другие.

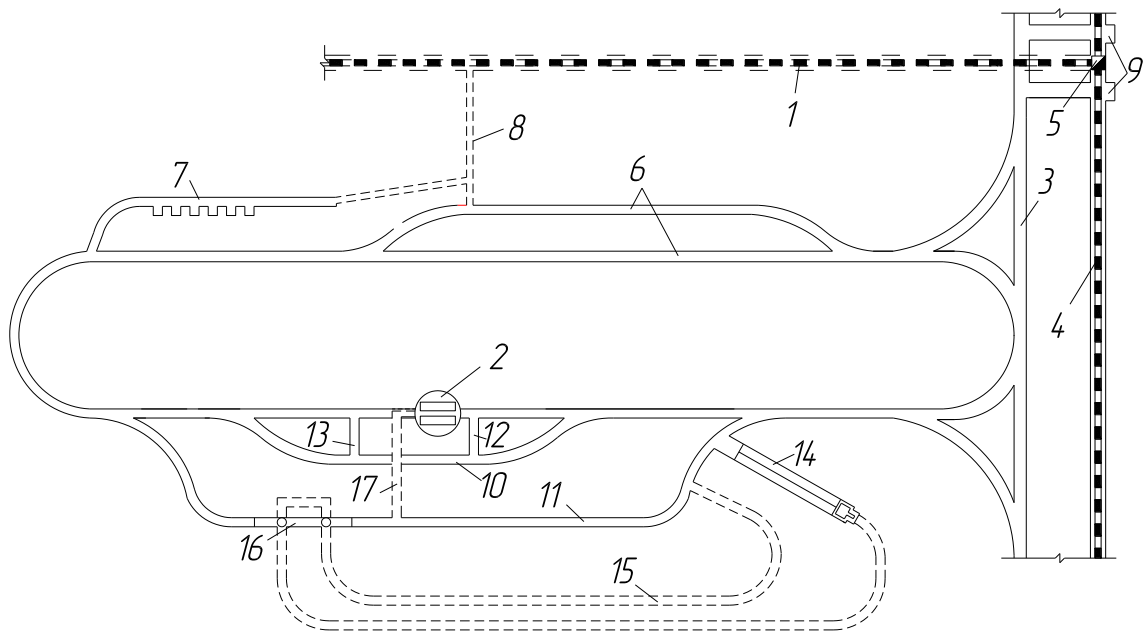


Рис. 48. Пример компоновки двустороннего кругового околоствольного двора для смешанных составов с ветвями, параллельными главной откаточной выработке:

1 – конвейерный ствол; 3 – воздухоподающая выработка; 4 – главная конвейерная выработка; 5 – аккумулирующий бункер; 9 – камеры приводных головок конвейеров; позиции 2, 6, 7, 8 и с 10 по 17 см. на рис. 47

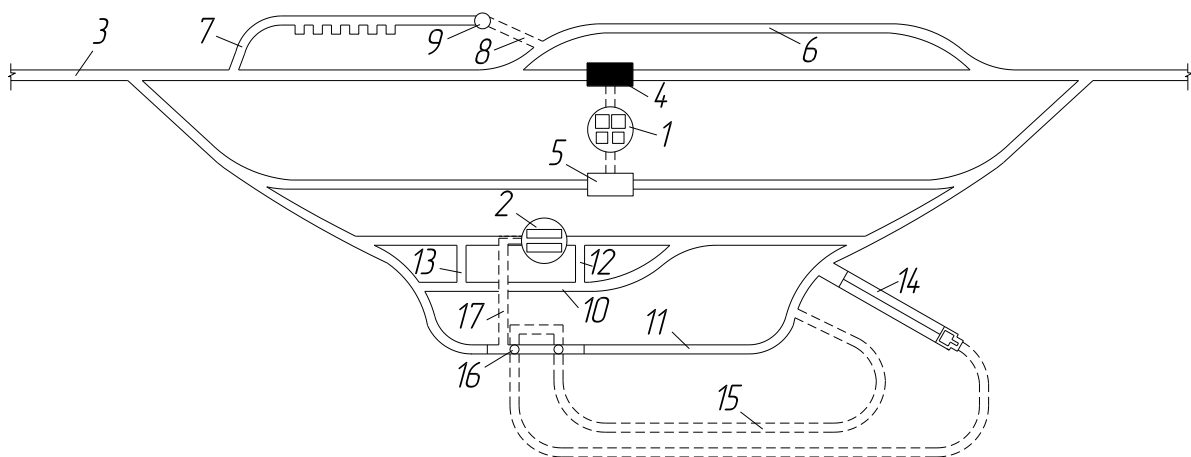


Рис. 49. Пример компоновки двустороннего челнокового околоствольного двора для специализированных составов с ветвями, параллельными главной откаточной выработке (условные обозначения см. на рис. 47)

Водотрубный ходок проводится от насосной камеры во вспомогательный ствол. В этой выработке проложены трубы, по которым вода поступает из насосной камеры во вспомогательный ствол. Этот ходок сопрягается со стволом выше отметки горизонта. Насосная камера имеет водонепроницаемые двери. В случае

аварии и затопления водой горизонта по водотрубному ходу можно попасть из вспомогательного ствола в насосную камеру и произвести необходимый ремонт. Автоматика спуска – подъема в стволах позволяет остановить клеть (вагонетки), не доезжая до горизонта у водотрубного хода.

П. 136 ПБ. Камеры для зарядки аккумуляторных батарей и склады взрывчатых материалов (далее – ВМ) следует проветривать обособленной струей свежего воздуха.

Камеры для машин и оборудования, гаражи и склады горючесмазочных материалов (ГСМ), горные выработки, в которых проводят техническое обслуживание дизельного транспорта, следует проветривать обособленной струей воздуха или струей исходящего воздуха с концентрацией метана не более 0,5 %.

Другими словами, исходящая струя из них не попадает в общешахтную вентиляционную сеть, а выходит на поверхность через специальную вентиляционную скважину (рис. 47, 49) или поступает по сбойке до главного ствола и далее на поверхность (рис. 48). Это необходимо, чтобы в случае взрыва или возгорания на складе ВМ или ГСМ вредные газы не попали в шахту. При зарядке аккумуляторов электровозов выделяются вредные газы. Их тоже удаляют обособленно.

3.6. Технологический комплекс поверхности шахт

Технологический комплекс поверхности – это комплекс зданий, сооружений и оборудования, предназначенных для подъёма, приёма, переработки и отправки потребителям полезных ископаемых, приёма и складирования породы, подачи свежего воздуха в шахту, обеспечения горных работ пневмо- и электроэнергией, очистки шахтных вод и бытового обслуживания трудящихся. На современных шахтах он состоит из нескольких промплощадок (рис. 50). Затраты на сооружение техкомплекса поверхности составляют значительную часть от общих затрат на строительство шахты.

Промплощадка – часть земельного отвода (земельный участок) вблизи выхода на поверхность горной выработки, на которой расположен комплекс зданий и сооружений различного назначения. Большинство современных шахт имеет более двух

стволов, причём стволы вспомогательного значения (вентиляционный, воздухоподающий) часто располагаются на некотором удалении от основной промплощадки. Поэтому технологический комплекс многих шахт состоит из основных и вспомогательных промплощадок. К вспомогательным промплощадкам относятся и промплощадки шурфов.

Большинство зданий и сооружений, формирующие технологический комплекс поверхности, необходимы для любой шахты. Поэтому техкомплексы большинства шахт, независимо от конфигурации, состоят из схожих элементов. По своему функциональному значению эти элементы (здания и сооружения) целесообразно компактно располагать на промплощадке главного или вспомогательного ствола (рис. 50). При этом элементы могут представлять собой отдельные здания и сооружения или компоноваться в объединённый блок из типовых унифицированных строительных секций. Во втором случае различают блок главного и вспомогательного ствола. Возможно сооружение единого блока обоих стволов.

Конкретный набор зданий и сооружений той или иной промплощадки обуславливается функциональным значением вскрываемой выработки, для которой сформирована промплощадка. В идеале промплощадка главного ствола должна обеспечивать приём и складирование рядового угля, его обогащение и погрузку в железнодорожные вагоны для отправки покупателям. Соответственно на такой промплощадке вертикального ствола должны быть: надшахтное здание с копром и зданием подъёмных машин (или башенный копер), склад рядового угля, конвейерные галереи, обогатительная фабрика, склад концентрата, комплекс погрузки в железнодорожные вагоны, служебное здание железнодорожной станции.

Над стволами глубиной более 600 м, как правило, сооружают башенные копры, которые объединяют в себе сам копер, надшахтное здание, здание подъёмных машин и др.

Если для вскрытия проведён конвейерный ствол, то сооружение копра и здания подъёмных машин не требуется.

Не на всех шахтах построены обогатительные фабрики. Некоторые имеют только дробильно-сортировочные комплексы, а некоторые не имеют сооружений такого назначения. Соответст-

венно на промплощадке главного ствола осуществляется погрузка рядового угля для транспортировки на обогатительную фабрику, а на некоторых шахтах сразу покупателям (энергетические угли малой зольности).

На промплощадке вспомогательного ствола целесообразно располагать здания и сооружения, обеспечивающие технологические процессы, осуществляемые в этом стволе: подачу в шахту свежего воздуха, подачу воды для противопожарных и оросительных целей, спуск – подъём людей и грузов, подъём пустой породы и др. Например, на промплощадке клетового ствола, в котором осуществляется полный набор технологических процессов сооружают (основная промплощадка): надшахтное здание и копер, здание подъёмных машин, административно-бытовой комбинат (АБК), здание вентилятора главного проветривания (ВГП) и калориферной установки, компрессорную, котельную, ремонтные мастерские (механический цех), материальный склад, противопожарный резервуар, боксы для автотранспорта (рис. 50).

При вскрытии шахтного поля людским и грузовым наклонными стволами компоновка их общей промплощадки будет аналогична. Если ствол не предназначен для осуществления нескольких технологических процессов (например, является только вентиляционным) его промплощадка является вспомогательной и имеет упрощенную компоновку. Её конкретная конфигурация также зависит от набора функций ствола. Так вентиляционный ствол может оборудоваться подъёмной установкой для аварийного выхода людей или использоваться для доставки в шахту вспомогательных грузов и т. д.

При вскрытии шахтного поля вертикальными стволами клетовой и скиповой ствол, как правило, имеют общую промплощадку.

АБК должен соединяться с вспомогательным стволом теплым переходом. В состав АБК входят помещения:

- административно-конторские (руководство шахты, инженерно-технических и финансовые службы, нарядные участки, зал собраний и др.);
- производственные (диспетчерская, ламповая, респираторная, телефонная станция, лаборатории);
- санитарно-бытовые (гардеробная, душевые, помещение для спецодежды, прачечная, столовая, медпункт и др.).

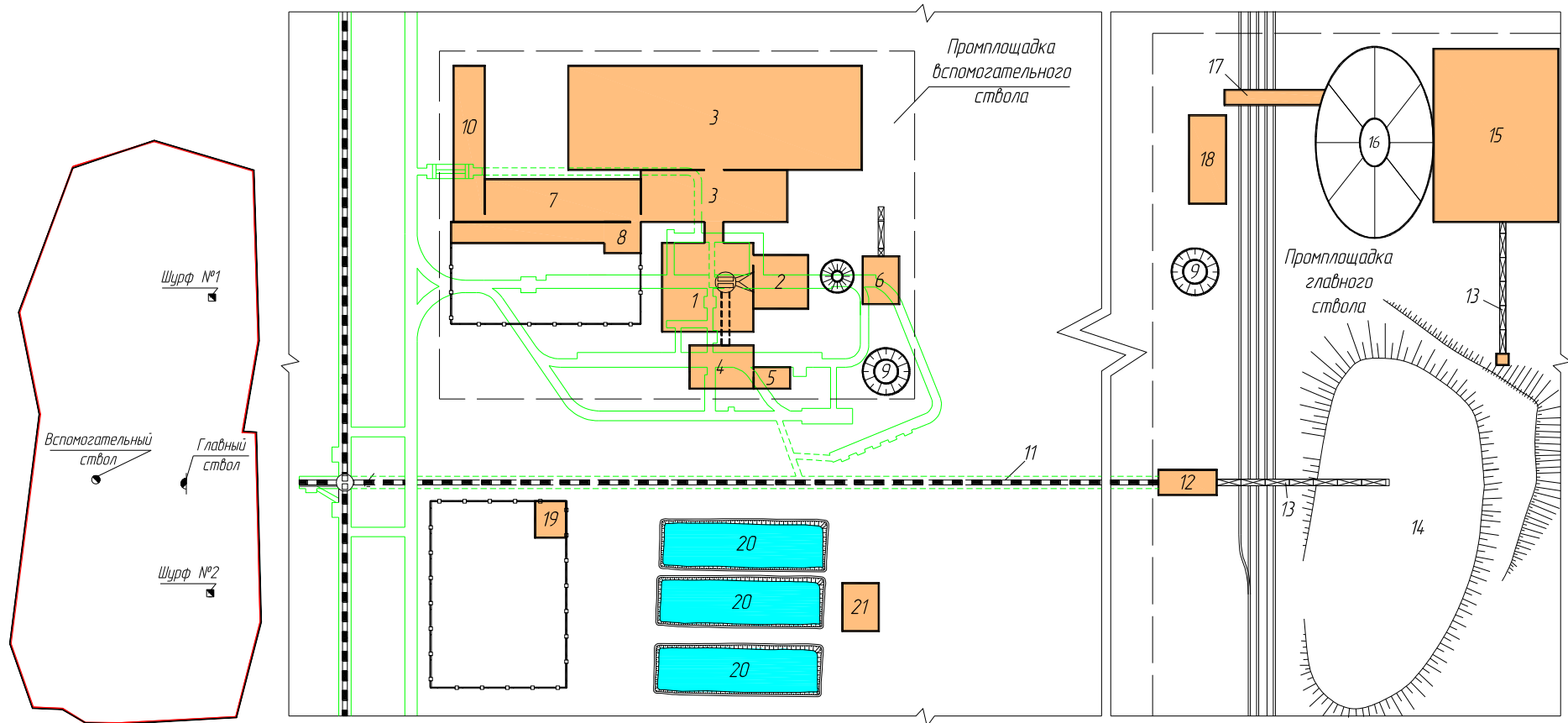


Рис. 50. Пример компоновки технологического комплекса поверхности и промплощадок стволов при комбинированной схеме вскрытия (план расположения промплощадок и совмещённый план промплощадки с выработками околоствольного двора):

1 – надшахтное здание и копёр клетового ствола; 2 – здание подъёмных машин; 3 – АБК; 4 – здание вентилятора главного проветривания и calorиферной установки; 5 – компрессорная; 6 – котельная; 7 – ремонтные мастерские; 8 – материальный склад; 9 – противопожарный резервуар; 10 – боксы для автотранспорта; 11 – главный ствол; 12 – надшахтное здание главного ствола; 13 – конвейерная галерея; 14 – открытый склад рядового угля; 15 – обогатительная фабрика; 16 – закрытый склад концентрата; 17 – комплекс погрузки в вагоны; 18 – железнодорожная станция; 19 – открытая электроподстанция; 20 – отстойник для подземных вод; 21 – очистные сооружения

Здание ВГП соединяют с вспомогательным стволом с помощью подземного воздухоподающего канала (рис. 51). При этом надшахтное здание вспомогательного ствола должно быть герметично относительно внешней атмосферы для минимизации утечек подаваемого в шахту воздуха.

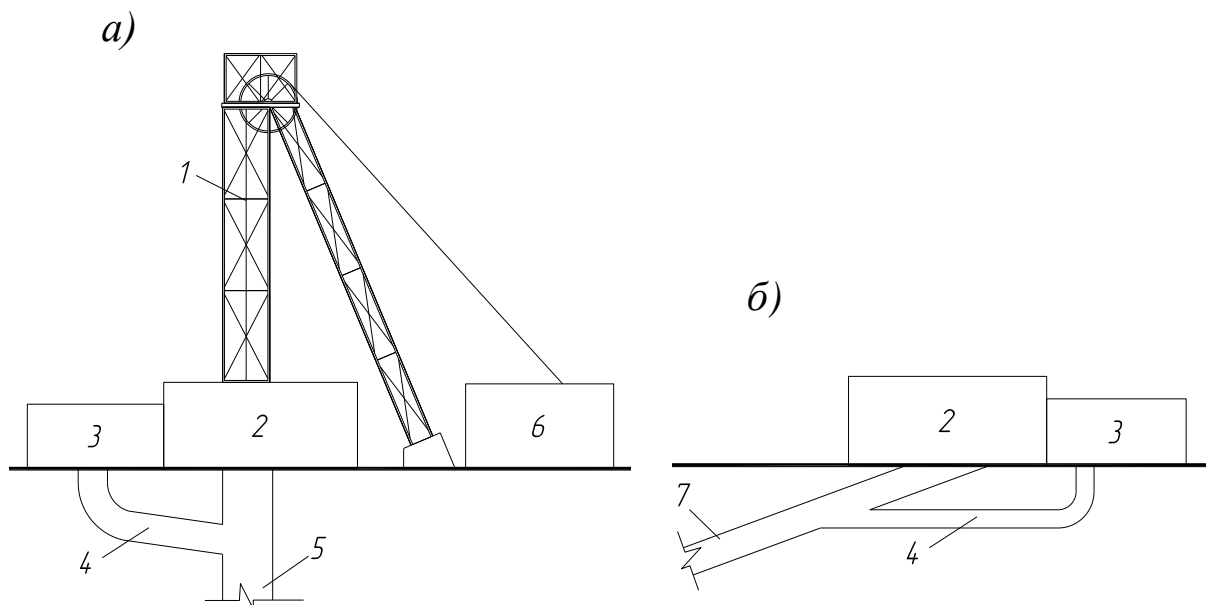


Рис. 51. Соединение здания ВГП со стволом:

а – при вертикальном стволе; б – при наклонном стволе; 1 – копёр; 2 – надшахтное здание ствола; 3 – здание ВГП; 4 – воздухоподающий канал; 5 – вертикальный ствол; 6 – здание подъёмных машин; 7 – наклонный ствол

Здание калориферной установки предназначено для подогрева подаваемого в шахту воздуха в зимнее время. Согласно п. 125 ПБ температура воздуха, поступающего в горные выработки шахты, должна быть не ниже 2 °С.

При глубине горных работ более 600÷800 м ощущается влияние температурного градиента. Породы, вмещающие горные выработки, имеют повышенную температуру и выделяют большое количество тепла в горные выработки. Работать в таких условиях и людям, и машинам практически невозможно. Поэтому воздух, подаваемый в глубокие шахты, кондиционируют.

На некоторых шахтах в большей или меньшей степени осуществляется выдача пустой породы на поверхность. На поверхности таких шахт может устраиваться отвал для породы. Пустую породу, как правило, используют для отсыпки технологических дорог и площадок на земной поверхности.

Согласно требованиям раздела 2.2 инструкции [9] на площадках шахт устраивают пожарные резервуары или водоемы (неприкосновенный пожарный запас воды) общим объемом не менее 250 м³. Количество пожарных резервуаров или водоемов должно быть не менее двух, при этом в каждом из них должно храниться 50 % объема воды на пожаротушение.

Согласно нормативным документам на каждой шахте предусматривается комплекс мероприятий по охране окружающей среды. Для осуществления этих мероприятий в технологическом комплексе поверхности шахты предусматривают специальные сооружения. Из шахты на дневную поверхность попадает большое количество угольной (породной) пыли, примеси вредных газов (метан, СО₂), загрязнённые воды (минерализованные, кислотные, с угольным штыбом и т. д.). Поэтому на поверхности шахты сооружают установки по обеспыливанию, улавливанию вредных газов, очистке и опреснению подземных вод.

3.7. Системы разработки пластовых месторождений

3.7.1. Общие положения

Система разработки – это определённый порядок ведения подготовительных и очистных работ в пределах разрабатываемой части пласта, увязанный в пространстве и времени. Этими частями пласта могут быть этаж, панель, выемочная ступень.

Общий вид системы разработки (чертёж) должен содержать отработанную часть шахтопласта, отработываемую и подготавливаемую к очистной выемке. Горные выработки на системе разработки принято показывать в две линии. Наиболее часто применяемые масштабы 1:5000 и 1:2000.

На выбор системы разработки оказывают влияние следующие факторы:

- элементы залегания пластов (особенно угол падения);
- мощность пластов;
- склонность угля к самовозгоранию;
- склонность пластов к газодинамическим явлениям;
- свойства вмещающих пород;
- газоносность месторождения;
- обводнённость месторождения.

На современном этапе развития технологий в угольной промышленности главный фактор, оказывающий влияние на *принципальный выбор группы систем разработки*, – угол падения пласта.

Наибольшее распространение в отечественной угольной промышленности на пластах с углами падения до 25° имеют различные варианты *столбовых систем разработки* (до $80\div 90\%$ добычи). При таком угле падения возможно также применение камерных и камерно-столбовых систем. В отечественной угольной промышленности их доля незначительна, в зарубежной – в некоторых бассейнах превышает долю столбовых систем.

При углах падения более 25° возможно применение систем разработки различных групп:

- столбовых;
- слоевых;
- систем ПШО и др.

Поскольку в настоящее время небольшое количество шахт отрабатывают такие пласты (Прокопьевско-Киселевский район), то соответственно системы разработки таких пластов имеют ограниченное применение, а большинство вариантов уже не применяется и скорее всего применяться больше не будут.

Среди столбовых систем различают 3 группы:

- длинными столбами по простиранию;
- длинными столбами по падению;
- длинными столбами по восстанию.

При определённых горно-геологических условиях есть факторы, способствующие выбору системы разработки по падению или восстанию. При углах падения $10\text{--}12^\circ$ возможно применение столбовой системы по падению, при углах до $5\text{--}7^\circ$ – по восстанию.

Мощность пласта тоже оказывает существенное влияние на выбор группы систем разработки. На пластах весьма тонких и тонких широкое применение имели сплошные системы. На пластах средней мощности и мощных (до $5\div 6$ м) – столбовые, камерно-столбовые, камерные системы. На пластах мощностью более 6 м – столбовые с выпуском подкровельной толщи угля, слоевые и камерно-столбовые системы.

П. 4.1. РД 05-328-99. На пластах, опасных по горным ударам, запрещается применение камерной и камерно-столбовой систем разработки.

Наличие или отсутствие склонности пластов к самовозгоранию, горным ударам или внезапным выбросам определяет, как правило, выбор того или иного варианта столбовой системы. Например: на пластах, весьма склонных к самовозгоранию, обязательно наличие межлавных целиков; бесцеликовый вариант с оставлением полосы угля рекомендуется на пластах, склонных к горным ударам.

Газоносность оказывает влияние на выбор схемы вентиляции выемочного участка и соответственно на выбор варианта системы разработки. Схема вентиляции выбирается согласно руководству [7]. Например, схема вентиляции может сделать обязательным наличие фланговой выработки и т. д.

На пластах с высокой газоносностью длинные выемочные столбы целесообразно подготавливать спаренными выработками.

Характеристика вмещающих пород в основном оказывает влияние на выбор способа охраны выемочных выработок при столбовых системах.

При высокой обводненности шахтного поля отдают предпочтение системам:

- длинными столбами по восстанию;
- длинными столбами по простиранию с проведением штреков под углом 3–5° и сооружением дренажных выработок.

Классификация систем разработки

Существуют различные классификации систем разработки. В их основу может быть положен тот или иной признак: применяемость в зависимости от угла падения пласта, мощность пласта, степени механизации очистных работ и т. д. Учесть все признаки в одной классификации затруднительно. Один из вариантов классификации представлен на рис. 52. В её основу положено разделение по мощности вынимаемого слоя угля при очистных работах: отработка пласта в один слой (сразу на всю мощность) и отработка с делением на слои. Системы разработки с разделением на слои изучаются в рамках дисциплины "Разработка мощных угольных пластов", поэтому их классификация подробно не представлена. В рамках данной дисциплины рассматривается отработка без деления на слои. Для этой группы систем разработки главным классификационным признаком является длина очистного забоя.

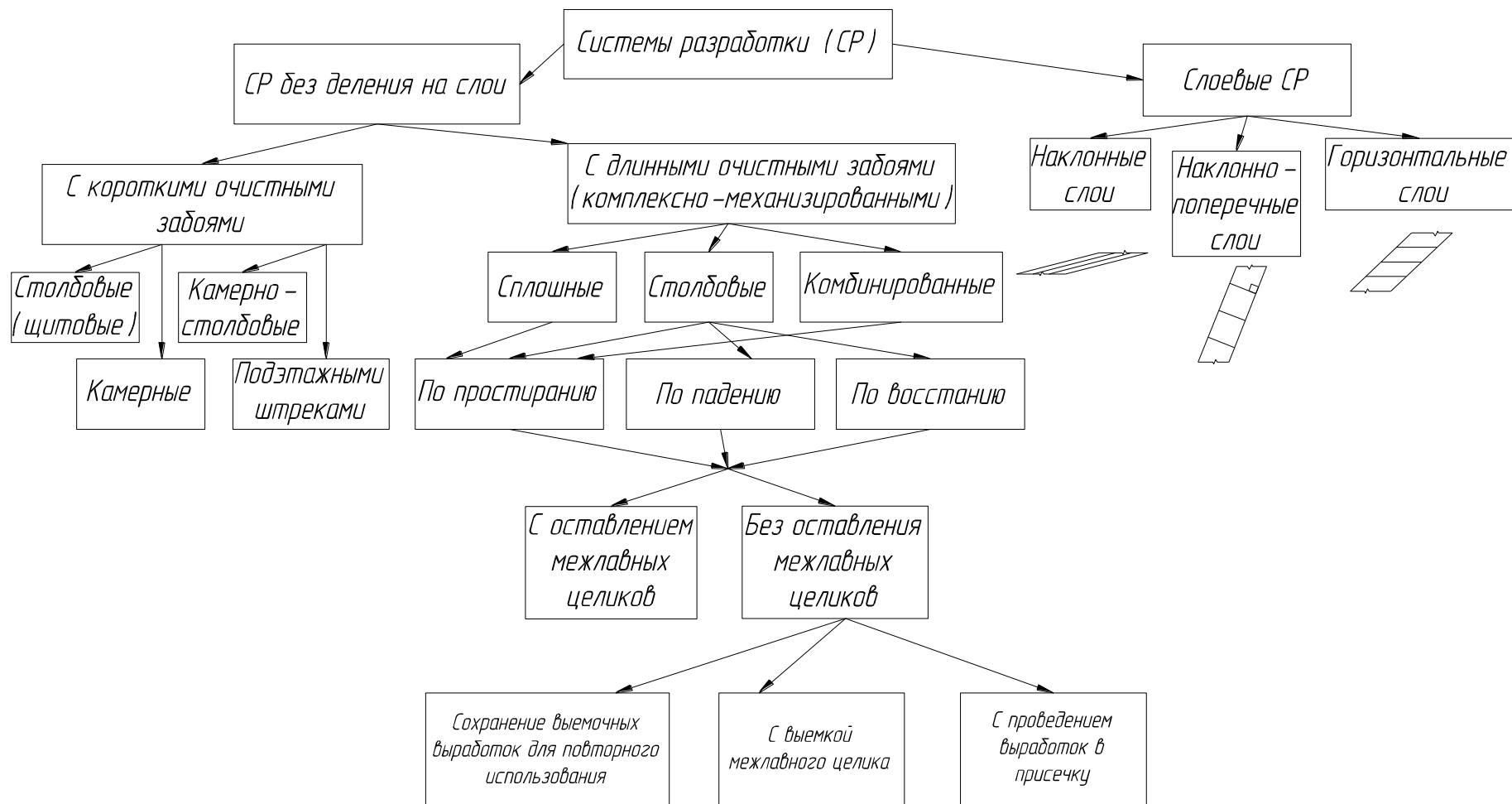


Рис. 52. Классификация систем разработки

Представленная классификация отражает только относительно распространённые группы систем разработки и не претендует на абсолютность. Также различают варианты систем разработки с двукрылыми и однокрылыми панелями, а также с восходящим и нисходящим порядком (не отражено на рис. 52).

Порядок отработки частей шахтопласта

Шахтопласты отрабатываются частями – панелями, этажами, столбами по падению или восстанию. Отработку частей шахтопласта по простиранию (панелей, столбов по падению или восстанию) ведут прямым и обратным порядком. Прямой порядок – от центра к боковым границам шахтного поля, обратный – от границ к центру (рис. 53).

Этажи, а также ярусы в пределах панели могут отрабатываться в восходящем или нисходящем порядке (рис. 54). Наиболее распространён нисходящий порядок. Восходящий порядок применяют, если есть горно-геологические условия, склоняющие к его выбору (например, высокая обводнённость).

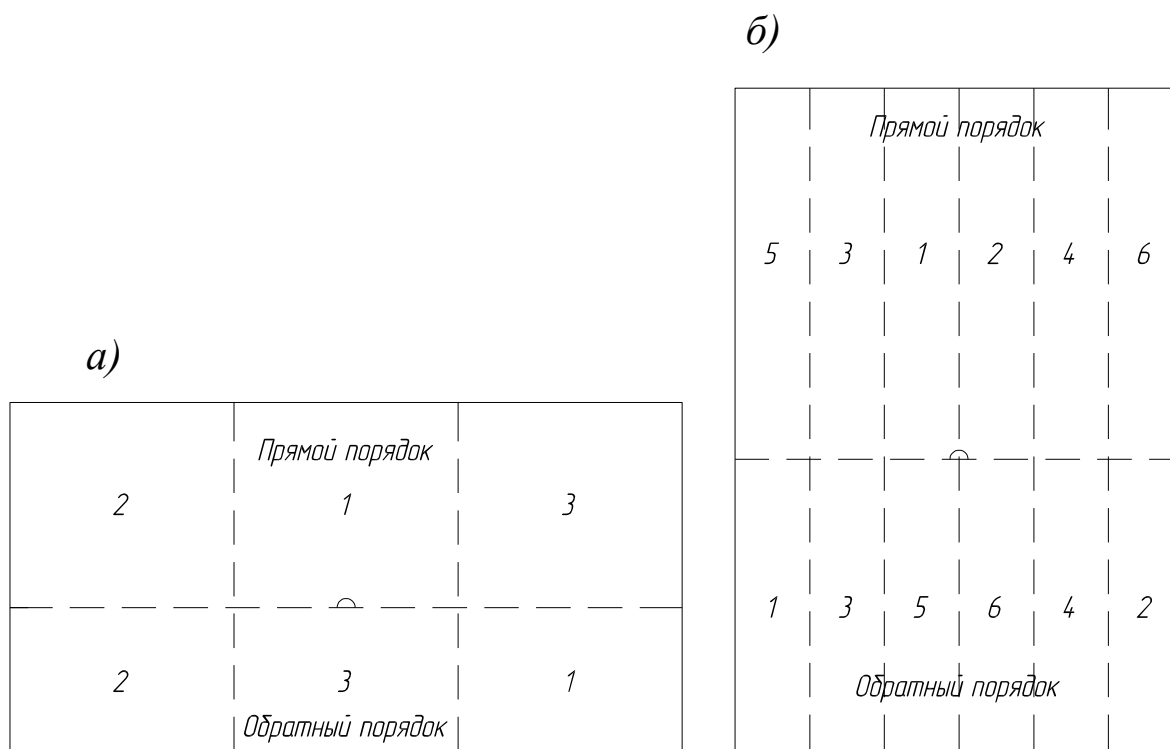


Рис. 53. Порядок отработки частей шахтного поля по простиранию: а – при панельной подготовке; б – при погоризонтной подготовке

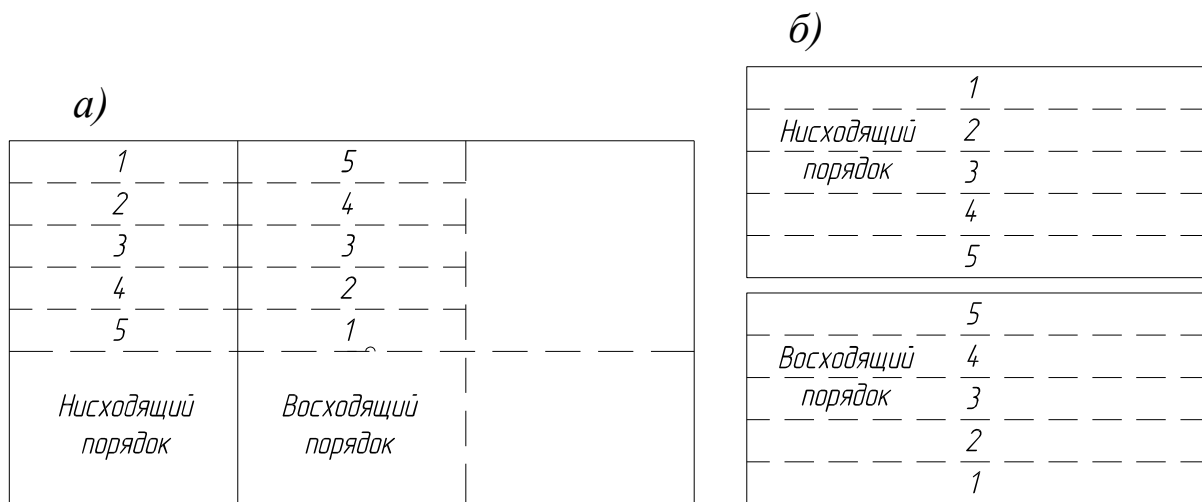


Рис. 54. Порядок обработки частей шахтного поля по падению:
 а – порядок обработки ярусов при панельной подготовке; б – порядок обработки этажей

П. 4.3. РД 05-328-99. При выемке пластов, склонных к горным ударам, должны применяться нисходящий порядок обработки этажей (ярусов) и минимальное количество передовых выработок. Восходящий порядок обработки, как исключение, может быть принят по заключению ВНИМИ.

В пределах выемочного столба различают прямой и обратный порядок обработки (рис. 55). При столбовых системах применяют обратный порядок. Он подразумевает обязательное наличие выемочных выработок, оконтуривающих столб, проведённых заранее.

При однокрылых шахтных полях порядок обработки определяется следующим образом: от стволов к противоположной границе – прямой, от границы к стволам – обратный.

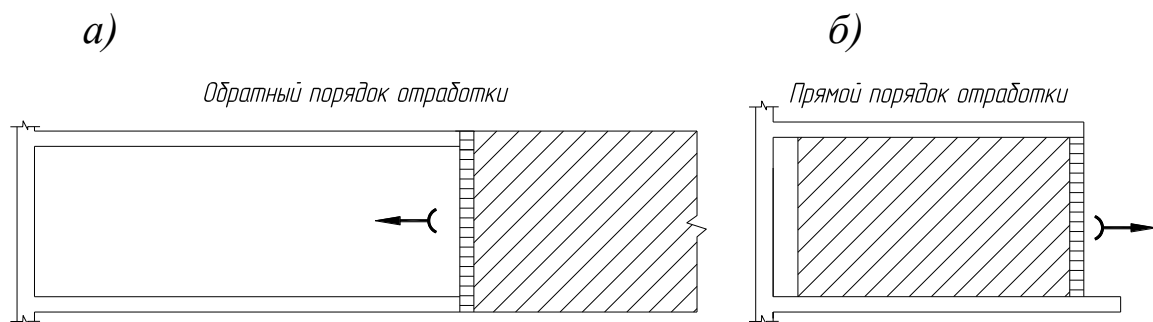


Рис. 55. Порядок обработки частей в пределах выемочного столба:
 а – обратный, при столбовых системах разработки; б – прямой, при сплошных системах разработки

3.7.2. Столбовые системы разработки

Столбовые системы разработки предполагают разделение в пространстве и времени подготовительных и очистных работ. При этом при оконтуривании части шахтопласта образуются "длинные столбы". Это позволяет осуществить:

- доразведку условий залегания пласта (изменение его мощности, угла падения, наличие не выявленных ранее геологических нарушений и др.);
- предварительную дегазацию выемочного столба.

Существует множество вариантов столбовых систем. Принципиально разные варианты – это столбовые системы для пластов пологого, наклонного залегания и для пластов крутонаклонного, крутого залегания. В этой части дисциплины будут рассмотрены варианты для пологого и наклонного залегания. Далее представлены некоторые из них. Это базовые варианты, отражающие сущность той или иной модификации столбовой системы разработки. Для каждого базового варианта есть еще несколько модификаций в зависимости от схемы проветривания, направления подвигания очистного или подготовительного забоя, порядка отработки панели, а также варианты для уклонных или бремсберговых полей, двукрылых и однокрылых панелей.

Следующее требование регламентирует наличие обходных выработок при любом варианте системы разработки.

П. 52 ПБ. Наклонные горные выработки, являющиеся выходами с горизонта на горизонт или на поверхность, по которым проводят доставку грузов и персонала, на участках, где находятся нижние и промежуточные приёмные площадки, должны иметь обходные выработки.

Система разработки с длинными столбами по простиранию с оставлением межлавных целиков

Данный вариант столбовой системы применяется при любой мощности пласта, для которой возможно применение столбовых систем. Возможны модификации для двукрылых (рис. 56) и однокрылых (рис. 57) панелей. Целик служит для охраны вентиляционного штрека нижней лавы от выработанного пространства отработанной лавы. Как правило, наличие целика позволяет избежать проблем с поддержанием вентиляционного штрека в проектном

состоянии. Это является одной из основных причин широкого применения данного варианта.

Эта система рекомендуется к применению на пластах, весьма склонных к самовозгоранию.

П. 479 ПБ. Отработку пластов угля, склонных к самовозгоранию, осуществляют с оставлением целиков угля, размеры которых обеспечивают безопасную отработку смежных выемочных участков.

П. 2.1.12 Инструкции [4] содержит аналогичное требование.

Целик изолирует выработанное пространство от действующих выработок, что исключает проникновение в него воздуха. Это снижает интенсивность процесса самовозгорания потерь угля в выработанном пространстве. Целики подвергают антипирогенной обработке (рассматривается в дисциплине "Управление состоянием массива горных пород").

Целики являются потенциальными источниками удароопасности и провоцируют возникновение зон повышенного горного давления (ЗПГД) на соседних пластах. Поэтому варианты столбовых систем разработки с оставлением межлавных целиков запрещены к применению на пластах, опасных по горным ударам, и на защитных пластах. Механизм этих явлений, а также закономерности формирования ЗПГД рассматривались при изучении дисциплины "Геомеханика".

Данную систему разработки рекомендуется применять в случае высокой газоносности. Поскольку штреки проводятся спаренно (через целик), есть возможность осуществлять их проветривание при проведении за счёт общешахтной депрессии (т. е. упрощается проветривание штреков при их проведении). Для этого через некоторое расстояние они соединяются сбоями. Расстояние между сбоями зависит от газоносности и характеристик применяемых вентиляторов местного проветривания. Оно, как правило, не превышает 800 м.

Вариант, представленный на рис. 57, как и все другие варианты с однокрылыми панелями, подразумевает наличие выработок на обоих флангах панели. При отработке однокрылых панелей возможны различные варианты порядка ведения горных работ:

– проведение подготовительных выработок навстречу очистному забою;

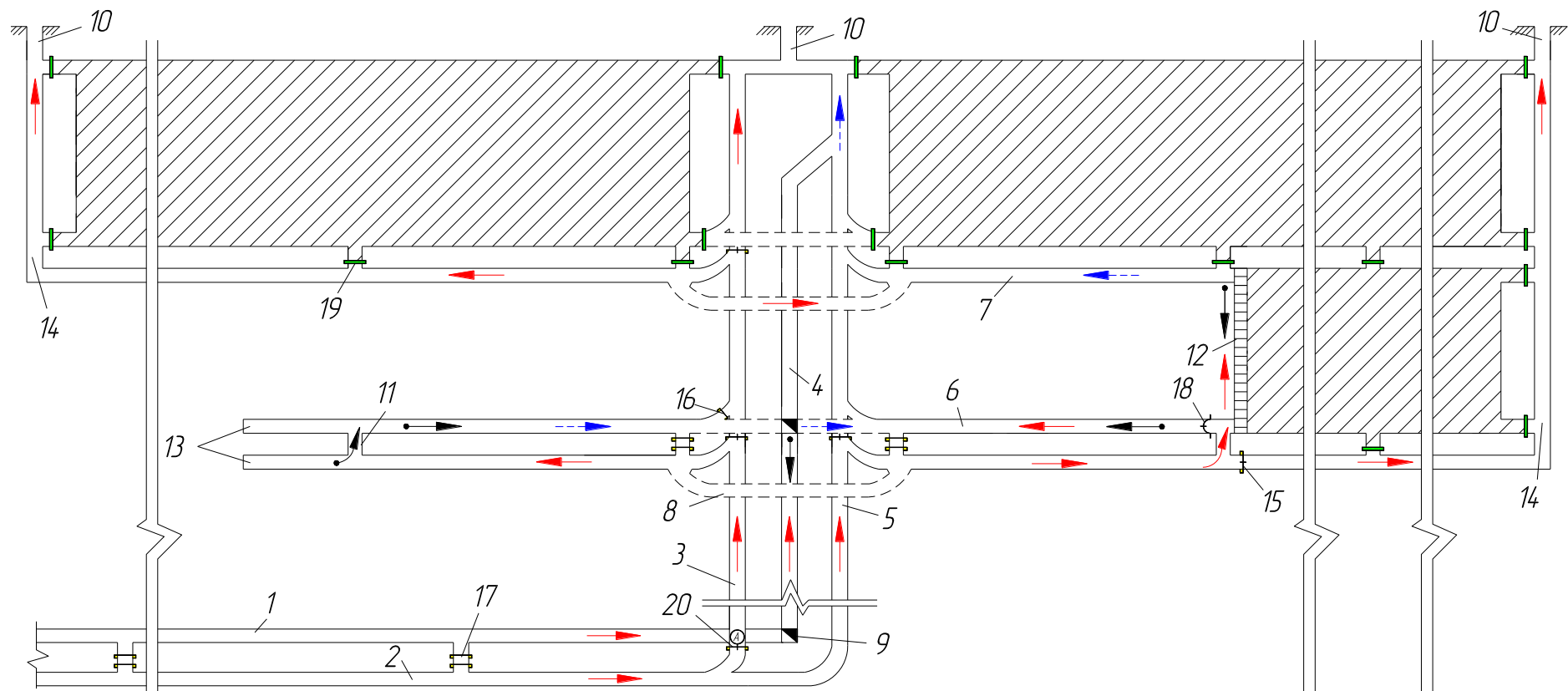


Рис. 56. Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межславных целиков (двукрылая бремсберговая панель):

1 – пластовый конвейерный штрек; 2 – пластовый воздухоподающий штрек; 3 – людской ходок; 4 – бремсберг; 5 – грузовой ходок; 6 – ярусный конвейерный штрек; 7 – ярусный вентиляционный штрек; 8 – обходная выработка; 9 – аккумулярующий бункер; 10 – шурф; 11 – сбойка; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – фланговый ходок; 15 – дверь вентиляционная с регулирующим окном; 16 – дверь вентиляционная закрытая; 17 – шлюз; 18 – вентиляционный парус с окном; 19 – перемычка изолирующая с врубом; 20 – дверь вентиляционная с регулирующим окном автоматическая

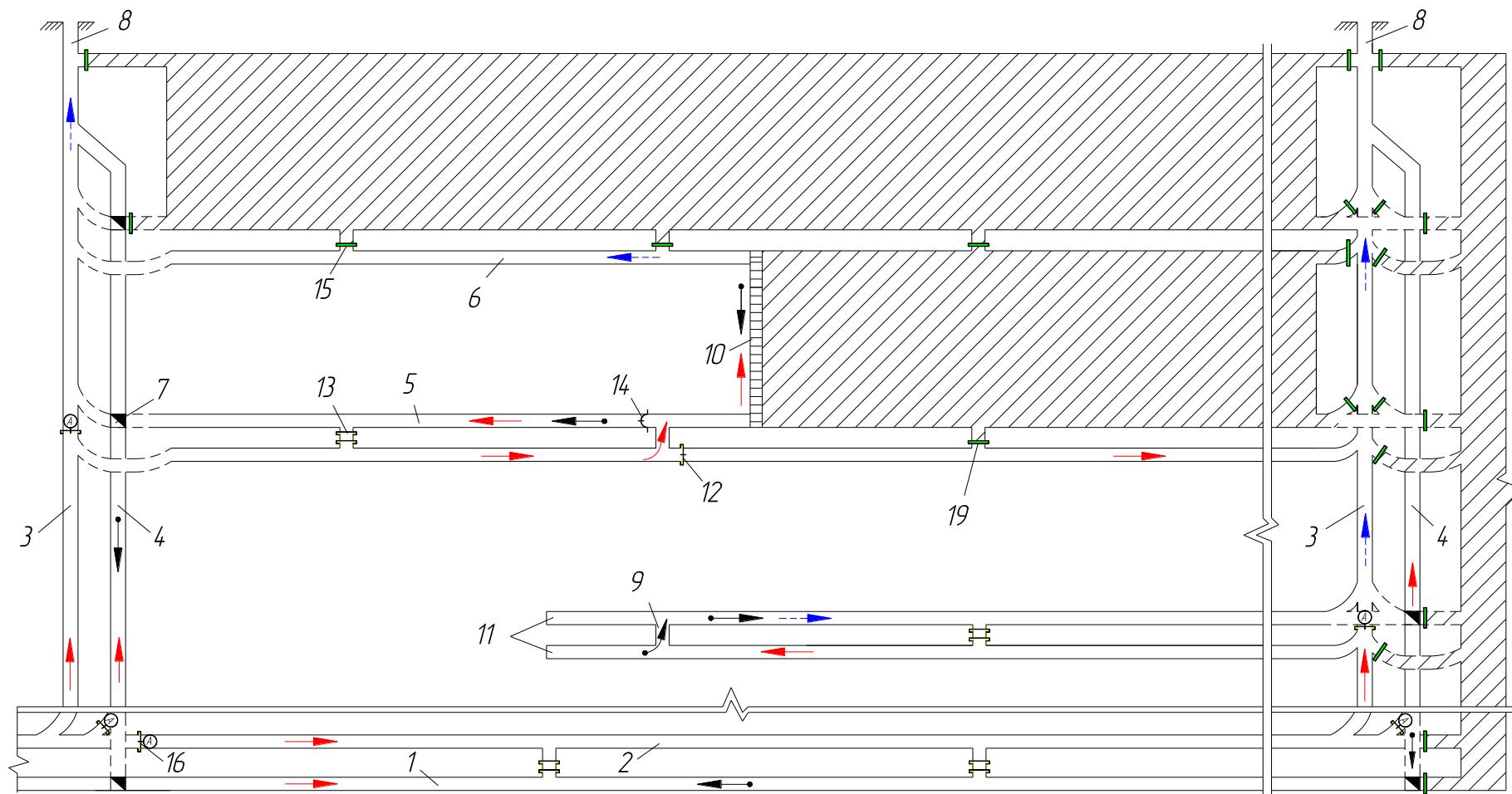


Рис. 57. Система разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межлавных целиков (однокрылая бремсберговая панель):

1 – пластовый конвейерный штрек; 2 – пластовый воздухоподающий штрек; 3 – грузолудской ходок; 4 – бремсберг; 5 – ярусный конвейерный штрек; 6 – ярусный вентиляционный штрек; 7 – аккумулярующий бункер; 8 – шурф; 9 – сбойка; 10 – очистной забой; 11 – подготовительный забой; 12 – перемычка с регулятором; 13 – шлюз; 14 – вентиляционный парус с окном; 15 – перемычка изолирующая с врубом; 16 – дверь вентиляционная с регулирующим окном автоматическая

- проведение подготовительных выработок в одном направлении с подвиганием очистного забоя;
- отработка ярусов в одном направлении;
- отработка следующего яруса в противоположном направлении.

Следует учитывать, что в случае опасности возникновения горных ударов не рекомендуется ведение очистных работ на выработанное пространство (вариант с противоположным направлением отработки яруса). Достоинства систем разработки с оставлением межлавного целика независимо от варианта:

- улучшаются условия поддержания выемочных выработок (относительно вариантов на рис. 59, 60, 62, 63);
- возможность изоляции выработанного пространства (относительно вариантов на рис. 59, 60, 62, 63).

Основные недостатки:

- потери угля в целиках (относительно вариантов на рис. 59, 60, 62, 63);
- большой объём подготовительных работ (относительно вариантов на рис. 59, 60);
- формирование ЗПГД от целиков на соседних пластах (относительно вариантов на рис. 59, 60, 62, 63).

Система разработки длинными столбами по простиранию с сохранением выемочных выработок для повторного использования

Этот вариант является наиболее рациональным с точки зрения минимизации эксплуатационных потерь угля и объёма подготовительно-нарезных выработок. Поэтому в нормативном документе "Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию горных выработок на угольных шахтах" [10] содержится следующее требование.

П. 7.19. При выборе способа охраны и поддержания выработок в первую очередь оценивается возможность применения способа с повторным использованием выработок, в том числе в условиях с труднообрушающейся кровлей и пучащей почвой...

Однако в отечественной угольной промышленности такой вариант не стал самым распространенным. Основная причина этого – значительное уменьшение площади поперечного сечения

выработки после её сохранения для повторного использования. Не редко выработку приходилось полностью перекреплять, что нивелировало экономическую выгоду от её сохранения. Возможны варианты с сохранением нижнего (конвейерного), верхнего (вентиляционного) или обоих штреков. Сохранение (поддержание) выработки заключается в возведении искусственного сооружения взамен вынутаго борта со стороны выработанного пространства и установке крепи усиления в сохраняемой части на расстоянии до 150 м позади очистного забоя. Искусственное сооружение выполняет функции режущей опоры при обрушении кровли вслед за продвижением очистных работ и изоляции сечения штрека от выработанного пространства (искусственный борт).

В отечественной угольной промышленности искусственные сооружения возводятся в основном из лесоматериалов. Это так называемый "органый ряд" и "костры" (рис. 58). Органый ряд представляет собой рудничные стойки диаметром $0,2 \div 0,25$ м, установленные приблизительно по линии бывшего борта сплошную в один или два ряда. Костры укладываются на расстоянии нескольких метров (или десятков метров) друг от друга. Они представляют собой лесоматериал, уложенный в виде колодца квадратной формы сечения или другим образом. Возможно применение для этих целей бетонных блоков, литых полос и других сооружений. Подробнее это рассматривается в теме "Способы охраны подготовительных выработок". Считается, сохранение выработок целесообразно на пластах мощностью до 3,5 м. Однако наибольшее распространение на отечественных шахтах оно получило на пластах мощностью до 2 м. Работы по возведению искусственных сооружений на отечественных шахтах обладают низкой степенью механизации и соответственно высокой трудоёмкостью. Поэтому при большей мощности их затруднительно выполнять.

Если в сохраняемой части выработки предполагается значительное смещение вмещающих пород (например, из-за крупноблочного обрушения тяжёлой кровли), применять такую систему разработки нецелесообразно. В таких условиях сохраняемую часть "задавит", т. е. её площадь поперечного сечения станет настолько маленькой, что выработку будет невозможно повторно использовать. При проведении мероприятий по разупрочнению кровли над сохраняемой частью штрека применение такой системы возможно

и в условиях крупноблочного обрушения (рассматривается в дисциплине "Управление состоянием массива горных пород").

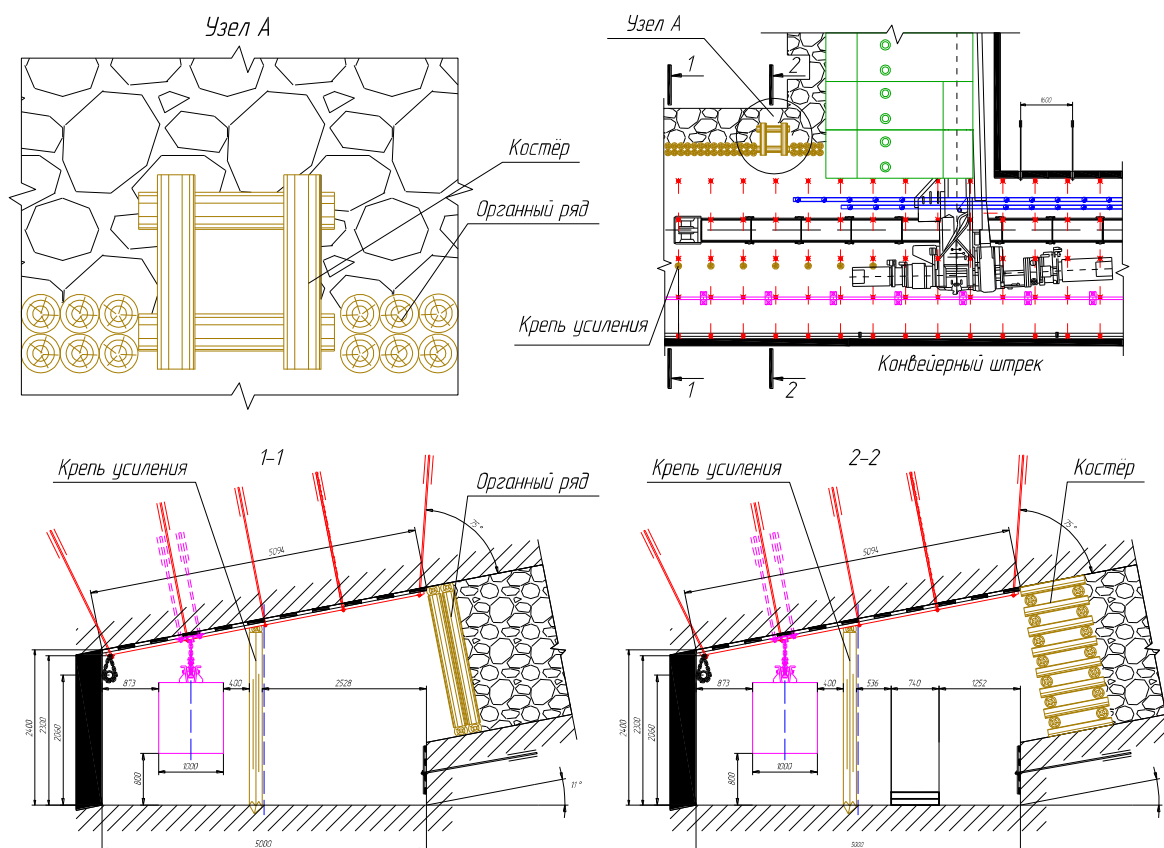


Рис. 58. Элементы паспорта очистных работ при сохранении конвейерного штрека для повторного использования

На рис. 59 и 60 представлены варианты столбовой системы с сохранением конвейерного штрека соответственно для уклонной и бремсберговой двукрылой панели.

В зарубежной угольной промышленности варианты систем разработки с сохранением выработок также применяются. Так в ФРГ вариант с сохранением конвейерного штрека являлся базовым и имел широкое распространение. При этом его успешно применяли на пластах разной мощности в условиях глубины горных работ более 1000 м. Особенности технологии горных работ, позволяющими сохранять штрек в пригодном для повторного использования состоянии в условиях большой глубины, являются:

- большая начальная площадь поперечного сечения (не менее 26 м²);
- комбинированная крепь (анкерная и арочная) с высокой несущей способностью;

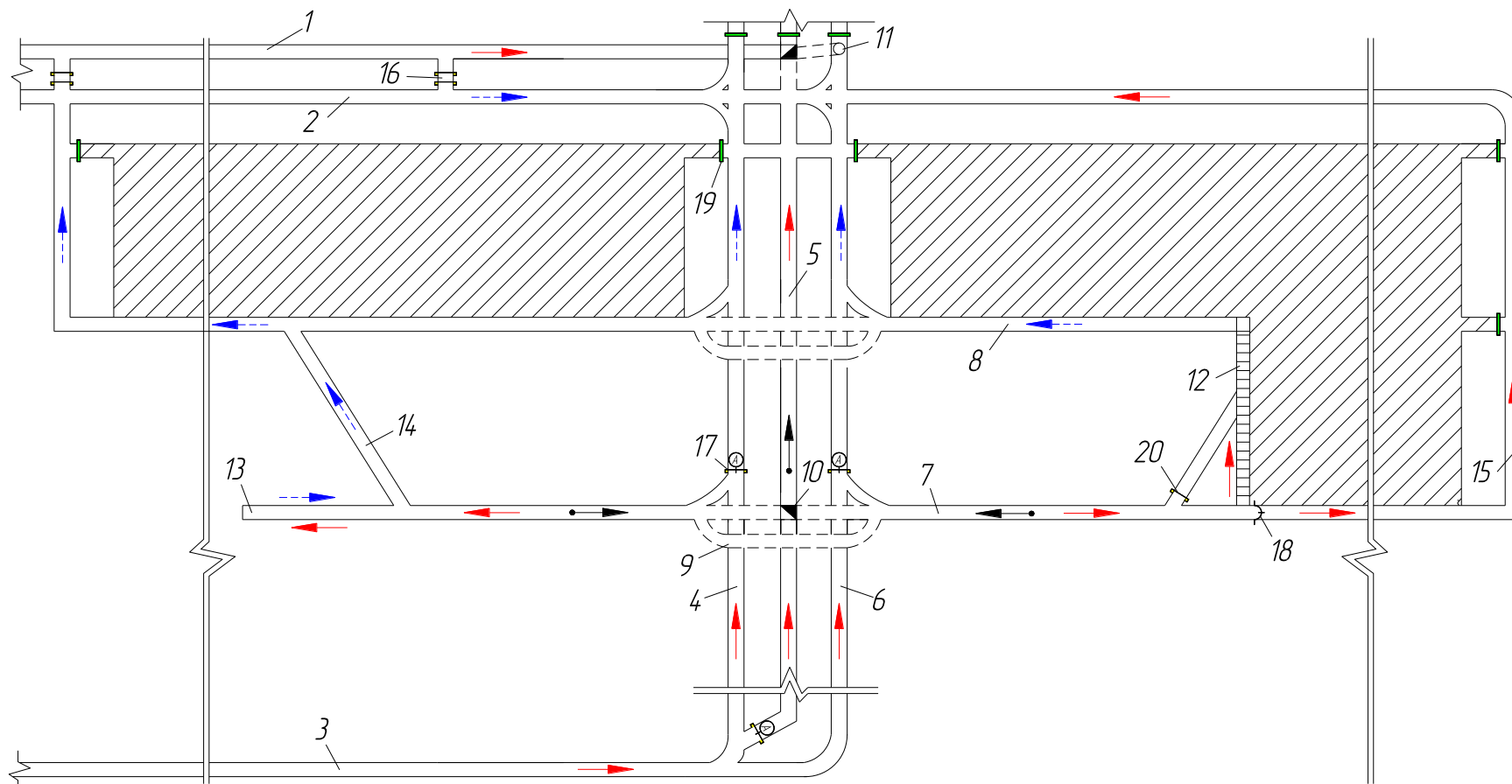


Рис. 59. Система разработки длинными столбами по простиранию с сохранением конвейерного штрека для повторного использования (уклонная панель):

1 – пластовый конвейерный штрек; 2, 3 – пластовый воздухоподающий штрек; 4 – людской ходок; 5 – уклон; 6 – грузовой ходок; 7 – ярусный конвейерный штрек; 8 – ярусный вентиляционный штрек; 9 – обходная выработка; 10 – аккумуляторный бункер; 11 – вентиляционная скважина; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – диагональная печь; 15 – фланговый ходок; 16 – сбойка со шлюзом; 17 – дверь вентиляционная с регулирующим окном автоматическая; 18 – вентиляционный парус с окном; 19 – перемычка изолирующая с врубом; 20 – дверь вентиляционная закрытая

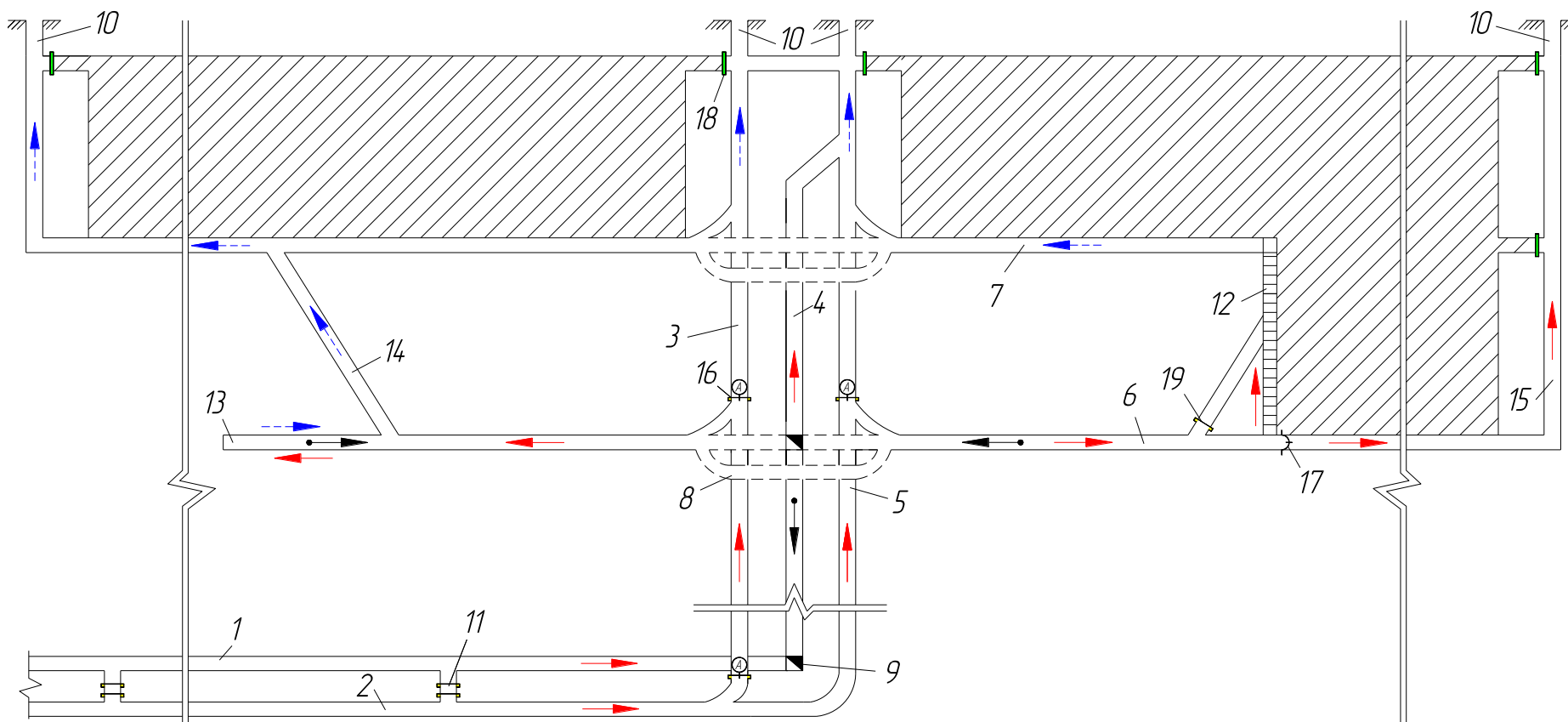


Рис. 60. Система разработки длинными столбами по простиранию с сохранением конвейерного штрека для повторного использования (бремсберговая панель):

1 – пластовый конвейерный штрек; 2 – пластовый воздухоподающий штрек; 3 – людской ходок; 4 – уклон; 5 – грузовой ходок; 6 – ярусный конвейерный штрек; 7 – ярусный вентиляционный штрек; 8 – обходная выработка; 9 – аккумулирующий бункер; 11 – сбойка со шлюзом; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – диагональная печь; 15 – фланговый ходок; 16 – дверь вентиляционная с регулирующим окном автоматическая; 17 – вентиляционный парус с окном; 18 – перемычка изолирующая с врубом; 19 – дверь вентиляционная закрытая

– возведение искусственного сооружения в виде бетонной полосы, что обеспечивает большую несущую способность по сравнению с лесоматериалами и полную изоляцию от выработанного пространства.

Для всех вариантов столбовой системы с сохранением выработок для повторного использования характерны следующие достоинства и недостаток. Достоинства:

– минимальные эксплуатационные потери угля в панелях за счет отсутствия межлавных целиков (относительно вариантов на рис. 56, 57, 62);

– меньший объем подготовительно-нарезных работ (относительно вариантов на рис. 56, 57, 62, 63).

Недостатки:

– необходимость проведения диагональных печей (относительно вариантов на рис. 56, 57, 63).

– возможные трудности с поддержанием сохраненного штрека (относительно вариантов на рис. 56, 57, 62, 63).

Системы разработки длинными столбами по простиранию с проведением присечного штрека

Такие системы разработки целесообразно применять, когда запрещено или нет необходимости оставлять целики угля, а систему разработки с сохранением выемочных выработок для повторного использования применять невозможно или нецелесообразно.

Существует несколько вариантов проведения присечных штреков (рис. 61). В настоящее время наибольшее распространение имеет вариант *а*. Этот вариант рекомендуется инструкцией по отработке удароопасных пластов [6] (пункт 2.3). Размер полосы (податливого целика) $m + 1$ м. Основное преимущество варианта *а* – проведение присечного штрека в массиве угля и его изоляция от выработанного пространства полосой угля.

Вариант практически не применяется в настоящее время.

Варианты *б*, *в* и *г* ранее довольно широко применялись на шахтах СССР. Были опробованы различные варианты развития горных работ в пределах выемочного поля. Некоторые из них позволили достичь высоких технико-экономических показателей и были включены в ведомственные технологические схемы. Для этих систем разработки характерно проведение присечного штре-

ка вслед за очистным забоем, с некоторым отставанием. Величина этого отставания должна быть больше протяжённости 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 счёт общешахтной депрессии (без ВМП). Однако может потребоваться выполнение дополнительных операций для поддержания участка выработки от сопряжения с очистным забоем до подготовительного забоя.

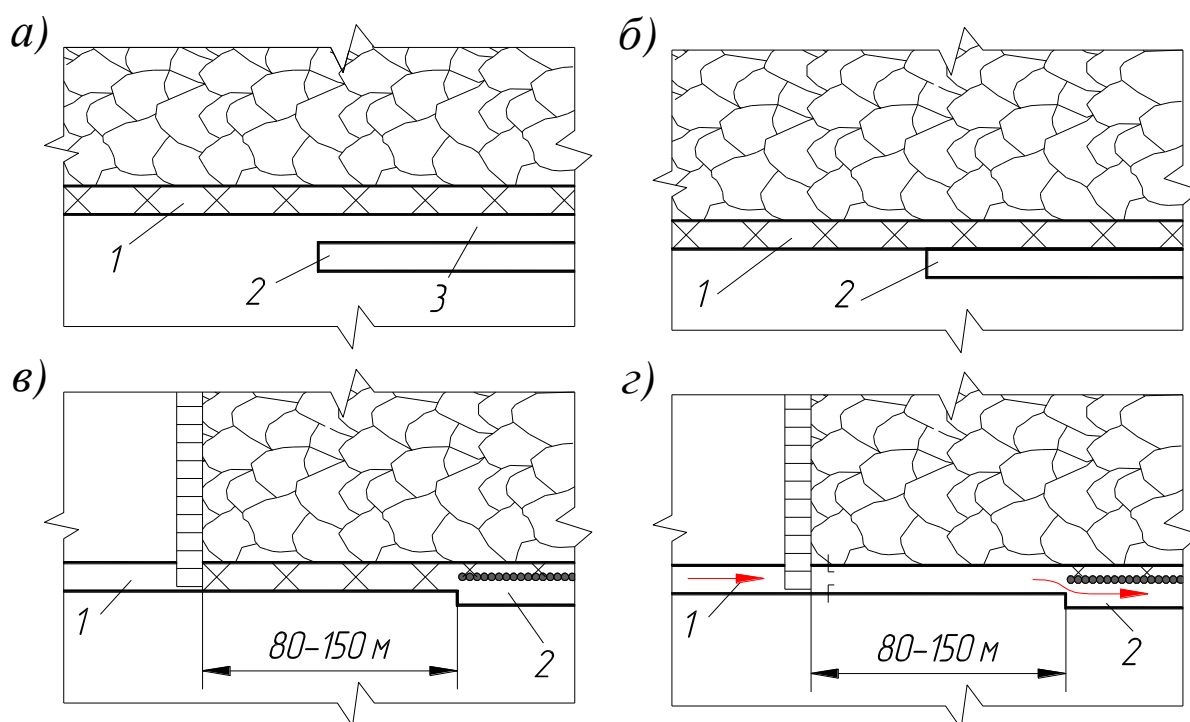


Рис. 61. Варианты присечки:

а – с оставлением полосы угля; б – с полной присечкой (по контакту с выработанным пространством); 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. 62 представлена система разработки, в которой используется вариант присечки, как на рис. 61, *а*. В этой двукрылой панели подразумевается следующее развитие горных работ: очистной и подготовительные забои находятся в разных крыльях, причём проведение выработок осуществляется в том крыле, где отработывалась предыдущая лава. Это обеспечивает проведение присечного штрека в разгруженной и дегазированной зоне.

Достоинства варианта, представленного на рис. 62:

- сравнительно небольшие эксплуатационные потери угля (относительно вариантов на рис. 56, 57, 63);
- лучшие условия поддержания выемочной выработки (относительно вариантов на рис. 59, 60);
- возможность организации проветривания при отработке бремсберговой части без проведения фланговых выработок (относительно вариантов на рис. 56, 57, 59, 60, 62);
- лучшая изоляция выработанного пространства (относительно вариантов на рис. 59, 60).

Недостаток:

- необходимость проведения диагональных печей (относительно вариантов на рис. 56, 57, 62).

Система разработки длинными столбами по простиранию с выемкой межлавных целиков при отработке следующего яруса

Сущность этого варианта заключается в подготовке выемочных столбов с межлавными целиками и их дальнейшей выемкой при отработке нижележащего яруса (этажа). При этом необходимо частично (шириной не менее 0,7 м) сохранять конвейерный штрек для обеспечения эффективного проветривания лавы в пределах целика (рис. 62). Для других целей сохранённый штрек не используют. Для размещения оборудования, доставки и складирования материалов и монтажных работ используют вентиляционный штрек.

Этот вариант системы разработки целесообразно применять, когда возможны трудности с сохранением выемочной выработки на полное сечение, а оставлять межлавные целики нет необходимости или запрещено. В целом область применения аналогична системам разработки с присечкой. Поэтому имеет смысл сравнить этот вариант в первую очередь с вариантом, рассмотренным на рис. 62. Достоинство системы с выемкой целика – нет необходимости в проведении диагональных печей. Недостаток – наличие выработки по фронту очистного забоя.

Вариант, представленный на рис. 63, применялся на шахтах Кузбасса и других угольных бассейнов и применяется сейчас. На отечественных шахтах применялись и варианты, не предусматривающие частичное сохранение конвейерного штрека:

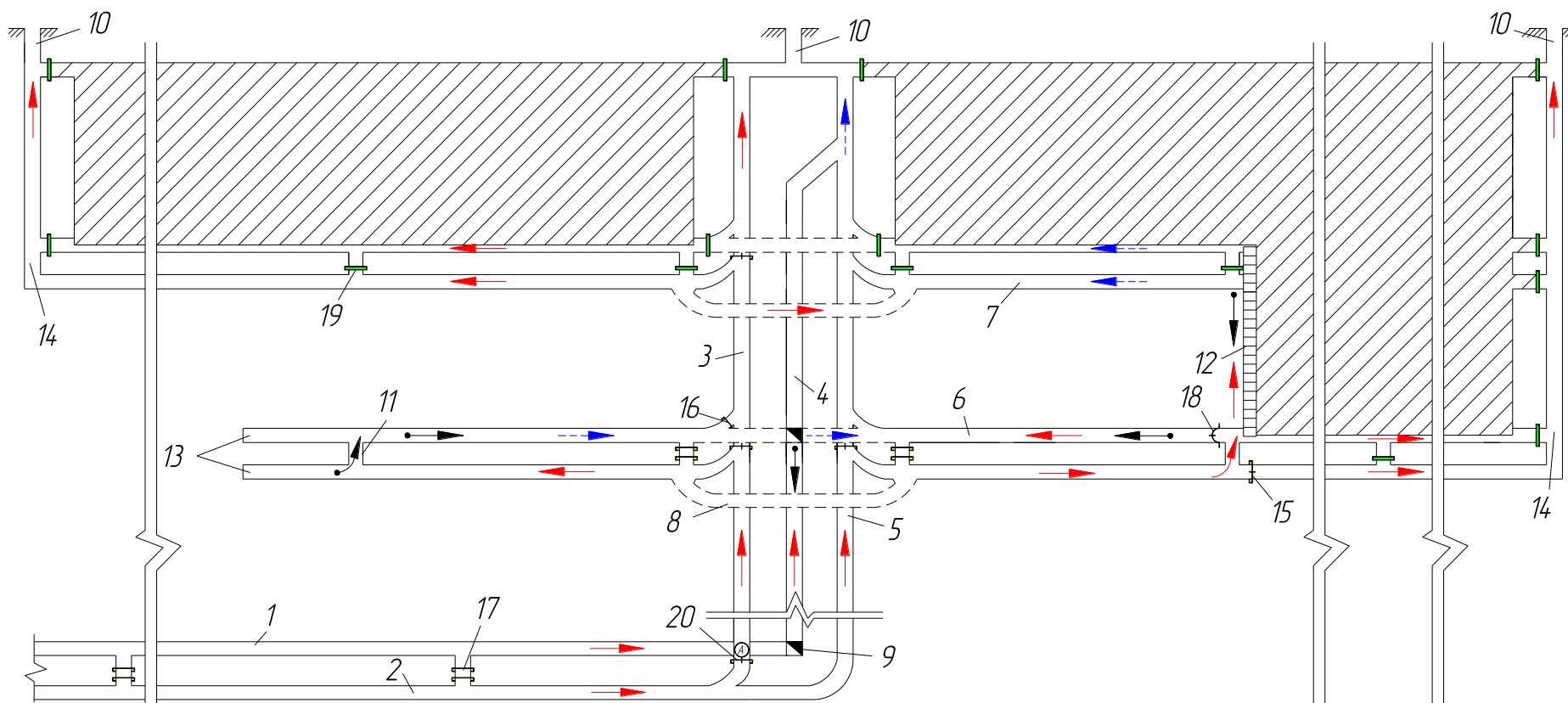


Рис. 63. Система разработки длинными столбами по простиранию с выемкой межлавных целиков при отработке следующего яруса (двусторонняя тормозберговая панель):

1 – пластовой конвейерный штрек; 2 – пластовой воздухоподающий штрек; 3 – людской ходок; 4 – тормозберг; 5 – грузовой ходок; 6 – ярусный конвейерный штрек; 7 – ярусный вентиляционный штрек; 8 – обходная выработка; 9 – аккумулярующий бункер; 10 – шурф; 11 – сбойка; 12 – очистной забой; 13 – подготовительный забой; 14 – фланговый ходок; 15 – дверь вентиляционная с регулирующим окном; 16 – дверь вентиляционная закрытая; 17 – шлюз; 18 – вентиляционный парус с окном; 19 – перемычка изолирующая с врубом; 20 – дверь вентиляционная с регулирующим окном автоматическая

– вариант с полным погашением штрека и обработкой выемочного столба с тупиком в верхней части лавы;

– вариант с полным погашением штрека и проведением присечного штрека по верхнему борту целика.

На шахте "Распадская" по отдельному разрешению применялся вариант с тупиком. Этот вариант имеет два недостатка: сложности с проветриванием тупиковой части лавы и, собственно, наличие тупика в лаве. Особенно они проявляются при отработке по простиранию, когда тупик является самой верхней, а значит самой загазованной частью лавы. Проблему с проветриванием можно частично решить путём прососа воздуха через выработанное пространство. Также для этих целей по оси погашаемого конвейерного штрека возможно оставление жёсткого вентиляционного става, который будет служить для проветривания при выемке целика нижележащей лавой. Вторым недостатком фактически является нарушением ПБ.

П. 51 ПБ. Из очистной горной выработки должно быть не менее двух выходов в оконтуривающие выемочный участок горные выработки...

Вариант с проведением присечного штрека по мере отработки выемочного столба не имеет указанных выше двух недостатков и не противоречит ПБ. Присечной штрек проводится впереди лавы на 60÷80 м и сбивается с вентиляционным штреком (может проводиться до ближайшей существующей сбойки). Это обеспечивает проветривание и второй выход из лавы. При этом можно начинать отработку столба. Далее, по мере подвигания лавы, присечной штрек удлиняется и вновь соединяется сбойкой с вентиляционным штреком. Недостаток этого варианта, по сравнению с вариантом на рис. 63, – необходимость проведения штрека одновременно с ведением очистных работ. Достоинство – нет необходимости в поддержании штрека.

В целом, относительно предыдущих вариантов систем разработки, вариант на рис. 63 имеет следующий недостаток: наличие выработки по фронту очистного забоя (относительно вариантов на рис. 56, 57, 59, 60, 62).

Достоинства этого варианта – возможность избежать оставления межлавных целиков без проведения диагональных печей (относительно вариантов на рис. 59, 60, 62).

Примеры вопросов для самоконтроля

По главе 1

Раздел 1.1

1. Что называют шахтным полем?
2. Назовите параметры шахтного поля.
3. Какие размеры характерны для шахтных полей?
4. Какое шахтное поле наиболее удобное для разработки?

Раздел 1.2

5. Какие параметры положены в основу представленной классификации конфигураций шахтных полей?
6. Могут ли шахтопласты иметь различные размеры по простиранию и падению?

Разделы 1.3 и 1.4

7. На какие части по падению (простиранию) делят шахтные поля?
8. Какую часть шахтного поля называют блоком?
9. На какие части делят шахтопласты?

Раздел 1.5

10. Назовите категории запасов шахтного поля.
11. Назовите виды потерь угля в шахтном поле.
12. Какие запасы называют балансовыми?
13. По каким причинам запасы могут быть отнесены в категорию забалансовых?
14. Какие конкретно потери относят в эксплуатационные?

По главе 2

1. Что называют производственной мощностью шахты?
2. Какие виды производственной мощности различают?
3. Из чего складывается полный срок службы шахты?
4. Чем регламентируется срок, в течение которого могут вестись горные работы на шахте.

По главе 3

Раздел 3.1

1. Назовите и охарактеризуйте стадии разработки месторождения подземным способом?

Раздел 3.2

2. Что называют способом вскрытия?

3. Что называют схемой вскрытия?
4. Как классифицируются схемы вскрытия?
5. Как классифицируются вскрывающие выработки?
6. Под каким углом к горизонту проводят наклонные стволы?
7. Какие взаимные преимущества и недостатки вертикальных и наклонных стволов?
8. Как осуществляется проветривание горных выработок, оборудованных ленточными конвейерами?
9. Для чего могут быть предназначены шурфы?
10. Какое транспортное оборудование может быть в стволе?
11. Какие стволы предпочтительней при вскрытии шахтных полей глубиной менее 500 м?
12. Какие существуют виды квершлагов по фактору осуществления в них главного транспорта?
13. Какое главное требование при вскрытии пластов склонных к самовозгоранию?
14. Как может быть расположен наклонный ствол относительно шахтного поля?
15. Какие существуют варианты взаимного расположения воздухоподающих и вентиляционных стволов в шахтном поле? Какой из них характерен для большинства шахт на пологом и наклонном падении пластов?
16. Какой порядок отработки шахтного поля характерен для схем вскрытия с капитальным квершлагом?
17. При каких параметрах шахтного поля целесообразно применять схемы вскрытия без сооружения транспортного горизонта?
18. Какие схемы вскрытия предполагают углубку стволов (ствола)?
19. Какая схема вскрытия характерна для шахтных полей с крутыми пластами?

Раздел 3.3

20. Как классифицируется подготовка шахтного поля?
21. Какие способы (схемы) подготовки существуют?
22. В каких условиях применяют пластовую (полевую) подготовку?
23. Когда применяют индивидуальную (групповую, комбинированную) подготовку?

24. Какой способ (схему) подготовки применяют на шахтных полях с крутыми пластами?

Раздел 3.4

25. В чем сущность метода вариантов? Какие виды затрат учитываются?

Раздел 3.5

26. Как классифицируются околовольные дворы?

27. Какие околовольные дворы наиболее распространены?

28. Из каких выработок и камер состоит большинство околовольных дворов? Какие из них следует проветривать обособленной струей свежего воздуха?

Раздел 3.6

29. Что называют техкомплексом поверхности шахты?

30. Какие здания и сооружения располагают на промплощадке главного (вспомогательного) ствола?

31. Какие требования к сооружению пожарных резервуаров воды?

Раздел 3.7

32. Какие факторы влияют на выбор системы разработки пласта?

33. Как классифицируются системы разработки?

34. Какие есть варианты порядка отработки частей шахтного поля?

35. В чем сущность столбовых систем разработки?

36. В чем заключается основное преимущество (недостаток) системы разработки длинными столбами по простиранию с оставлением межлавных целиков?

37. В чем заключается основное преимущество (недостаток) системы разработки длинными столбами по простиранию с сохранением выемочных выработок для повторного использования?

38. Каким образом можно сохранить выработки для повторного использования?

39. В каком варианте столбовых систем разработки возможно ведение горных работ без проведения фланговых выработок?

40. Какой вариант столбовых систем разработки запрещён на удароопасных пластах?

41. Для каких вариантов столбовых систем разработки характерно проведение передовых выработок (диагональных печей)?

Список рекомендуемой литературы

1. Временные нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт. ВНТП. 1–92. – Москва : М-во топлива и энергетики РФ, 1993. – 111 с.
2. Инструкция по расчёту промышленных запасов, определению и учёту потерь угля (сланца) в недрах при добыче : утв. Минтопэнерго 11.03.1996. – Москва, 1996. – 46 с.
3. Правила безопасности в угольных шахтах (утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19.11.2013 № 550).
4. Инструкция по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса. – Кемерово, 2007. – 72 с.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ на пластах, опасных по внезапным выбросам угля (породы) и газа. РД 05-350-00 (утв. постановл. Госгортехнадзора от 04.04.2000 № 14).
6. Инструкция по безопасному ведению горных работ на шахтах, разрабатывающих угольные пласты, склонные к горным ударам. РД 05-328-99 (утв. постановл. Госгортехнадзора от 29.11.1999 № 87).
7. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. – Москва : Макеевка-Донбасс, 1989. – 298 с.
8. ГОСТ Р 51748–2001. Крепи металлические податливые рамные. Крепь арочная. Общие технические условия. – Москва : Госстандарт, 2001. – 11 с.
9. Инструкция по проектированию пожарно-оросительного водоснабжения шахт. РД 05-366-00 (утв. постановл. Госгортехнадзора от 22.06.2000 № 37).
10. Указания по рациональному расположению, охране и поддержанию выработок на угольных шахтах. – Ленинград : ВНИМИ, 1986. – 218 с.

Оглавление

Предисловие	3
1. Шахтное поле, запасы и потери угля	4
1.1. Понятие о шахтном поле	4
1.2. Конфигурации шахтных полей	5
1.3. Деление шахтного поля на части	9
1.4. Деление шахтопласта на части	13
1.5. Запасы и потери угля в шахтном поле	18
2. Производственная мощность и срок службы шахты.....	21
3. Стадии разработки пластовых месторождений	23
3.1. Основные понятия о стадиях разработки	23
3.2. Вскрытие пластовых месторождений	25
3.2.1. Основные понятия о вскрытии шахтного поля.....	25
3.2.2. Вскрывающие выработки	27
3.2.3. Схемы вскрытия	37
3.3. Подготовка шахтного поля.....	55
3.3.1. Подготовка транспортного горизонта.....	56
3.3.2. Подготовка в плоскости пласта	62
3.4. Основные принципы выбора рационального варианта вскрытия и подготовки шахтного поля.....	63
3.5. Околоствольные двory	65
3.6. Технологический комплекс поверхности шахт	69
3.7. Системы разработки пластовых месторождений	74
3.7.1. Общие положения	74
3.7.2. Столбовые системы разработки.....	80
Примеры вопросов для самоконтроля.....	95
Список рекомендуемой литературы.....	98