Министерство образования Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Сибирский государственный индустриальный университет»

Семенихин А.Я., Любогощев В.И., Златицкая Ю.А.

**Технология подземных горных работ**

Учебное пособие для студентов специальностей 060800 - Экономика и управление на предприятии

(горной промышленности и геологоразведки),

180100 - Электромеханика (в горном производстве), 170101 – «Горные машины и электрооборудование

подземных разработок», (ДО, ЗО)

Новокузнецк

2003

УДК 622.272 (075)

С 30

Рецензенты:

Кафедра экологии и естествознания Новокузнецкого филиал- института Кемеровского государственного университета: д.т.н., проф. Сенкус В.В

Профессор ВостНИГРИ: д.т.н., Шрепп Б.В.

.

**Семенихин А.Я.**

С 30 Технология подземных горных работ: Учебное пособие / А.Я. Семенихин, В.И. Любогощев, Ю.А. Златицкая. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. - 91 с.

Даны краткие теоретические сведения о технологии ведения подземных горных работ охватывающие основные вопросы технологии подземной разработки пластовых месторождений. Рассмотре­ны основные принципы выбора рационального варианта системы разра­ботки и технологической схемы выемочного участка, приведены расчет­ные методы определения их параметров и рекомендации к выполнению курсового и дипломного проектов.

Предназначены для студентов специальностей 060800 - Экономика и управление на предприятии (горной промышленности и геологоразведки), 180100 - Электромеханика (в горном производстве), 170101 – «Горные машины и электрооборудование подземных разработок», (ДО, ЗО).

УДК 622.272 (075)

© ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», 2003

© Семенихин А.Я. Любогощев В.И., Златицкая Ю.А., 2003

Предисловие

В процессе написания учебного пособия были обобщены результаты многолетних исследований в такой области промышленного производства как горное дело. Задачей дисциплин «Основы горного дела» и «Горное дело» изучения яв­ляется получение знаний об основных принципах добычи раз­личных полезных ископаемых различными способами.

Целью горнодобывающей промышленности является добыча и первичное обогащение по­лезных ископаемых, в частности минерального топлива (уголь, горючие сланцы, торф, нефть, природный газ). Ежегодно из недр земли добывается 8 млрд. т энергетического сырья. Развитая горнодобывающая промышленность, играет боль­шое значение в экономике государства, определяет его самосто­ятельность и обороноспособность. Российская Федерация рас­полагает запасами всех видов минерального сырья.

Для горнодобывающей промышленности характерны:

• непосредственное влияние на окружающую среду, что обусловливает ряд экологических проблем при освоении место­рождений полезных ископаемых;

• постоянное перемещение рабочего места, что предъяв­ляет особые требования к средствам механизации и автомати­зации производственных процессов;

• постоянное увеличение глубины горных работ, что обу­словливает ухудшение горно-геологических условий разработ­ки, возможность возникновения газодинамических явлений, рост температуры рудничной атмосферы.

Развитие горной промышленности является следствием научно-технического прогресса. Достаточно полная системати­зация знаний о горном деле и металлургии относится к 1556 г., когда в Базеле вышла в свет на латинском языке книга выдаю­щегося ученого и практика Г. Агриколы «О горном деле и ме­таллургии в XII книгах».

Основы научных знаний об образовании минералов, спо­собах ведения горных работ при добыче полезных ископаемых и проветривании рудников заложены в трудах великого русско­го ученого М.В. Ломоносова: «О движении воздуха в рудниках примеченном» (1745 г.), «О слоях земных» (1763 г) и т.д. Многие россий­ские ученые внесли большой вклад в развитие науки в горном деле: А.И. Узатис создал первый в России курс горного искус­ства (1843 г.); Б.И. Бокий разработал основы аналитического метода проектирования горных предприятий; акад. A.M. Tepпигорев заложил научно-методические основы механизации гор­ных работ; акад. Л.Д. Шевяков создал теорию проектирования шахт; акад. А.А. Скочинский заложил основы рудничной аэро­логии и безопасного ведения горных работ.

Усилиями многих российский ученых, особенно в послед­ние десятилетия, решен ряд важнейших проблем в области под­земной и открытой разработки месторождений полезных иско­паемых, создания современной техники, улучшения условий тру­да, а также в области подготовки специалистов для горной про­мышленности. К ним относятся М.И. Агошков, А.А. Борисов, А.С. Бурчаков, А.В. Докукин, А.И. Ксенофонтова, Г.Д. Лидин, Н.В. Мельников, И.Н. Плаксин, Н.М. Покровский, М.М. Про­тодьяконов, В.В. Ржевский и др.

Несмотря на значительные достижения области горного дела, большинство учебников были изданы еще в 70х - 80х годах и в последнее время практически не появляется новых учебников и учебных пособий по этой дисциплине и в связи с чем, явный дефицит новой литературы.

Кроме того данное учебное пособие предназначено для студентов специальностей 060800 - Экономика и управление на предприятии (горной промышленности и геологоразведки), 180100 - Электромеханика (в горном производстве), 170101 – «Горные машины и электрооборудование подземных разработок», для которых не существует специальной литературы для освоения дисциплин – «Основы горного дела» и «Горное дело». В то время как эти дисциплины входят в обязательный минимум содержания основной образовательной программы подготовки дипломированных специалистов по данным специальностям.

Главная цель пособия это формирование понятий и навыков по вскрытию, подготовке, технологии разработки пологих и наклонных пластов в механизированном забое, а также умения обосновывать и рассчитывать основные параметры шахты и выемочных и рассчитывать основные технико-экономические показатели.

Учебное пособие состоит из двух частей:

* первая включает теоретические сведения о технологии ведения подземных горных работ охватывающие основные вопросы технологии подземной разработки пластовых месторождений (средств и способов отработки выемочных участков шахт, отрабатывающих пласты пологого и наклонного падения с применением механизированных комплексов);
* вторая – расчетная и включает основные принципы выбора рационального варианта системы разра­ботки и технологической схемы выемочного участка, приведены расчет­ные методы расчету их основных количественных параметров показателей в целом по шахте и выемочному участку и рекомендации к выполнению курсовых работ и дипломных проектов.

В процессе выполнения курсовой работы рекомендуется использовать литературные источники, современные справочные, нормативные и методические материалы и тд.

### Примерное содержание расчетно-пояснительной записки

Введение

1. Основные параметры шахты
   1. Промышленные запасы шахтного поля
   2. Проектная мощность и срок службы шахты
2. Выбор схемы и способа вскрытия шахтного поля.
3. Выбор схемы и способа подготовки шахтного поля.
4. Система разработки.
   1. Выбор и обоснование системы разработки, размеры выемочных полей
   2. Технические средства очистных работ.
   3. Длина очистного забоя.
   4. Нагрузка на очистной забой и проверка нагрузки по фактору проветривания.
   5. Определение числа действующих забоев.
5. Организация работ в очистном забое и основные технико-экономические показатели работы участка и шахты

Заключение

Список использованных источников

# Исходные данные для разработки курсовой работы

Исходные данные, необходимые для разработки условного или реального пласта при выполнении курсовой работы, принимаются на основе материалов ознакомительной практики или выдаются руководителем этой работы и включают:

* размеры выемочного поля по простиранию (S) и падению (Н);
* угол падения (α) и мощность пласта (m);
* глубина ведения горных работ (Н1);
* объемный вес (γ), коэффициент крепости угля по М.М. Протодьяконову (f), сопротивляемость угля резанию (А);
* устойчивость кровли пласта;
* гипсометрия и размокаемость почвы;
* сведения о относительной газообильности (qCH4), водообильности, удароопасности и выбросоопасности пласта, а также другие данные по согласованию с ру­ководителем.

Данные по относительной газообильности (qCH4) пласта выдаются в задании на проектирование. Если qCH4 превышает 15-20 м3/т следует применять дегазацию пласта с коэффициентом дегазации кд = 0,3-0,5 и предусмотреть в проекте соответствующие мероприятия.

# Объем и содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки, включающей вертикальную схему вскрытия, схему подготовки пластов (этажная, панельная, погоризонтная), систему разработки в общем виде принятую для отработки выемочного участка, а также поперечные сечения выработок с принятым видом их крепления.

Схема изображается в виде безмасштабного, можно в аксонометрии, но с соблюдением реальных пропорций чертежа.

Кроме того, на схеме должны быть приведены расположение и наименование всех выработок, а их назначение, формы, размеры поперечных сечений, тип и материалы крепи должны быть приведены в записке.

Расчетно-пояснительная записка выполняется на стандартных листах белой писчей бумаги

1. **теоретические сведения**

по основным вопросам технологии подземной разработки пластовых месторождений

**. 1.1. Горное производство и горные предприятия**

Полезными ископаемыми называют природные минераль­ные образования органического или неорганического происхождения, которые могут быть использованы человеком с доста­точным экономическим эффектом. Под добычей полезных ис­копаемых понимают извлечение их из земной коры или гидро­сферы. В более узком смысле под этим термином понимают ко­личество полезного ископаемого, добываемого в единицу вре­мени. В природе полезные ископаемые встречаются в твердом, жидком и газообразном состоянии.

Существуют следующие способы добычи полезных ископа­емых: подземный, открытый, комбинированный, со дна водое­мов (озер, морей и океанов), геотехнологический и скважинный. Добычу полезных ископаемых осуществляют горные пред­приятия.

Горное предприятие — самостоятельная производственная единица, осуществляющая разведку, добычу и обогащение по­лезных ископаемых. Горное предприятие, осуществляющее до­бычу и первичное обогащение полезных ископаемых, называет­ся горнодобывающим. Существуют следующие виды горнодо­бывающих предприятий: шахта, рудник, карьер (разрез), при­иск, промысел.

Шахта — горное предприятие, предназначенное для добы­чи полезных ископаемых подземным способом.

Рудник — горное предприятие, служащее в основном для подземной добычи руд, горно-химического сырья и строитель­ных материалов; Этим понятием иногда пользуются для обо­значения нескольких шахт (карьеров), объединенных в единую административно-хозяйственную единицу с централизованным хозяйством.

Карьер — горное предприятие, осуществляющее добычу по­лезных ископаемых открытым способом. Разрез—карьер по до­быче угля.

Прииск — горное предприятие по добыче россыпных ме­сторождений драгоценных металлов (золотой прииск).

Промысел — горное предприятие по добыче жидких и га­зообразных полезных ископаемых (нефтяной промысел).

Разработкой месторождения называют комплекс работ по вскрытию, подготовке и очистной выемке. Эти работы являют­ся стадиями разработки месторождения. Вскрытие и подготов­ка осуществляются посредством проведения выработок. Забои проводимых выработок называют подготовительными. Выемку (добычу) полезного ископаемого ведут в очистных забоях, при­меняя при этом различные способы его разрушения.

В данном методическом пособии наиболее подробно будет рассмотрена подземная разработка пластовых месторождений угля.

Подземная добыча связана с необходимостью проведения сети подземных горных выработок, по которым добытое по­лезное ископаемое транспортируют на поверхность (рис. 1.1). При добыче ископаемых углей наиболее распространен меха­нический способ разрушения.

Добытый уголь транспортируют по горным выработкам скребковыми или ленточными конвейерами или в вагонетках элек­тровозами, а также под действием собственного веса по желобам или трубам. На отдельных шахтах применяют гидротранспорт, при котором перемещение угля в потоке воды осуществляется по трубам или желобам. На поверхность полезное ископаемое и пустую породу, поднимают в специальных подъемных устройствах (сосудах) — скипах или клетях. Последние оборудуют под заезд в них шахт­ных вагонеток. В клетях также осуществляют спуск и подъем людей, оборудования и материалов.

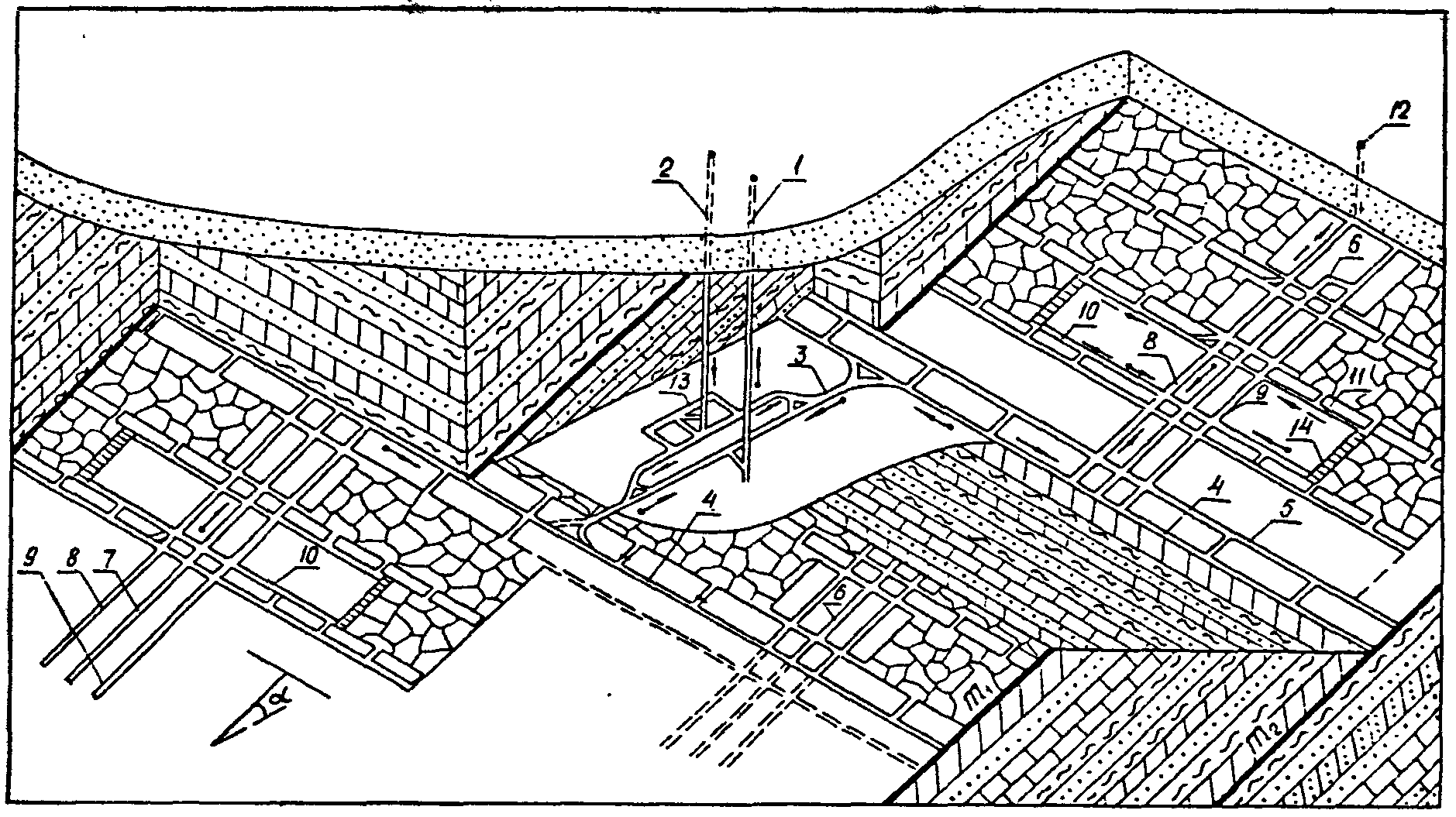


Рисунок 1.1 - Схема угольной шахты: 1, 2, 12—вертикальные выработки; 3, 4, 5, 10, 11 —горизонтальные выработки; 6, 7, 8, 9—наклонные выработки; 13— насосная камера; 14 — очистной забой

Комплекс подъемных машин и оборудования называют шахт­ным подъемом.

Выданное на поверхность полезное ископаемое размещают на складах и осуществляют отгрузку его потребителям или на обогатительную фабрику.

Для нормального функционирования шахты необходимо осуществлять:

• снабжение горных выработок свежим воздухом. Процесс обеспечения горных выработок и рабочих мест воздухом назы­вается вентиляцией. Поступающая в шахту струя воздуха назы­вается свежей. Свежий воздух при движении по горным выра­боткам загрязняется выделяющимися газами и пылью. Струя такого воздуха называется исходящей. Контроль за состоянием вентиляции шахты и техники безопасности осуществляет уча­сток вентиляции и техники безопасности;

• удаление поступающей в горные выработки и накапли­вающейся в водосборнике воды. Система сбора и удаления по­ступающей в горные выработки воды называется водоотливом. При большой обводненности месторождения осуществляют его осушение;

• снабжение работающих машин и различных установок электро- и пневмоэнергией (сжатым воздухом);

• кондиционирование поступающего в шахту воздуха. Этот процесс осуществляют в глубоких шахтах и рудниках, где тем­пература рудничной атмосферы за счет тепла, выделяющегося из горных пород, обусловливает дискомфортность труда;

• подачу в шахту в зимнее время в районах с суровым кли­матом подогретого в калориферах воздуха;

• мероприятия по предупреждению газодинамических яв­лений (внезапных выбросов угля и газа и горных ударов) и эн­догенных пожаров;

• контроль за состоянием недр, движением запасов и пра­вильностью ведения горных работ. Его осуществляет маркшейдерская служба. В ее задачи входит ведение горнографической документации;

• контроль за соблюдением правил безопасного ведения горных работ. Его осуществляет горнотехническая инспекция (ГТИ);

• восстановление участков земли, подвергшихся влиянию горных работ. Эти работы называются рекультивацией. Их осу­ществляют как шахты, так и разрезы.

Поверхность современных шахт представляет собой комплекс зданий и сооружений, обычно сгруппирован­ных в блоки. На поверхности располагаются здания подъемных машин, копры (конструкции для установки шкивов под канаты клетей и скипов и разгрузки последних), эстакады, помещения электроподстанции, механических мастерских, компрессорной, административно-бытового комбината. На поверхности раз­мещаются материальные склады различного назначения.

Для повышения качества добытого полезного ископаемого осуществляют его обогащение. С этой целью строят обогати­тельную фабрику как для одной, так и группы шахт.

1.2. Формы и элементы залегания полезных ископаемых

По форме залегания месторождения твердых полезных ис­копаемых подразделяются на правильные и неправильные.

К правильным месторождениям относятся пласты (рис. 1.2) и пластообразные залежи.

Пластом называется плитообразная залежь, имеющая значи­тельное распространение в земной коре и ограниченная двумя более или менее параллельными плоскостями. Весьма тонкие пласты, не разрабатываемые вследствие малой мощности (до 0,4 м), называются прослойками. Плоскости соприкосновения пластов отдельных пород называются плоскостями напла­стования.

Породы, залегающие над пластом полезного ископаемого, называются кровлей или висячим боком, залегающие ниже пла­ста — почвой или лежачим боком.

Пласты могут иметь однородное (простое) и сложное строе­ние. Тонкие слои пустой породы, заключенные в пласте, назы­ваются прослойками.

Правильную форму залегания обычно имеют месторожде­ния полезных ископаемых осадочного происхождения (уголь, го­рючие сланцы, различные соли, гипс, марганцевые руды и т.п.).

Часть пласта, выходящая на земную поверхность или нахо­дящаяся неглубоко от нее под наносами, называется выходом пласта (под наносы). Пласты угля залегают согласно, если они в земной коре расположены параллельно друг другу. Несколько согласно залегаю­щих пластов составляют свиту.

К неправильным месторождениям от­носятся жилы, штоки, гнезда, линзы (рис. 1.3). Неправильную форму залегания имеют, как правило, рудные месторождения.

Жилой называется заполненная мине­ральным веществом трещина в земной ко­ре. Жилы бывают простые и сложные. От­ветвления от жил называют апофизами.

Такие формы залегания, как штоки, линзы, гнезда, представляют собой полос­ти в земной коре, заполненные минераль­ным веществом. Они отличаются друг от друга формой и размерами. Такую форму залегания имеют ме­сторождения железных, медных, полиметаллических и других руд.

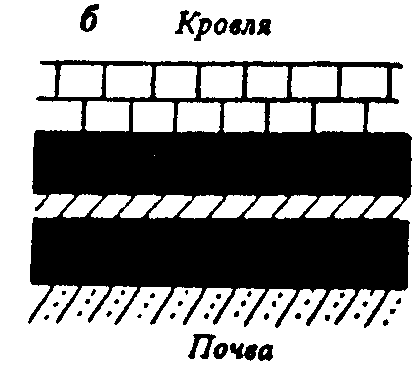
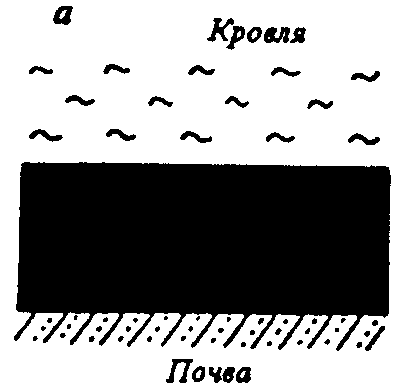


Рисунок 1.2 - Строение пластов: *а —* простое; *б* — сложное

Пласты горных пород в период образования залегали более или менее горизонтально, но под действием тектонических (го­рообразовательных) процессов, протекавших в земной коре, первоначальное залегание пород нарушалось в той или иной степени. В некоторых районах пласты оказались собранными в складки. Они могут занимать любое положение в земной коре.

Нарушения нормального залегания пластов называются дислокациями. Дислокации без разрыва сплошности называются пликативными, с разрывом сплошности — дизъюнктив­ными.

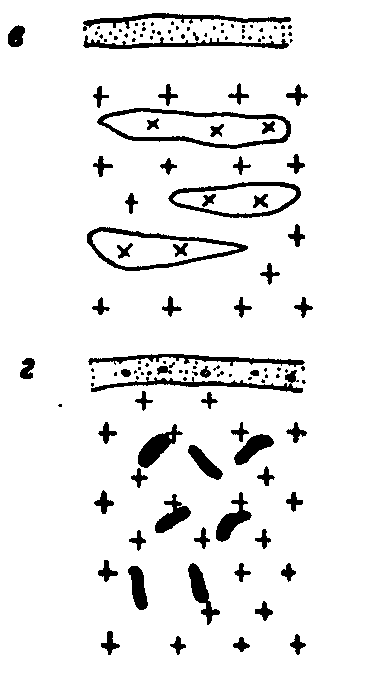
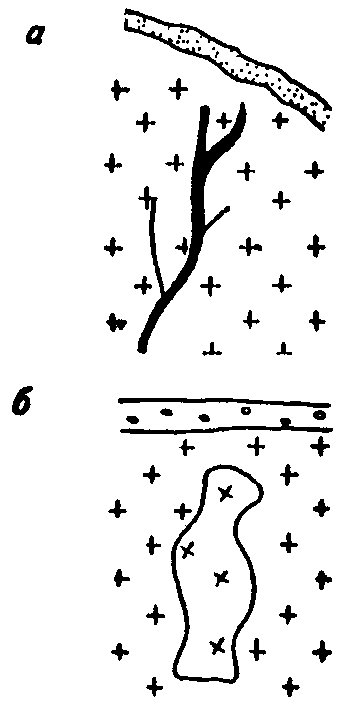


Рисунок 1.3 - Формы залегания рудных тел: а —жила; б—шток; в—линзы; г—гнезда

К пликативным нарушениям относят­ся утолщения и утонения пластов, а так­же складчатость (рис. 1.4).

Складка, обращенная выпуклостью вниз, называется синклиналью, а выпук­лостью вверх — антиклиналью.

К дизъюнктивным нарушениям отно­сятся сбросы, взбросы, надвиги и др. (рис. 1.5).

Положение пластов в земной коре определяется элементами их залегания. К ним относятся простирание и падение пластов.

Протяжение пласта в длину называ­ется простиранием. Линия пересечения пла­ста с горизонтальной плоскостью назы­вается линией простирания (рис. 1.6).

Направление простирания пласта оп­ределяется углом, который составляет ли­ния простирания с меридианом.

Линия, лежащая в плоскости пласта перпендикулярно линии простирания, называется линией па­дения, а само направление этой линии— падением пласта.

Угол, который составляет линия падения пласта с горизон­тальной плоскостью, называется углом падения пласта. В зави­симости от формы залегания и способа разработки полезных ис­копаемых их делят на горизонтальные, пологие, крутонаклон­ные и крутые (табл. 1.1).

Различие классификаций объясняется особенностями техно­логии и механизации разработки залежи по­лезного ископаемого.

Мощность пласта или иной залежи как элемент залегания пред­ставляет собой рассто­яние по нормали меж­ду кровлей и почвой. Такую мощность *т* на­зывают истинной, или нормальной. Расстоя­ние между кровлей и почвой, измеряемое по горизонтали, называют горизонтальной мощностью, а по вертикали — вертикаль­ной мощностью.

Поскольку в пределах залежи полезного ископаемого мощ­ность ее, как правило, изменяется, поэтому на практике употре­бляют термин — средняя мощность. Так как пласты, например, угля, нередко имеют сложное строение, то различают полезную (без прослойков) и полную (с прослойками) мощность. При раз­работке угольных месторождений иногда вынимают только часть мощности пласта, которую называют вынимаемой мощ­ностью.

Различают также минимальную мощность пласта. Ми­нимальная мощность, при которой разработка пласта целесооб­разна, называется рабочей мощностью.

Классификация угольных пластов и рудных залежей по нормальной мощности представлена в табл. 1.2.

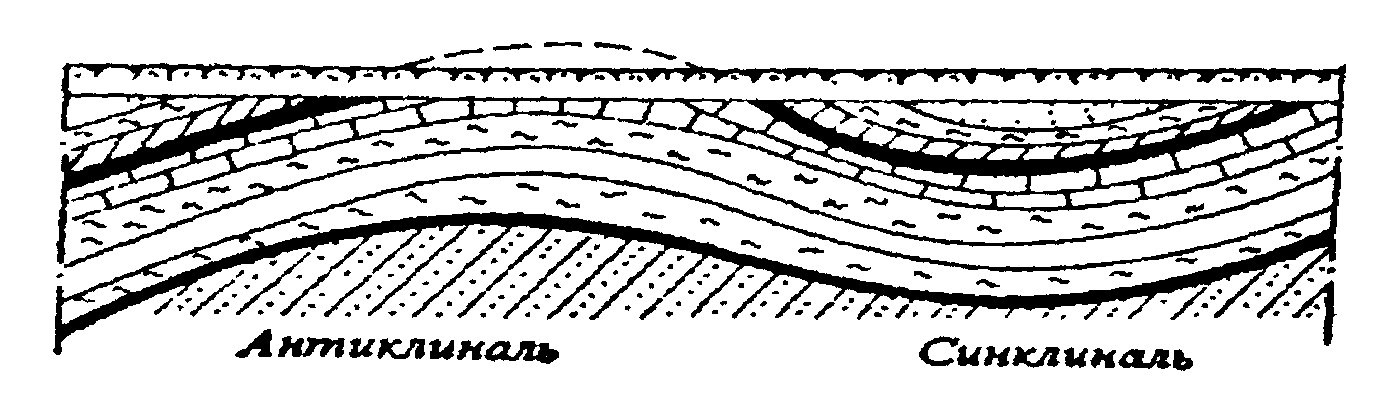


Рисунок 1.4 - Складчатость месторождения

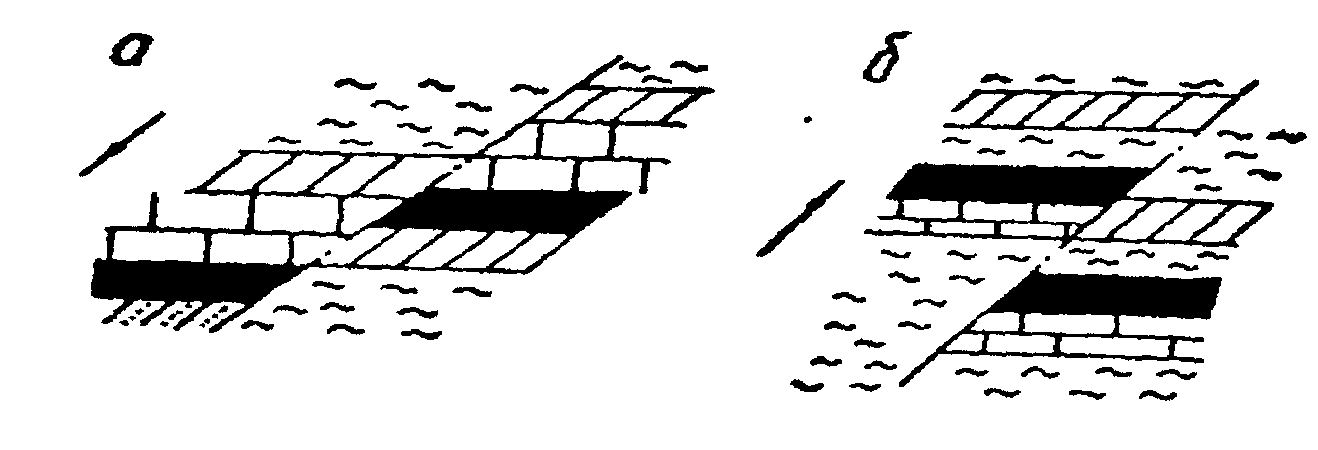


Рисунок 1.5 - Дизъюнктивные нарушения: а—сброс; б — взброс

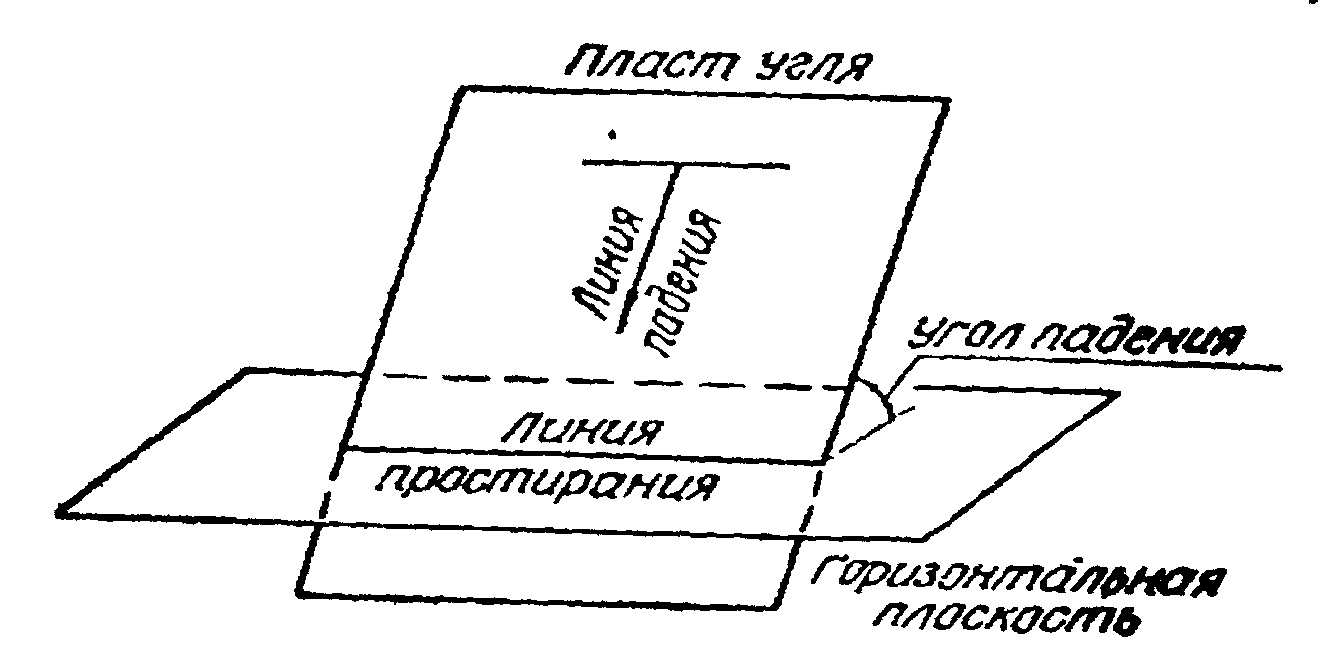


Рисунок 1.6 - Элементы залегания пласта

Таблица 1.1 - Классификация залежей полезных ископаемых по углу падения

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип пласта (залежи)  по углу падения | Угол падения, градус | | |
| угольных пластов | | рудных  месторождений |
| при подземной  разработке | при открытой  разработке |
| Горизонтальный | — | 0 | 0 |
| Пологий | 0—18 | До 10 | До 25 |
| Наклонный | 19—35 | 10—30 | 25—45 |
| Крутонаклонный | 36—55 | — | — |
| Крутой | >56 | >30 | >45 |

Таблица 1.2 - Классификация залежей полезных ископаемых по мощности

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип пласта (залежи)  по мощности | Мощность, м | | | |
| угольных пластов | | | рудных  месторождений |
| при подземной разработке | при открытой разработке | |
| горизонтальные и пологие | наклонные и крутые |
| Весьма  тонкий | До 0,7 | — | — | До 0,6 |
| Весьма малой  мощности | — | До 3-5 | До 15-25 | — |
| Тонкий | 0,71—1,2 | — | — | 0,6—2,0 |
| Малой  мощности | — | 6—20 | 25—75 | — |
| Средней мощности | 1,21—3,5 | 20—40 | 75—100 | 2—5 |
| Мощный | >3,5 | — | — | 5—20 |
| Весьма  мощный | — | — | — | >20 |
| Большой мощности | — | >40 | >100 | — |

Различие клас­сификаций также обусловлено особенностями технологии и спо­соба разработки.

Элементы залегания пластовых месторождений являются более или менее выдержанными. Для рудных тел они изменя­ются, как правило, в широких пределах.

**1.3. Понятие о запасах и потерях полезных ископаемых при разработке**

Количество полезного ископаемого, заключенное в недрах его месторождения, называется запасами (т, м3).

Общие запасы месторождения или его части называются геологическими. По значению в народном хозяйстве они под­разделяются на балансовые и забалансовые. Следовательно,

 = +, (1.1)

Балансовые запасы — разведанные и изученные запасы, использование которых экономически целесообразно и кото­рые должны удовлетворять требованиям, устанавливаемым для подсчета запасов в недрах данного месторождения.

Забалансовые запасы — разведанные и изученные запасы, использование которых экономически нецелесообразно при со­временном уровне техники и технологии добычи (малое коли­чество, малая мощность, высокая зольность, сложность залега­ния и пр.).

Балансовые запасы подразделяются на промышленные и потери, т.е.

 = + . (1.2)

Промышленные запасы — часть балансовых запасов, под­лежащая извлечению и выдаче на поверхность. Отношение про­мышленных запасов к балансовым называют коэффициентом извлечения *С.* Следовательно,

*С* =  / . (1.3)

Потери — часть балансовых запасов, остающаяся в недрах при их разработке. Отношение потерь к балансовым запасам называют коэффициентом*,* т.е.

=  / . (1.4)

Вполне очевидно, что С +  = 1.

Избежать потерь полезного ископаемого при разработке практически невозможно. Их величина зависит от экономиче­ских, геологических и технических факторов. Основными из них являются: мощность и угол падения, наличие охраняемых объектов на поверхности месторождения, сложность залегания, применяемая техника и технология добычи и др. Осуществление мероприятий по снижению потерь нередко связано с дополни­тельными затратами, что влечет за собой удорожание добычи.

Фактический уровень потерь для различных месторожде­ний колеблется в широких пределах. Например, на угольных месторождениях с пологими и наклонными пластами средней мощности потери достигают 10—15 %, с мощными крутона­клонными и крутыми — 25—30 % и более.

1.4. Стадии разработки месторождений

Добыча твердых полезных ископаемых подземным спосо­бом осуществляется в три стадии: вскрытие, подготовка и очи­стные работы. В совокупности эти стадии называют ***разработ­кой полезных ископаемых.***

***Вскрытием*** называют проведение горных выработок, обес­печивающих доступ с поверхности земли к залежи полезного ископаемого. Выработки, проводимые на этой стадии, называ­ют вскрывающими. На каждой действующей шахте должно быть не менее двух выходов на поверхность (требование пара­графа 76 Правил безопасности в угольных шахтах), приспособ­ленных для передвижения (перевозки) людей. Поэтому шахта должна иметь не менее двух вскрывающих выработок с непо­средственным выходом на земную поверхность. Сеть вскрыва­ющих выработок должна обеспечивать надежную транспорт­ную связь между угольными пластами и поверхностью, подачу в шахту свежей, и выход на поверхность исходящей струи воз­духа, удаление шахтных вод и подачу электро- и пневмоэнергии к работающим машинам.

Вскрывающими выработками являются стволы, штольни, квершлаги, слепые стволы, гезенки и шурфы.

После того как месторождение вскрыто, приступают к под­готовке пластов к очистным работам. Под ***подготовкой*** пони­мают проведение комплекса горных выработок, обеспечиваю­щих возможность начала очистных работ. В отличие от вскры­тия вторая стадия разработки — подготовка осуществляется весь период отработки запасов угля в шахтном поле, поскольку выемку пластов ведут последовательно в отдельных их частях. Различают ***подготовленные и готовые*** к выемке запасы. Подго­товленными называются такие запасы, для отработки которых проведены основные подготавливающие выработки (пластовые или полевые штреки, бремсберги, уклоны, скаты), готовыми к выемке — запасы, для отработки которых проведены необхо­димые подготовительно-нарезные выработки (ярусные или подэтажные штреки и разрезные печи) и подготовлено оборудо­вание, позволяющее начать очистные работы. Таким образом, задачей подготовки является своевременное обеспечение шахты фронтом очистных работ.

Сеть подготавливающих выработок должна обеспечить до­ставку полезного ископаемого до горизонтальных откаточных выработок, транспортирование материалов и оборудования, пропуск необходимого количества воздуха для проветривания очистных забоев.

Очистные работы являются третьей, основной стадией раз­работки месторождения полезного ископаемого. Период веде­ния очистных работ на шахте называют эксплуатацией место­рождения. Технология и механизация очистных работ в значи­тельной мере оказывают влияние на эффективность разработки месторождения.

Вскрытие, подготовка и очистная выемка, обусловливаю­щие транспортирование полезного ископаемого от очистного забоя до поверхности, проветривание горных выработок, вклю­чая поверхностный комплекс, формируют технологическую схе­му шахты.

1.5. Производственная мощность и срок службы шахты

Производственная мощность и срок службы являются ос­новными количественными характеристиками, определяющими тип шахты. Производственная мощность шахты предопределя­ет не только количественные параметры всего технологическо­го комплекса, но и основные технико-экономические показате­ли работы шахты.

***Производственной мощностью*** шахты называется количест­во полезного ископаемого в тоннах, добываемого в единицу времени (сутки, гор). Различают проектную и фактическую про­изводственную мощность шахты.

Срок службы (существования) шахты равен периоду, в те­чение которого отрабатываются промышленные запасы угля в пределах шахтного поля.

Между промышленными запасами, годовой производ­ственной мощностью шахты  и сроком ее службы  сущест­вует следующая зависимость:

 = ⋅. (1.5)

При правильной конфигурации шахтного поля промышленные запасы угля в шахтном поле определяются по формуле

, (1.6)

где S — размер шахтного поля по простиранию, м;

Н—размер шахтного поля по падению, м;

ΣΡ — суммарная производи­тельность рабочих пластов в шахтном поле, т/м2;

 — общий коэффициент извлечения угля в шахтном поле.

Суммарная производительность пластов в шахтном поле равна

ΣΡ = m 1γ1 + m2 γ2 + …+ , (1.7)

где  — мощности рабочих пластов в шахтном поле, м;

 — плотность угля соответствующих пластов, т/м3.

Определение производственной мощности шахты является одной из важнейших задач при ее проектировании. Оконча­тельно рекомендуется принимать типовое значение производ­ственной мощности шахты из следующего ряда: 0,9; 1,2; 1,5; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6; 4,5; 6,0 млн.т в год.

Расчетный срок службы шахты мощностью более 1,8 млн.т в год рекомендуется принимать не менее 50—60 лет.

Полный срок службы шахты  будет несколько больше расчетного за счет времени освоения проектной мощности и ее затухания к концу отработки запасов:

 = + , (1.8)

где — срок освоения проектной мощности шахты (прини­мается в зависимости от мощности равным 2—3 годам);

 — срок затухания добычи к концу отработки запасов (принима­ется также равным 2—3 годам).

Между годовой  и суточной  мощностями шахты суще­ствует следующая зависимость:

= 300, (1.9)

где 300 — число рабочих дней шахты в году.

Для обеспечения установленной производственной мощно­сти шахты необходимо иметь соответствующую линию очист­ных забоев, под которой понимают суммарную длину всех очи­стных забоев на шахте.

Следовательно, число очистных забоев , обеспечивающих заданную мощность, можно определить по формуле

= , (1.10)

где — суммарная длина очистных забоев по шахте, м;

— длина очистного забоя, м.

Вполне очевидно, что число действующих очистных забоев по шахте не может быть дробным. Поэтому окончательно при­нимают целое число забоев.

Для обеспечения стабильной добычи угля по шахте реко­мендуется кроме действующих иметь резервные и резервно-действующие очистные забои. Резервно-действующие забои ра­ботают неполное число рабочих смен в сутки. Они предназна­чены для восполнения потерь добычи угля из действующих за­боев при простое последних.

1.6. Шахтное поле и деление его на части

Шахтным полем называется часть угольного месторожде­ния, отводимая для разработки одной шахте (рис. 1.7). Пара­метрами шахтного поля являются размеры по простиранию S и падению Н. Шахтное поле, имеет границы по восстанию, па­дению и простиранию.

Границы шахтного поля могут быть фиксированными и условными.

Форма шахтных полей может быть различной и зависит от горно-геологических условий залегания угольных пластов. При выдержанных элементах залегания угольных пластов, к кото­рым относятся угол падения и направление простирания, и от­сутствии геологических нарушений шахтное поле имеет прямо­угольную форму, наиболее удобную для разработки. В других случаях шахтное поле принимает форму, соответствующую фор­ме залегания месторождения или его части.

При составлении планов шахтное поле с пологими пласта­ми изображают, как правило, в проекции на горизонтальную плоскость, с крутыми — на вертикальную плоскость. Отдель­ные участки шахтного поля изображают в плоскости пласта.

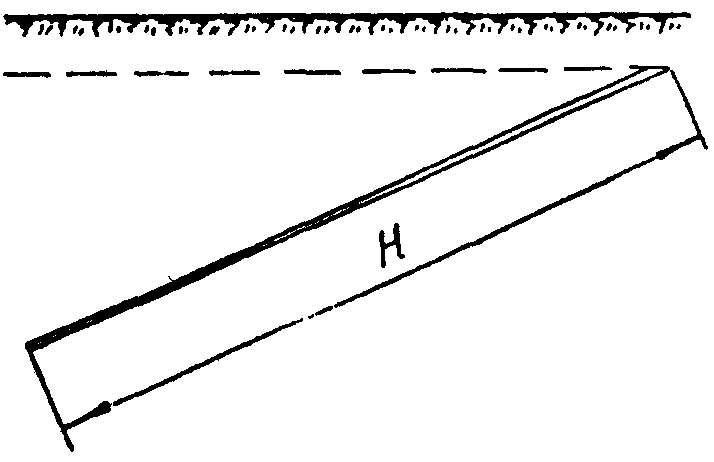
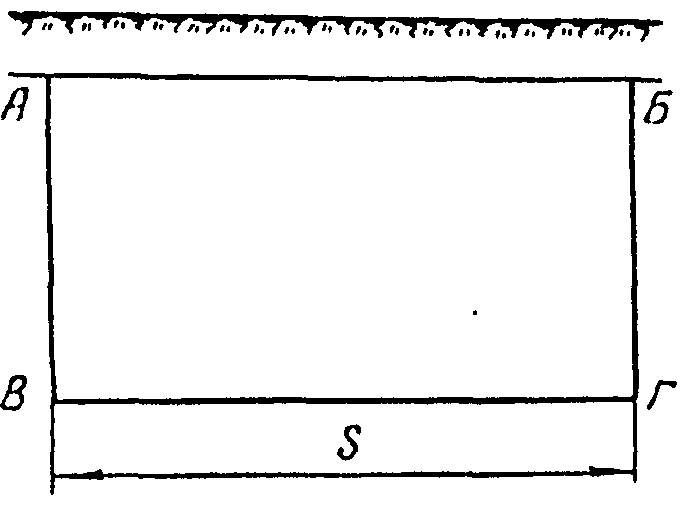


Рисунок 1.7 - Шахтное поле: АБ — граница по восстанию; ВГ — Граница по падению; АВ, БГ— грани­цы по простиранию

Размеры полей угольных шахт колеблются в широких пределах. На пологих пла­стах они составляют 3—10 км по простиранию и до 2—3 км по падению. При наличии в шахтном поле мощных кру­тых пластов — 3—4 км по простиранию и до 0,5—0,7км по падению.

Поскольку поля совре­менных шахт имеют значи­тельные размеры, как по про­стиранию, так и по падению, то отработка их осуществляется частями в определенной после­довательности. Этим обеспечивается концентрация очистных и подготовительных работ.

В целях удобства и обеспечения системного характера от­работки шахтное поле разделяют на транспортные горизонты, выемочные ступени, крылья, этажи, панели, блоки, выемочные поля, столбы и полосы.

Прежде всего, шахтное поле по падению разделяют гори­зонтальными плоскостями на транспортные горизонты. ***Транс­портные горизонты*** — это комплекс вскрывающих и подготав­ливающих выработок и выработок околоствольного двора, рас­полагаемых на одном уровне и служащих для транспортирова­ния угля к стволу (штольне), а также материалов и оборудова­ния от ствола (штольни). Нередко в условиях пологого падения шахта имеет один транспортный горизонт. В этом случае он де­лит шахтное поле на две части (выемочные ступени) — бремсберговую и уклонную, в пределах которых уголь поступает на транспортный горизонт соответственно сверху вниз или снизу вверх. При наличии нескольких транспортных гори­зонтов каждый из них может иметь ствол, бремсберговую и ук­лонную части. В этом случае часть шахтного поля, заключенная между двумя соседними транспортными горизонтами, может являться уклонной для верхнего и бремсберговой для нижнего.

***Выемочная ступень*** — часть шахтного поля, ограниченная по простиранию границами шахтного поля, а по падению смежными транспортными горизонтами или границей шахтно­го поля и транспортным горизонтом. Высота ступени по верти­кали равна разности отметок смежных транспортных горизон­тов. На пологих и наклонных пластах наклонную высоту ступе­ни (бремсберговой или уклонной части) принимают равной 1000—1200 м и более.

По простиранию шахтное поле делят на крылья. ***Крыло*** — часть шахтного поля, расположенная по одну сторону от глав­ного ствола или какой-либо другой вскрывающей выработки. Шахтные поля бывают ***двукрылые и однокрылые***. Если главный ствол расположен в центре шахтного поля по простиранию, то такое шахтное поле является двукрылым. Наиболее распространены двукрылые шахтные поля, так как в этом случае при прочих равных условиях снижаются затраты на транспорт по­лезного ископаемого, поддержание горных выработок и про­ветривание. Как правило, угольные пласты в крыльях разраба­тывают одновременно. Однокрылые шахтные поля обусловле­ны особым рельефом поверхности или наличием наземных объ­ектов, исключающих возможность заложения главного ствола посередине шахтного поля. Часть пласта (шахтопласта) в пре­делах выемочной ступени делят на этажи или панели.

***Шахтопласт*** — часть пласта как обширной залежи полез­ного ископаемого в пределах шахтного поля.

***Этаж*** (рис. 1.8,а) — часть шахтопласта, вытянутая по про­стиранию и ограниченная по падению и восстанию этажными откаточным и вентиляционным штреками. Расстояние между верхней и нижней границами этажа по падению называется на­клонной высотой этажа, расстояние по вертикали — вертикаль­ной высотой этажа. Следовательно,



где — наклонная высота этажа, м;

 — вертикальная высота этажа, м;

α — угол падения пласта, град.

При пологом и наклонном залегании пластов в одной вые­мочной ступени может размещаться несколько этажей; при кру­тонаклонном и крутом залегании каждый этаж является вые­мочной ступенью.

Отличительным признаком этажа на пологих наклонных пластах является наличие капитального бремсберга (уклона) и этажных штреков, проводимых от этого бремсберга (уклона). Деление на этажи применяют при углах падения более 10°, а на крутых и крутонаклонных пластах —только на этажи.

При значительной наклонной высоте этажа, когда в преде­лах его по падению предполагается иметь несколько очистных забоев, он может быть разделен подэтажными (промежуточны­ми) штреками на подэтажи. В этом случае возникает необходи­мость проведения участковых бремсбергов (уклонов) или ска­тов в зависимости от угла падения пластов. Следовательно, воз­никает необходимость деления этажа по простиранию на более мелкие части — выемочные поля.

***Выемочное поле*** — часть этажа по простиранию, в пределах которой разработка пласта осуществляется на один участковый бремсберг, уклон, скат или промежуточный квершлаг. Если очи­стные забои располагаются с обеих сторон от наклонной уча­стковой выработки, то такое выемочное поле называют двусто­ронним (двукрылым), если с одной стороны — то односторон­ним (однокрылым). Размер выемочного поля по простиранию равен 400—600 м.

На пологих и частично наклонных до 20—25° пластах вы­емочную ступень по простиранию делят на панели (рис. 1.8,б). ***Панель*** — часть шахтопласта, ограниченная по падению грани­цей шахтного поля и транспортным горизонтом или двумя смежными транспортными горизонтами, а по простиранию — границей шахтного поля и условной границей с другой панелью или двумя такими границами.

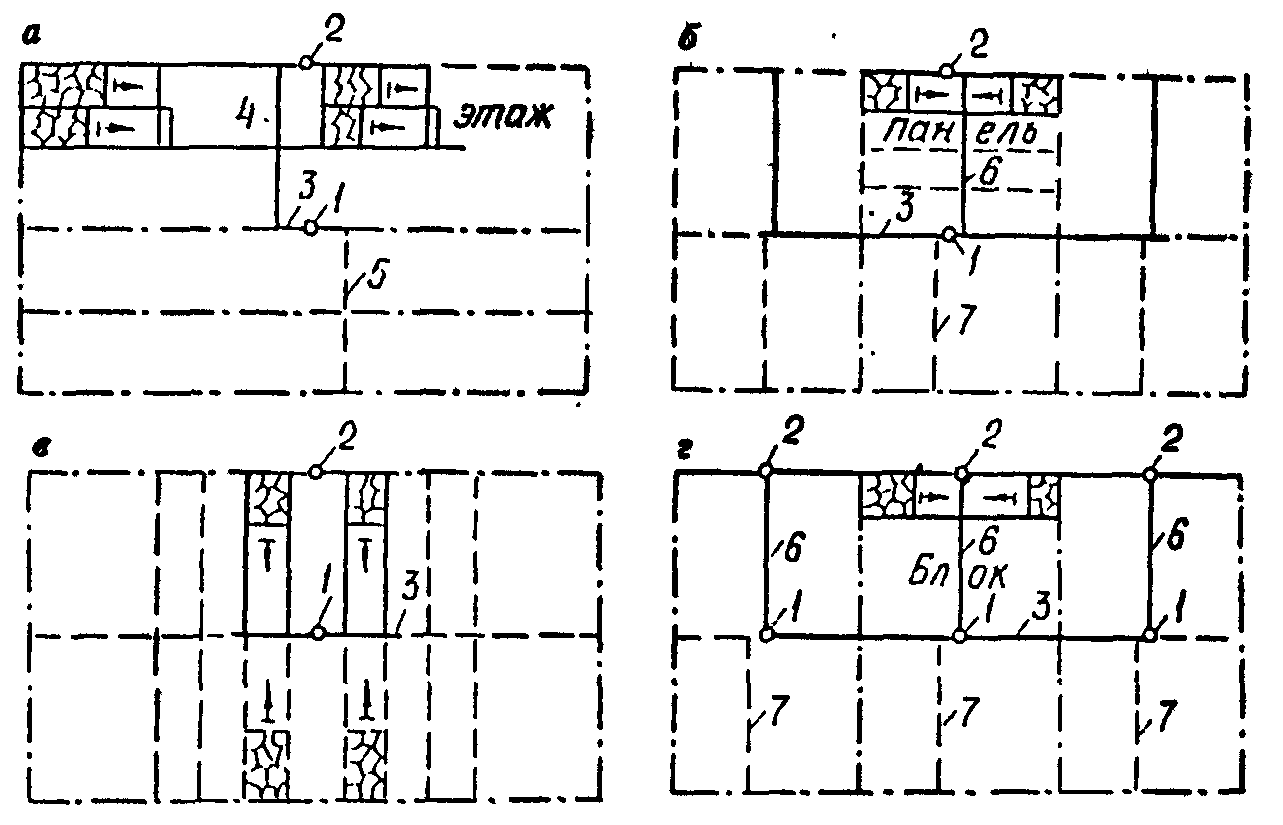


Рисунок 1.8 - Деление шахтного поля на части: 1 — воздухоподающий ствол; 2 — вентиляционный ствол; 3 — главный откаточный штрек; 4 — бремсберг с ходком; 5 — капитальный уклон с ходком; о — панельный бремсберг с ходками; 7 —панельный уклон с ходками

Каждая панель обслужива­ется самостоятельными транспортными и вспомогательными наклонными выработками. Эти выработки называют панель­ными. Один транспортный горизонт, как правило, обслуживает несколько панелей. Если уголь в пределах панели транспорти­руют сверху вниз, то такая панель называется бремсберговой, если снизу вверх — уклонной. Бремсберги и уклоны соответст­венно называют панельными. Каждая панель представляет со­бой выемочное поле. По аналогии с выемочным полем панель может быть двукрылой (двусторонней) и однокрылой (одно­сторонней). Размер двусторонней панели по простиранию со­ставляет 1500—2000 м и имеет тенденцию к увеличению.

Панели делят по падению на более мелкие части — ярусы. ***Ярус*** — одновременно разрабатываемая часть панели. Он огра­ничен по простиранию границами панели, а по падению ярус­ными конвейерным и вентиляционным штреками. Иногда ярус делят на подъярусы.

Деление на панели применяют при больших размерах шахт­ного поля по простиранию и большой производственной мощ­ности шахты.

При делении шахтного поля на зтажи и панели очистные забои, как правило, располагаются по падению, а перемещают­ся по простиранию пласта.

На пластах с углами падения до 10—12° и значительным расстоянием по падению между транспортными горизонтами выемочные ступени делят на столбы, вытянутые по падению или восстанию (рис. 1.8,в). В этом случае очистной забой рас­полагается по простиранию, а перемещается по падению или восстанию пласта.

При значительных размерах по простиранию (8—10 км) и большой производственной мощности, когда не обеспечивается проветривание через один воздухоподающий ствол, шахтное поле по простиранию делят на блоки (рис. 1.8,г). ***Блок*** — часть шахтного поля, имеющая сеть воздухопроводящих выработок, обеспечивающую независимое проветривание. Она характери­зуется самостоятельным комплексом горных работ. На пологих и наклонных пластах каждый блок имеет воздухоподающий и вентиляционные стволы, используемые для самостоятельного секционного проветривания своих выработок и вспомогатель­ных транспортных операций. Таких блоков в пределах шахтно­го поля может быть несколько. Шахта, построенная по такому принципу, имеет общий главный ствол, по которому осуществ­ляется выдача угля на поверхность. Все блоки шахтного поля имеют один общий транспортный горизонт. Размер блока по простиранию равен 3—4 км. На пологих пластах в пределах блока могут быть размещены одна или две панели. Характер­ным представителем является шахта «Распадская».

При групповой подготовке, применяемой при разработке мощных крутых пластов, блоком считают свиту пластов в пре­делах части этажа, ограниченную смежными промежуточными квершлагами, проводимыми с полевого штрека.

1.7. Порядок отработки частей шахтного поля

Отработка этажей в шахтном поле и ярусов в панели может осуществляться как в нисходящем (сверху вниз), так и в восхо­дящем (снизу вверх) порядке. В основном распространен нисхо­дящий порядок отработки, особенно на шахтах с высокой га­зоносностью. В отдельных случаях при согласовании с органа­ми госгортехнадзора применяют восходящий порядок отработ­ки, например при большом водопритоке и на негазовых шахтах.

Этажи в шахтном поле или ярусы в панели можно отрабаты­вать прямым или обратным ходом. Рассмотрим простейший слу­чай, когда в пределах яруса или этажа размещается один очист­ной забой (рис. 1.9): варианты лава-этаж или лава-ярус.

Если отработка ведется в направлении от ствола к грани­цам шахтного поля по простиранию, то это прямой порядок (ход), в противоположном направлении — обратный. При об­ратном порядке отработки должны быть предварительно прой­дены все подготовительные выработки.

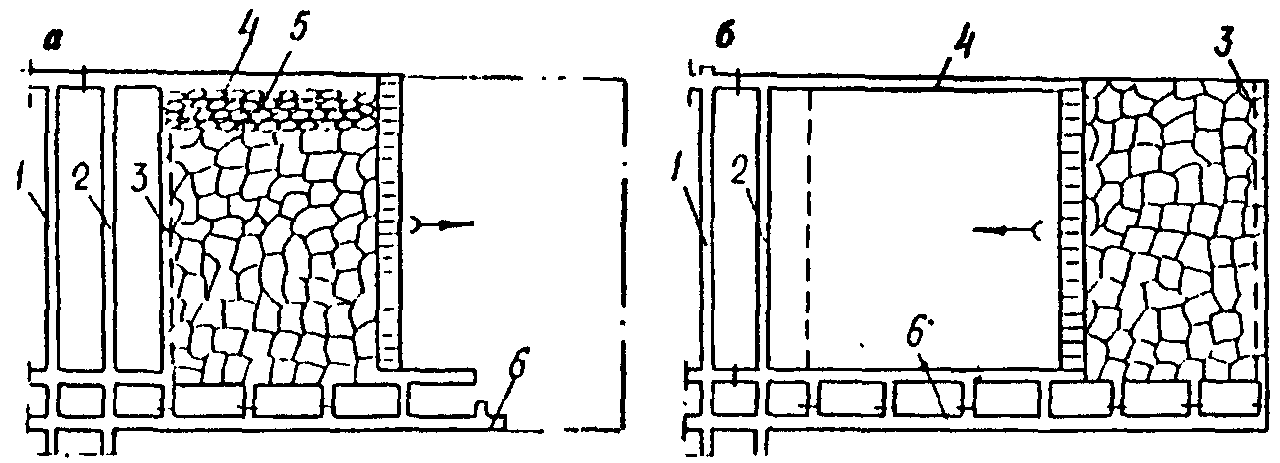


Рисунок 1.9 - Схемы прямого (а) и обратного (б) порядка отработки крыла шахт­ного поля: 1 — бремсберг; 2 — ходок, 3 — разрезная печь; 4 — вентиляционный штрек; 5 — бутовая полоса, б—откаточный штрек

Прямой порядок отработки по сравнению с обратным име­ет следующие преимущества: более короткий срок подготовки очистных забоев, отсутствие предварительных затрат на прове­дение штреков значительной протяженности.

Достоинства обратного порядка отработки заключаются в следующем: снижаются затраты на поддержание этажных или ярусных штреков; возможно устранение утечек через вырабо­танное пространство свежей струи воздуха; достигается незави­симость очистных работ от подготовительных; осуществляется доразведка условий залегания угольного пласта.

При делении шахтопласта на этажи, а их, в свою очередь, — на выемочные поля, последние могут отрабатываться прямым и обратным ходом. Преобладает прямой порядок отработки вы­емочных полей, а в пределах выемочного поля — обратный.

При делении шахтопласта на панели их в бремсберговой ступени отрабатывают последовательно от ствола к границам по простиранию. Это позволяет уменьшить объем работ по проведению главных штреков при подготовке первых панелей. Панели в уклонной ступени нецелесообразно отрабатывать в об­ратном направлении, то есть от границ шахтного поля, погашая при этом главные штреки. Отработка ярусов в панели осущест­вляется, как правило, обратным ходом.

1.8. Общая характеристика вскрытия пластовых

месторождений

При описании вскрытия пластовых месторождений приня­то различать способ и схему вскрытия, в основу которых поло­жено ***наличие основной и дополнительной*** вскрывающих выра­боток.

***Способ вскрытия*** — совокупность основных вскрывающих выработок в шахтном поле относительно транспортного гори­зонта с учетом их функционального назначения. Различают че­тыре способа вскрытия: вертикальными стволами, наклонными стволами, штольнями и комбинированный, представляющий со­четание первых двух или трех способов.

***Схема вскрытия*** — пространственное расположение сети основных и дополнительных вскрывающих выработок в шахт­ном поле. Различают следующие основные схемы вскрытия:

• по числу транспортных горизонтов — ***одногоризонтные и многогоризонтные***. В первом случае шахтное поле отрабаты­вают с одного транспортного горизонта, что исключает углубку шахтных стволов, во втором — с проведением вскрывающих выработок на двух и более горизонтах, что вызывает необходи­мость углубки стволов;

• по типу дополнительных вскрывающих выработок — без дополнительных вскрывающих выработок; с квершлагами (ка­питальными, горизонтными, этажными); с гезенками (капиталь­ным и этажным); со слепыми стволами.

Кроме перечисленных схем вскрытия встречаются многие их разновидности.

На выбор способов и схем вскрытия оказывают влияние сле­дующие факторы: размеры шахтного поля; угол падения, мощ­ность и число пластов в шахтном поле; расстояние между пла­стами; мощность наносов или непродуктивной толщи; рельеф поверхности; глубина разработки; нарушенность месторожде­ния; свойства вмещающих пород; газоносность, выбросоопасность и удароопасность угольных пластов; обводненность ме­сторождения; склонность угля к самовозгоранию; производст­венная мощность и срок службы шахты; уровень развития гор­нодобывающей техники; возможность постоянного воспроиз­водства подготовительных и готовых к выемке запасов; надеж­ность вентиляции и др.

Основными требованиями при выборе схемы вскрытия яв­ляются: минимальный объем вскрывающих горных выработок;

Выбор схемы вскрытия месторождения является одной из важнейших задач при проектировании шахты. Окончательно выбирается та схема, которая в большей мере отвечает услови­ям данного месторождения и удовлетворяет принятым критери­ям..

1.9. Вскрытие пластовых месторождений

*1.9. 1. Вскрытие одиночных пластов*

При наличии в шахтном поле одного пласта применяют вскрытие без ***дополнительных вскрывающих выработок***, ограни­чиваясь проходкой только шахтных стволов.

На рис. 1.10 представлено вскрытие одиночного пласта вер­тикальными стволами с расположением околоствольного двора в лежачем боку пласта. На горизонте околоствольного двора откаточным штреком шахтное поле по падению разделено на две ступени: бремсберговую и уклонную. При делении на пане­ли, как показано на рисунке, от откаточного штрека проводят панельные бремсберги с ходками, а в уклонной части — па­нельные уклоны. Показан обратный порядок ведения очистных работ в пределах панели.

При делении на этажи необходимо было бы провести капи­тальный бремсберг с ходком, а в уклонной части — капиталь­ный уклон.

Уголь от очистного забоя по конвейерному штреку посту­пает на панельный бремсберг, затем на откаточный штрек, да­лее — к околоствольному двору. По главному стволу уголь в скипах выдается на поверхность. Из уклонной части уголь вы­дается на откаточный горизонт по панельному уклону.

Свежий воздух в шахту поступает по вспомогательному стволу, затем по сети воздухопроводящих выработок (откаточ­ный штрек, бремсберг (ходок), конвейерный штрек) поступает в очистной забой. Исходящая струя от забоя по вентиляционно­му штреку поступает на один из ходков бремсберга, а затем по шурфу на поверхность.

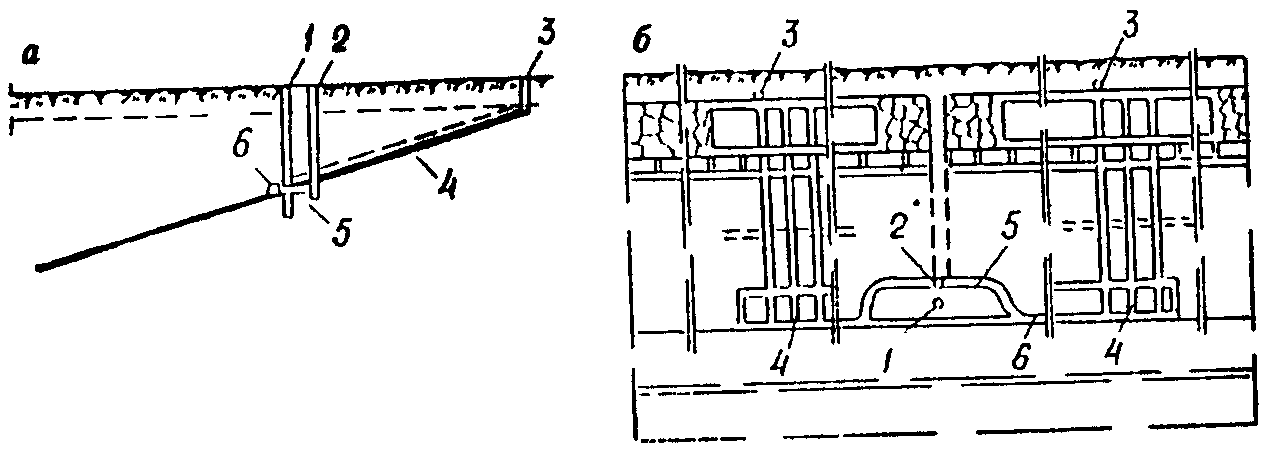


Рисунок 1.10 - Вскрытие одиночного пласта вертикальными стволами: а — разрез вкрест простирания; б — разрез в плоскости пласта; 1 — главный ствол; 2 — вспомогательный ствол; 3 — шурф; 4 — панельные бремсберги с ходками; 5 — околоствольный двор; 6 — откаточный штрек

Наиболее простым для одиночного пологого пласта являет­ся вскрытие наклонными стволами (рис. 1.11). Обычно проходят несколько параллельных друг другу стволов: один из них явля­ется главным, остальные — вспомогательными. Большей частью их проводят по пласту полезного ископаемого. Расстояние ме­жду главным и вспомогательными стволами принимается рав­ным не менее 40 м.

При таком вскрытии и незначительных размерах шахтного поля по простиранию шахтопласт делят на этажи. Стволы про­ходят до отметки первого этажа. После этого начинаются под­готовительные работы в этаже. Отработка крыльев шахтного поля может осуществляться как прямым, так и обратным хо­дом. В первом случае объем подготовительных работ до начала очистной выемки минимальный. На схеме показан обратный порядок отработки.

До окончания очистных работ в первом этаже осуществля­ют проходку стволов до отметки второго этажа, где вновь осу­ществляют подготовку очистных забоев.

Свежая струя воздуха по одному из стволов поступает в околоствольный двор, где разделяется на оба крыла шахтного поля. Из откаточных (конвейерных) штреков воздух направля­ется в очистные забои, далее через вентиляционный штрек и ствол на поверхность.

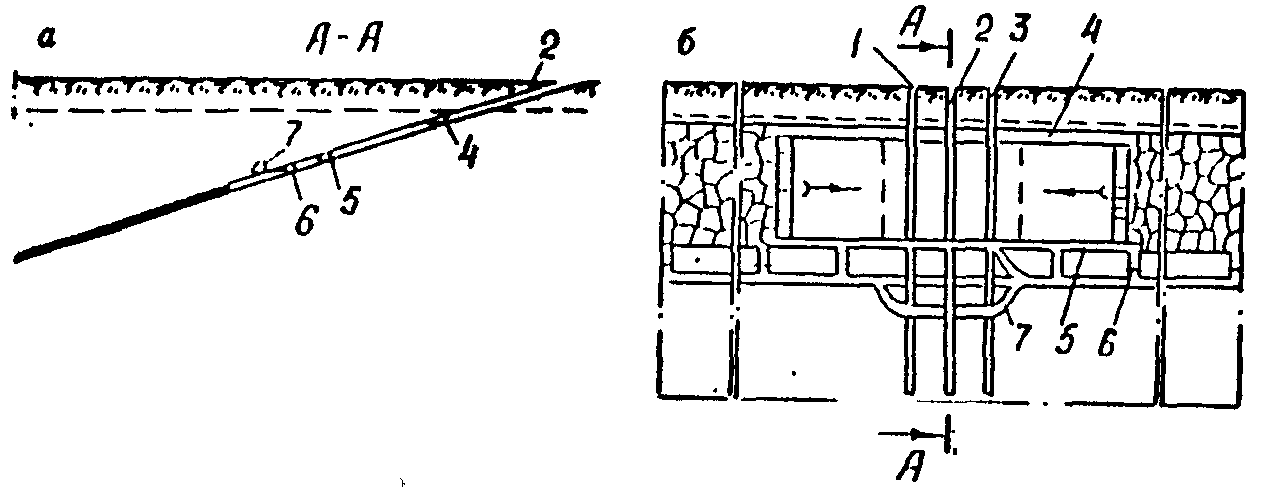


Рисунок 1.11 - Вскрытие пологого пласта наклонными стволами: а—разрез вкрест простирания; б—разрез в плоскости пласта; 1, 3—вспомогательные стволы; 2 — главный ствол; 4 — этажный вентиляционный штрек; 5 — просек; 6 — этажный откаточный штрек; 7— околоствольный двор

Вскрытие наклонными стволами требует меньших капи­тальных затрат, чем вскрытие вертикальными стволами, позво­ляет быстрее начать очистные работы и осуществить полную конвейеризацию транспорта полезного ископаемого от очист­ного забоя до поверхности. Этот способ вскрытия целесообраз­но применять при освоении месторождений с пологими или на­клонными пластами, залегающими близко к поверхности, на­пример при строительстве опытно-промышленных участков Ерунаковского геолого-промышленного района.

*1.9. 2. Вскрытие пологих и наклонных пластов вертикальными стволами*

Наиболее распространенным на пологих и частично на­клонных пластах является вскрытие вертикальными стволами с капитальным квершлагом (рис. 1.12). Это одногоризонтное вскры­тие. Его сущность заключается в том, что шахтное поле по па­дению транспортным горизонтом делится на две выемочные сту­пени — бремсберговую и уклонную. Стволы (главный и вспо­могательный), располагаемые на одной общей промплощадке, проходят до отметки транспортного горизонта, а непосредст­венное вскрытие пластов осуществляется капитальным квер­шлагом, проведенным от околоствольного двора.

Сначала отрабатывают пласты бремсберговой части, затем — уклонной. Свежий воздух в шахту поступает по вспомога­тельному стволу в выработки транспортного горизонта. При от­работке бремсберговой ступени он по ходкам бремсбергов по­ступает в ярусные конвейерные штреки, затем — в очистные за­бои, далее по цепи вентиляционных выработок — на поверх­ность. При отработке уклонной ступени воздух для проветрива­ния поступает по одному из ходков, далее, пройдя по цепи воздухопроводящих выработок, исходящая струя по другому ходку поднимается вверх, к транспортному горизонту. Для выдачи ис­ходящей струи на поверхность необходимо иметь специальные вентиляционные выработки (штреки, квершлаг, шурфы и др.).

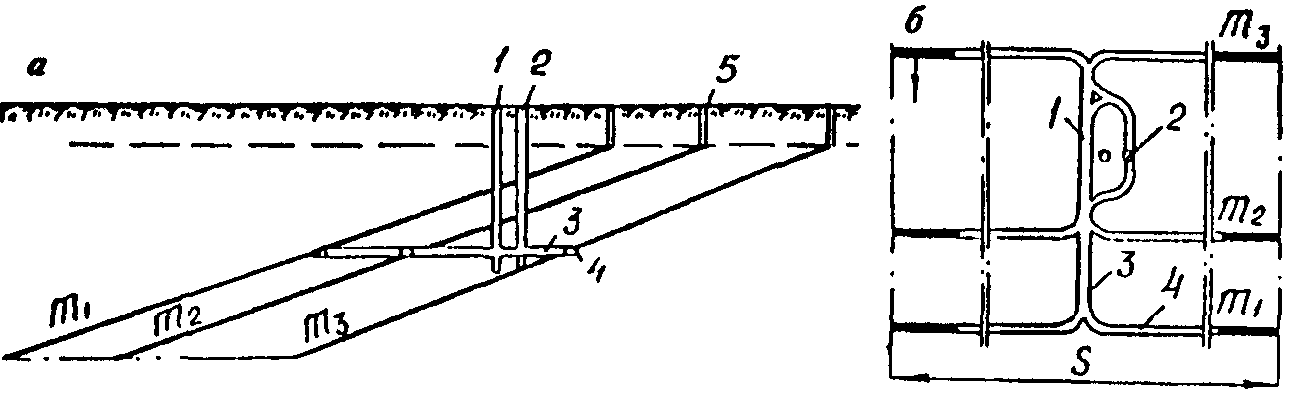


Рисунок 1.12 - Вскрытие вертикальными стволами с капитальным квершлагом: а — разрез вкрест простирания; б — план транспортного горизонта; 1 — главный ствол; 2—вспомогательный ствол; 3—капитальный квершлаг; 4—главный штрек; 5—шурф

Доставка угля как с бремсберговой, так и с уклонной сту­пени осуществляется на общий транспортный горизонт. Капи­тальный квершлаг, пройденный на этом горизонте, служит весь срок отработки запасов шахтного поля. В пределах выемочных ступеней шахтопласт может быть разделен как на панели, так и на этажи. Деление на панели яв­ляется наиболее распространенным.

Рассматриваемая схема вскрытия применяется преимуще­ственно на пологих пластах и размерах шахтного поля по паде­нию до 2—2,5 км. При очень пологих пластах (до 8°), когда го­ризонтальные квершлаги становятся слишком длинными, их заменяют наклонными квершлагами или гезенками.

Достоинствами вскрытия вертикальными стволами с капи­тальным квершлагом являются его простота, большой срок службы транспортного горизонта и, главное, отсутствие необ­ходимости углубки стволов во время эксплуатации шахты. На­личие уклонной ступени, осложняющее ее проветривание и тран­спортное обслуживание, необходимость участкового водоотли­ва в уклонах, утечки воздуха между уклоном и ходками явля­ются недостатками этой схемы вскрытия. Поэтому целесооб­разным следует считать осуществление восходящего проветри­вания уклонных ступеней через воздухоподающий ствол (сква­жину) и квершлаг, пройденный по нижней границе шахтного поля. Такой принцип проветривания заложен в проекте шахты «Анжерская-Южная».

При тех же углах падения, при которых применяется преды­дущая схема, но при больших размерах шахтного поля по па­дению (от 2,5 до 4 км) осуществляют вскрытие вертикальными стволами с горизонтальными квершлагами (рис. 1.13). Сущность этой схемы вскрытия состоит в том, что шахтное поле делят по ли­нии падения на выемочные ступени путем последовательной уг­лубки стволов и проведения на каждом транспортном горизон­те горизонтных квершлагов. Сначала стволы проходят до от­метки первого горизонта, на котором пласты непосредственно вскрывают квершлагом. На него отрабатывают запасы брем­сберговой части в том же порядке, как и в предыдущей схеме. По мере отработки запасов стволы углубляют до второго гори­зонта, где вновь проходят горизонтный квершлаг. При отработ­ке запасов второго горизонта квершлаг первого горизонта яв­ляется вентиляционным. Отработка запасов может произво­диться как бремсберговым, так и частично уклонными полями.

Проветривание горных выработок и транспорт полезного ископаемого осуществляются так же, как при отработке бремс­берговой ступени в предыдущей схеме.

По сравнению с предыдущей схемой вскрытие вертикаль­ными стволами с горизонтными квершлагами имеет следующие достоинства: возможность отработки запасов бремсберговыми полями, проще схема проветривания, возможность обновления горного хозяйства шахты при переходе на новый горизонт.

Недостатки — меньший срок службы транспортного гори­зонта, необходимость углубки шахтных стволов и замены подъ­емных машин, увеличение капитальных затрат.

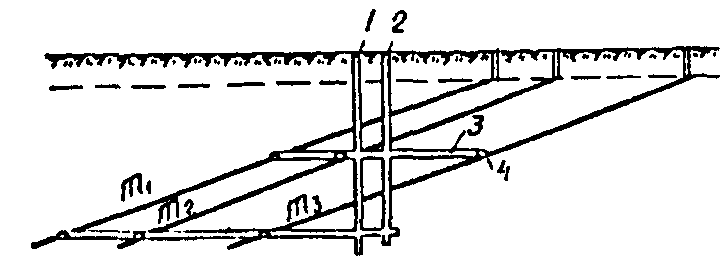


Рисунок 1.13 - Вскрытие вертикаль­ными стволами с горизонталь­ными квершлагами: 1 — главный ствол; 2 — вспомога­тельный ствол; 3 — горизонтный квершлаг; 4 —главный штрек

Рассмотренные схемы вскрытия пологих пластов с верти­кальными стволами наиболее распространены по сравнению с другими схемами, к которым относятся вскрытие вертикаль­ными стволами с этажными квершлагами, вертикальными стволами с капитальными или этажными гезенками (на пластах с углами падения до 8°) и др.

*1.9. 3. Вскрытие крутонаклонных и крутых пластов*

При наличии в шахтном поле крутонаклонных и крутых пластов применяют вскрытие вертикальными стволами с этаж­ными квершлагами (рис. 1.14). Стволы во избежание потерь угля в охранных целиках под промплощадкой располагают в лежа­чем боку свиты. В этом случае стволы не будут подвергаться деформациям под влиянием очистных работ.

При этой схеме вскрытие запасов угля проводится через 100—120 м по вертикали. Указанная высота считается в насто­ящее время оптимальной. Стволы проходят до отметки тран­спортного горизонта первого этажа, где сооружается около­ствольный двор. От околоствольного двора проводят этажный квершлаг, непосредственно подсекающий угольные пласты. По мере отработки первого этажа стволы углубляют до второго го­ризонта и так далее.

При групповой подготовке от квершла­га проводят полевой штрек, который в каждом выемочном по­ле (блоке) имеет выход к пластам посредством проведения проме­жуточных квершлагов.

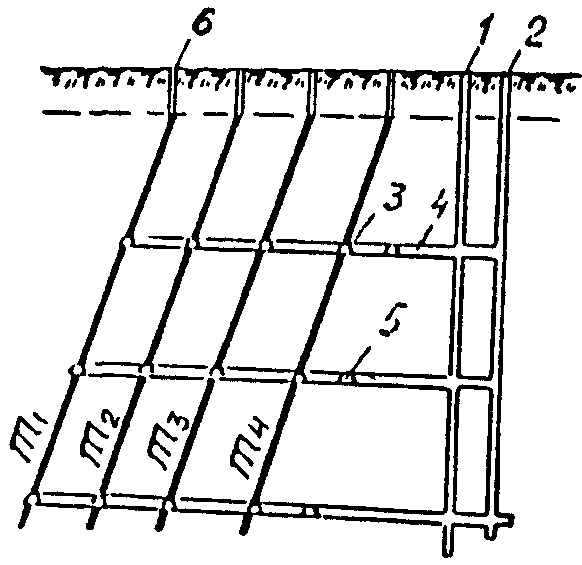


Рисунок 1.14 - Вскрытие вертикальными ство­лами с этажными квершлагами: 1 — главный ствол; 2 — вспомогательный ствол; 3—пластовые откаточные штреки; 4— этажные квершлаги; 5 — полевые штреки; 6 —шурф

Уголь из очистных забоев по участковым выработкам поступает на откаточный горизонт, затем рельсовым транспортом к околоствольному двору, откуда по скиповому стволу выдается на поверхность.

Свежий воздух поступает в шахту по вспомогательному стволу, оборудованному одно- или двуклетевым подъемом, на транспортный горизонт и далее по этажному квершлагу, поле­вому штреку, промежуточному квершлагу, пластовым штрекам на выемочные участки. Исходящая струя по вентиляционным выработкам (бывшим откаточным) поступает либо к вентиля­ционным стволам на флангах шахтного поля, либо через ски­повой ствол в центре выдается на поверхность. При отработке первого этажа исходящая струя выдается через вентиляционные штреки и шурфы.

На некоторых шахтах для подготовки нового горизонта проходят третий вертикальный ствол, располагаемый на той же промплощадке. Он называется породоуглубочным. Предназна­чен также и для других целей, например проветривания.

Достоинствами вскрытия вертикальными стволами с этаж­ными квершлагами являются более простые схемы транспорта и проветривания. К недостаткам следует отнести небольшой срок службы этажа и необходимость частой углубки стволов, обору­дование околоствольных дворов на каждом горизонте и др.

*1.9. 4. Вскрытие свиты пластов наклонными стволами*

Вскрытие наклонными стволами может применяться при любых углах падения пластов. Угол наклона стволов зависит от вида транспорта полезного ископаемого по наклонному стволу: до 18° используют ленточные конвейеры, при 19—25°— ваго­нетки, более 26°— скипы. Наиболее прогрессивным видом транспорта по наклонному стволу является конвейерный, обес­печивающий возможность непрерывного транспортирования угля от забоя до поверхности. Стволы проводят по нижнему пласту вскрываемой свиты или в устойчивых породах лежаще­го бока.

Параллельно друг другу проводят несколько стволов: один из них главный, остальные — вспомогательные. Стволы по пластам полезного ископаемого проводят на некрупных шахтах, с тонкими пластами и средней мощности, с углями, не склонными к самовозгоранию.

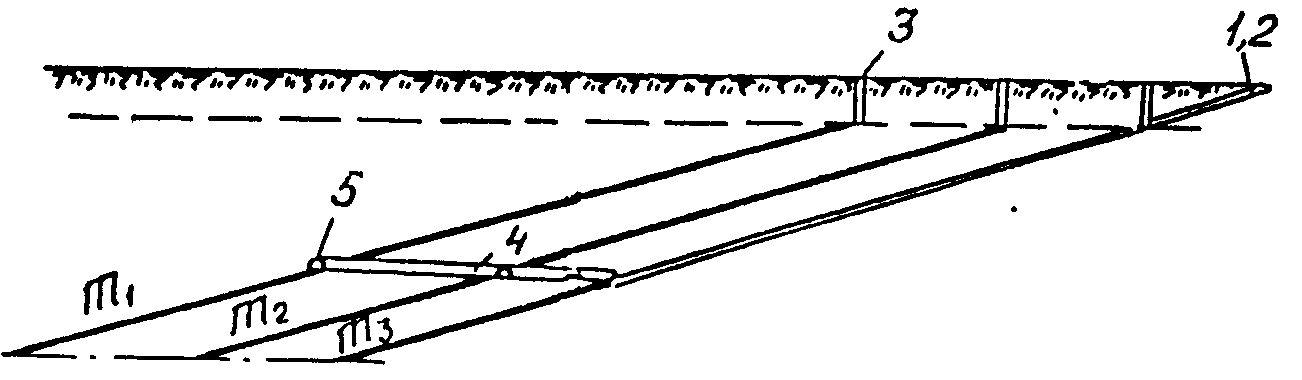


Рисунок 1.15 - Вскрытие наклонными стволами с капитальным квершлагом: 1 — главный ствол; 2 — вспомогательный ствол (пройден параллельно главному); 3 — шурф; 4— капитальный квершлаг; 5—главные штреки транспортного горизонта

При вскрытии свиты пластов наклонными стволами могут применяться схемы, аналогичные вскрытию с вертикальными стволами: с капитальным квершлагом, с горизонтальными квер­шлагами, с этажными квершлагами и др. Для них характерны те же достоинства и недостатки, что и для схем с вертикаль­ными стволами.

Вскрытие наклонными стволами с капитальным квершлагом (рис. 1.15) по сравнению с другими схемами является более пред­почтительным, особенно при восходящем проветривании уклон­ной ступени шахтного поля, поскольку отсутствуют работы по углубке шахтных стволов. При этой схеме вскрытия возможно рас­положение наклонных стволов в пустых породах и пройден­ных со стороны висячего бока вкрест простирания свиты пластов.

*1.9. 5. Вскрытие штольнями*

Вскрытие штольнями (рис. 1.16) применяют в гористой ме­стности, когда промышленные запасы угля выше штольневого горизонта обеспечивают длительный срок службы шахты.

. В зависимости от условий расположения промплощадки и удоб­ства прокладки подъездных путей штольни могут быть пройдены как вкрест простирания, так и с фланга залежи полезного ископаемого. Устье штольни должно находиться выше воз­можного максимального уровня паводковых вод.

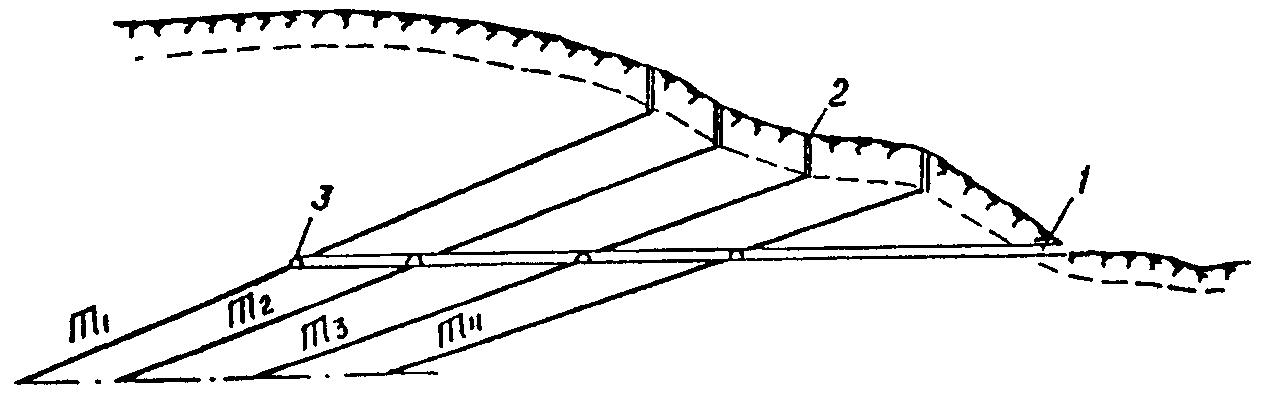


Рисунок 1.16 - Вскрытие штольней пологих пластов: 1—штольня;.2—шурф; 3—откаточные штреки

Штольневое вскрытие может применяться при любых углах падения пластов. При пологом залегании пластов отработка за­пасов на штольневом горизонте может осуществляться бремсберговыми и уклонными полями. Для выдачи исходящей струи из ук­лонной ступени необходимо провести вентиляционную штольню.

Свежий воздух в шахту поступает по штольне. Исходящая струя из шахты выдается по шурфам или другим вентиляцион­ным выработкам.

Достоинства штольневого вскрытия по сравнению со ство­лами: проще схемы транспортирования грузов и водоотлива; отсутствует подъем; простая схема поверхностного комплекса.

*1.9. 6. Комбинированное вскрытие*

Наличие в шахтном поле одного типа главной вскрываю­щей выработки в некоторых условиях не позволяет достичь ожи­даемого экономического эффекта от производственной деятель­ности горного предприятия. Иногда возникает необходимость осу­ществлять комбинацию рассмотренных выше схем вскрытия.

Комбинированное вскрытие представляет собой наличие раз­ного типа основных вскрывающих выработок: вертикальный и

наклонный стволы; штольня и вертикальный ствол; штольня с наклонными стволами и др. В качестве главной вскрывающей выработки чаще используется наклонный ствол, проводимый под углом 12—18°, в качестве вспомогательной — вертикаль­ный. Главный наклонный ствол оборудуют мощным ленточ­ным конвейером. Комбинированные схемы вскрытия осуще­ствлены при строительстве ряда крупных шахт (например, шах­та «Распадская» в Кузбассе).

На рис. 1.17 представлено комбинированное вскрытие с ка­питальным квершлагом и непосредственной погрузкой угля на наклонный ствол. При таком варианте вскрытия вспомогатель­ный вертикальный ствол проходят до нижней границы шахт­ного поля, где сооружается околоствольный двор. На этом же горизонте проводят капитальный квершлаг, по которому осу­ществляется вспомогательный транспорт. Наклонный главный ствол проводят вкрест простирания со стороны висячего бока под углом, обеспечивающим эффективную выдачу угля ленточным конвейером. На бремсберговую и уклонную ступени шахтопласты делятся в точках их пересечения с наклонным стволом.

Эта разновидность комбинированного вскрытия позволяет осуществить восходящее проветривание уклонной ступени шахт­ного поля.

Свежий воздух поступает в шахту по вспомогательному стволу, капитальному квершлагу и штрекам. Далее он движется по наклонным пластовым выработкам снизу вверх. Исходящая струя на поверхности выдается через шурфы.

Комбинированное вскрытие, включающее главный наклон­ный и вспомогательный вертикальный стволы, позволяет осу­ществить эффективный конвейерный транспорт полезного ис­копаемого от забоя до поверхности. Наличие вертикального вспо­могательного ствола обусловливает эффективность вспомога­тельного транспорта: спуск-подъем людей, доставку материа­лов и оборудования и др.

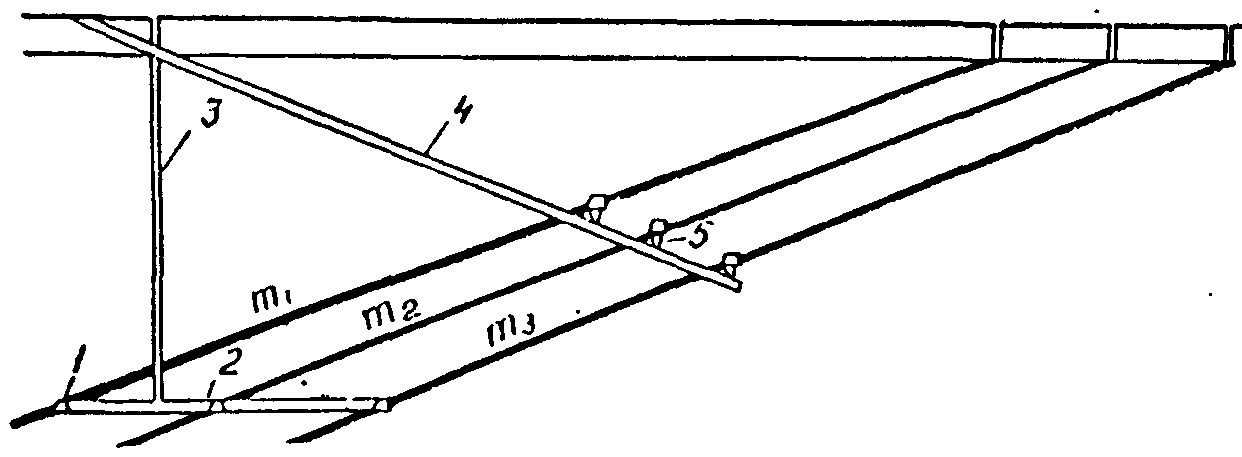


Рисунок 1.17 - Комбинированное вскрытие с капитальным квершлагом и непо­средственной погрузкой угля на наклонный ствол: 1—штреки; 2—капитальный квершлаг;.3—вспомогательный вертикальный ствол; 4—главный наклонный ствол; 5—загрузочный бункер

1.10. Подготовка пластов в шахтном поле

*1.10.1. Основные понятия*

После вскрытия месторождения в пределах шахтного поля приступают к его подготовке, позволяющей начать добычу по­лезного ископаемого в очистных забоях. Подготовку шахтопластов ведут частями и по мере их отработки подготавливают следующие части. Следовательно, задачей подготовки является постоянное возобновление готовых к выемке запасов взамен отрабатываемых. Постоянное возобновление запасов называют воспроизводством запасов.

Подготовка пласта к очистной выемке состоит из двух эта­пов. На первом этапе проводят подготавливающие выработки на уровне транспортного горизонта. Этот этап называют спо­собом подготовки. В основу разделения способов подготовки положены два признака: расположение подготавливающих вы­работок относительно угольного пласта и число разрабатывае­мых пластов, обслуживаемых подготавливающей выработкой. На этом этапе подготавливающими выработками являются транспортные (главные) штреки. В зависимости от распо­ложения этих штреков относительно угольного пласта разли­чают пластовую и полевую подготовку пластов (рис. 1.18).

При пластовой подготовке транспортные штреки проводят по угольному пласту. Ее применяют при устойчивых боковых породах, а также на пластах с углями, не склонными к само­возгоранию. Это, как правило, пласты тонкие и средней мощ­ности. При неустойчивых боковых породах и на пластах с угля­ми, склонными к самовозгоранию, применяют полевую подго­товку, при которой полевые штреки проводят в породах лежа­чего бока. Для выхода на пласт от полевого штрека проводят промежуточные квершлаги. От этих квершлагов по пласту про­водят пластовые штреки, которые погашают вслед за выемкой. Как правило, полевая подготовка сопутствует мощным уголь­ным пластам.

В зависимости от числа пластов, обслуживаемых подготав­ливающей выработкой (штреком), различают индивидуальную и групповую подготовку пластов в шахтном поле.

Следующим этапом подготовки является проведение под­готавливающих выработок в плоскости пласта. К ним относят­ся проводимые в пределах выемочного поля наклонные (бремсберги, уклоны, скаты) и горизонтальные выемочные (конвей­ерные и вентиляционные штреки) выработки. Результатом вто­рого этапа подготовки яв­ляется образование очист­ных забоев принятой длины в количестве, обеспечиваю­щем принятую производ­ственную мощность шахты.

В зависимости от деления выемочной ступени шахтопласта на характерные части разли­чают панельную, этажную и погоризонтную подготовку вые­мочных полей. Их принято называть схемами подготовки.

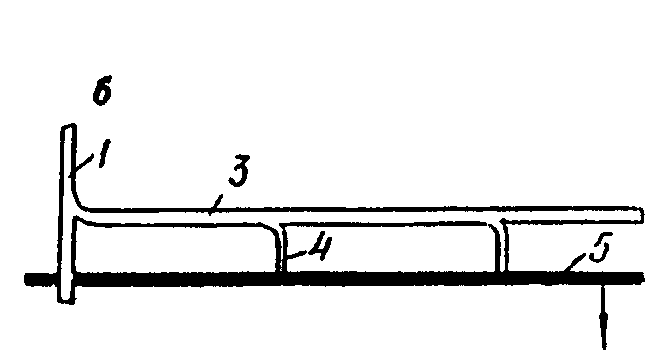
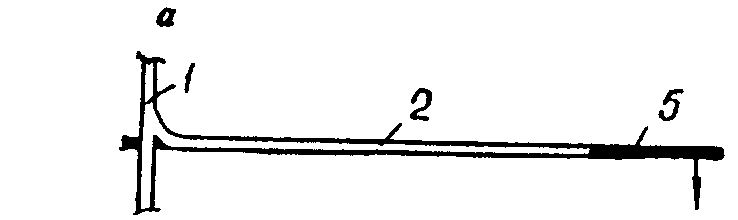


Рисунок 1.18 - Пластовая (в) и поле­вая (б) подготовка угольных пла­стов: 1 — главный квершлаг; 2 — пластовый штрек; 3 — полевой штрек; 4 — промежуточный квершлаг; 5 — угольный пласт

*1.10.2. Подготовка выемочных полей*

После проведения в необходимом объеме горизонтальных подготавливающих выработок на транспортном горизонте при­ступают к проведению подготавливающих выработок в плоско­сти пласта, формирующих схему подготовки выемочных полей. Под схемой подготовки выемочного поля, понимают совокуп­ность характерно расположенных с учетом функционального назначения подготавливающих выработок, обеспечивающих формирование готовых к выемке частей шахтопласта.

В зависимости от деления выемочной ступени (шахтопла­ста) на части (см. рис. 1.8) различают панельную, этажную и погоризонтную подготовку.

Панельную подготовку применяют при любой мощности угольных пластов с углами падения до 20—25° (преимуществен­но до 15—18е). Размер панели по простиранию достигает 2,5—3 км. Ее размер по падению равен наклонной высоте выемочной сту­пени. Различают двусторонние (двукрылые) и односторонние (однокрылые) панели (рис. 1.19). В двусторонней панели бремсберг (уклон) с ходками проводят в середине выемочного поля по простиранию (рис. 1.19, а), в односторонней — у одной из его границ (рис. 1.19, б). Наиболее часто применяются двукры­лые панели.

В практике разработки угольных пластов применяют раз­личные схемы подготовки панелей. На рис. 1.19, а представлена наиболее простая схема, при которой для начала очистных ра­бот достаточно пройти главный транспортный штрек, бремсберг (уклон) с ходками и ярусные штреки. Более сложная схема (рис. 1.19, в) предусматривает, кроме названных выработок, про­ведение фланговых печей и главного вентиляционного штрека. Такая схема подготовки позволяет осуществить прямоточное про­ветривание. В отличие от схемы, представленной на (рис. 1.19, а), здесь показана панель при групповой подготовке пластов. В этом случае отпадает надобность в проведении транспортного штрека большой длины, что присуще индивидуальной подго­товке (см. рис. 1.19, а). Длина его не превышает 120—150 м. При подготовке панелей в уклонной выемочной ступени на пластах наклонного падения уклоны проводят диагонально (под углом к линии падения).

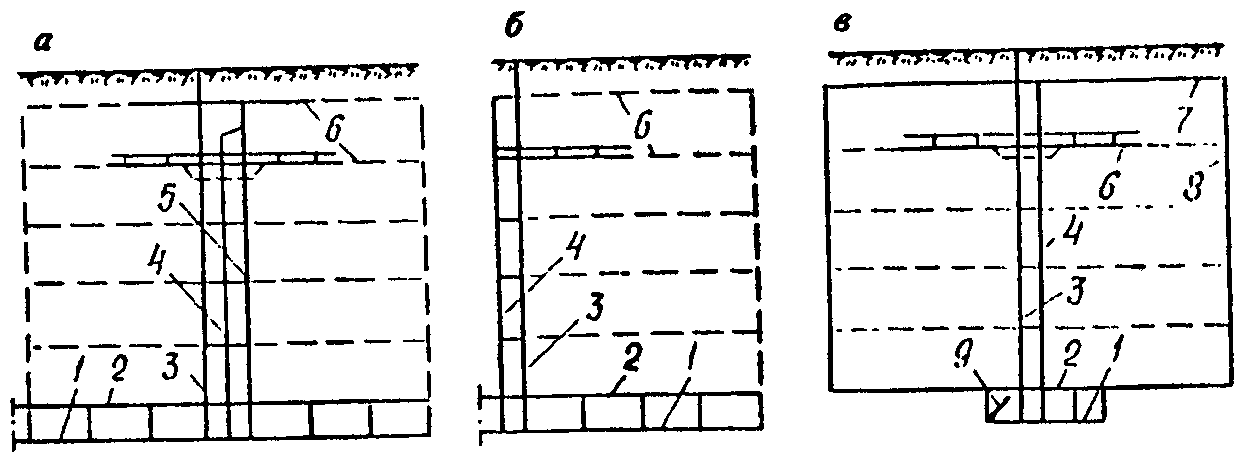


Рисунок 1.19 - Панельная подготовка выемочных полей: а — двусторонняя панель; б — односторонняя панель; в — двусторонняя панель с флан­говыми печами; 1— основной транспортный штрек; 2 — просек; 3 — путевой ходок; 4 — бремсберг; 5 — людской ходок; 6 — ярусные штреки; 7 — главный вентиляционный штрек; 8— фланговая печь (ходок); 9—промежуточный квершлаг

Достоинства панельной подготовки: возможность повыше­ния концентрации горных работ и конвейеризация транспорта от очистных забоев до ствола; сокращение объема поддержи­ваемых выработок. Недостатки: большие затраты на проведе­ние и поддерживание панельных наклонных выработок; слож­ная схема проветривания.

Особенностью панельной подготовки является расположе­ние очистного забоя по падению пласта, а подвигание — по простиранию.

Этажная подготовка применяется при делении шахтопласта на этажи на крутонаклонных и крутых пластах, в отдельных случаях — на наклонных и пологих пластах при углах падения более 8—10°. При этажной подготовке этажи по простиранию делят на выемочные поля. Подготавливающие наклонные вы­работки (участковые бремсберги, уклоны, скаты) проводят в каждом выемочном поле. По ним осуществляется доставка угля до откаточного горизонта при делении этажа на подэтажи.

В зависимости от угла падения пластов наклонная высота этажа составляет 120—450 м. Последний параметр относится к пологим пластам.

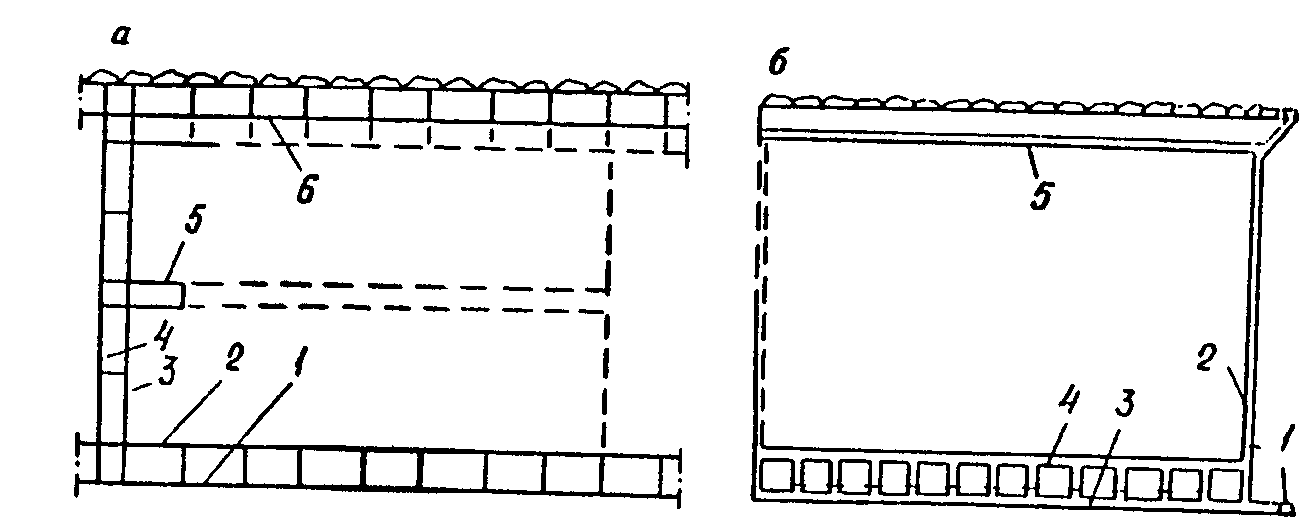


Рисунок 1.20 - Этажная подготовка выемочных полей: а—пологое падение (1 —этажный откаточный штрек; 2—просек; 3—путевой ходок; 4 — участковый бремсберг; 5 — промежуточные (подэтажные) штреки; 6 — этажный вентиляционный штрек); б — крутое падение (7 — промежуточный квершлаг; 2 — цен­тральный скат; 3 — пластовый откаточный штрек; 4 — параллельный штрек; 5 — мину­совый (вентиляционный) штрек)

Этажная подготовка пологих и крутых пластов отличается друг от друга (рис. 1.20). На пологих пластах (рис. 1.20, а) при делении на подэтажи между этажными откаточным и вентиля­ционными штреками проводят участковые бремсберги, по кото­рым уголь из верхних подэтажей доставляется на откаточный го­ризонт. Выемочные поля могут быть однокрылые и двукрылые.

На крутых и крутонаклонных пластах (рис. 1.20, б), где дос­тавка угля по падению осуществляется под действием гравита­ционных сил, проводят скаты, если предполагается деление эта­жа на подэтажи. На таких пластах применяют, как правило, групповую подготовку. Вентиляционный штрек проводят на несколько метров ниже бывшего откаточного. Отсюда его на­звание — минусовый. Полная сеть подготавливающих вырабо­ток в выемочном поле, позволяющих начать очистную выемку, зависит от применяемой системы разработки.

Достоинства этажной подготовки: небольшой объем про­ведения наклонных горных выработок; более быстрый ввод очистных забоев в эксплуатацию (на пологих пластах); простые схемы проветривания и транспорта. Недостатки: разбросан­ность горных работ, большая протяженность этажных пласто­вых штреков, что приводит к росту затрат на их поддержание (на пологих пластах).

Погоризонтная подготовка выемочных полей осуществля­ется проведением в пределах выемочной ступени наклонных под­готавливающих выработок (рис. 1.21). Длина наклонных подго­тавливающих выработок равна наклонной высоте выемочной ступени. Она может достигать 2000—3000 м. Расстояние между наклонными выработками (бремсбергами и ходками) равно длине очистного забоя. Особенность этой подготовки состоит в том, что очистной забой располагается по простиранию пласта, а перемещается по падению или восстанию. При высокой газо­обильности предпочтительной является выемка по падению, а при повышенной обводненности — по восстанию пласта. Как видно из приведенной схемы, подготовка может осуществляться как для одинарных, так и для спаренных очистных забоев.

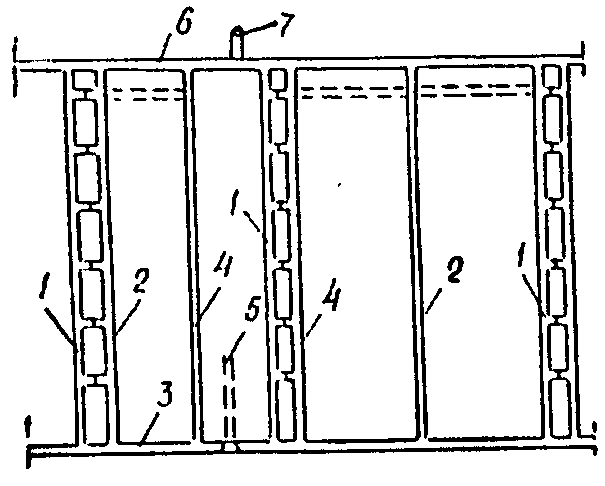


Рисунок 1.21 - Погоризонтная подготовка: 1 — вентиляционный ходок; 2 — бремсберг; 3 — главный транспортный пггрек; 4 — ходок; 5 — главный квершлаг; б — главный вентиля­ционный штрек; 7 — шурф (вентиляционный ствол)

Погоризонтная подготовка рекомендуется к применению на пластах с углом падения до 10—12°. Она позволяет: снизить объем проведения подготавливающих выработок; упростить подготовку выемочных полей и схему транспорта полезного ис­копаемого; обеспечить стабильность длины очистного забоя;

уменьшить вероятность встречи геологических нарушений, так как они в большинстве случаев располагаются по падению пла­стов; повысить безопасность ведения горных работ (при выемке по падению); сократить приток воды в призабойное простран­ство (при выемке по восстанию). Недостатки: ограниченные ус­ловия применения и трудность перевозки людей и материалов по длинным наклонным выработкам.

Непостоянство элементов залегания пластов в пределах шахт­ного поля (углов падения и простирания) может обусловить при­менение в пределах одного и того же шахтопласта смешанной подготовки: например, панельной и этажной или панельной и погоризонтной. В крыле шахтного поля с пологим залеганием пластов целесообразна панельная подготовка, в крыле с круто­наклонным или крутым залеганием — этажная.

1.11. Очистные работы в угольных шахтах

*1.11.1. Технологические схемы очистных работ*

Под очистными работами понимают собственно выемку по­лезного ископаемого, крепление забоя и управление кровлей. Очистная выемка — это совокупность процессов отбойки, по­грузки на забойный конвейер и доставки угля до ближайшей транспортной выработки (конвейерного штрека, бремсберга, уклона и др.). Названные процессы очистных работ характерны для пологих и наклонных пластов, где широко применяется комплексная механизация. В других условиях могут отсутство­вать такие процессы, как крепление и управление кровлей, по­грузка и механизированная доставка угля в забое.

Очистная выемка является главным процессом очистных работ. Крепление забоя и управление кровлей должны обеспе­чить нормальное выполнение работ по очистной выемке.

Очистной забой — забой, в котором осуществляется массо­вая добыча полезного ископаемого. По технологическому прин­ципу очистные забои подразделяются на длинные и короткие. Принято забои длиной более 20 м считать длинными, менее — короткими. Технологии выемки угля в длинных и коротких за­боях существенно различны. Для них созданы принципиально различные средства механизации, транспорта и крепления. Под­готавливающие выработки, примыкающие к длинному очистному забою, называют выемочными. При выемке по простира­нию ими являются конвейерный и вентиляционные штреки.

В длинных очистных забоях, называемых лавами, применя­ют две схемы выемки: фланговую и фронтальную. При фланговой схеме (рис. 1.22,а) отделение угля от массива осуществляет­ся выемочной машиной, перемещающейся вдоль забоя перпен­дикулярно к направлению его подвигания. В зависимости от ширины захвата выемочной машины различают широкозахват­ную, узкозахватную и струговую выемку угля. При широкозах­ватной выемке ширина захвата более 1 м, узкозахватной — 0,5—1,0 м, струговой—0,03—0,15 м. Широкозахватная выемка в настоящее время не применяется. Основными выемочными машинами в длинных очистных забоях на современном этапе развития технологии угледобычи являются узкозахватные ком­байны. В отечественной практике струговая выемка распро­странения не получила.

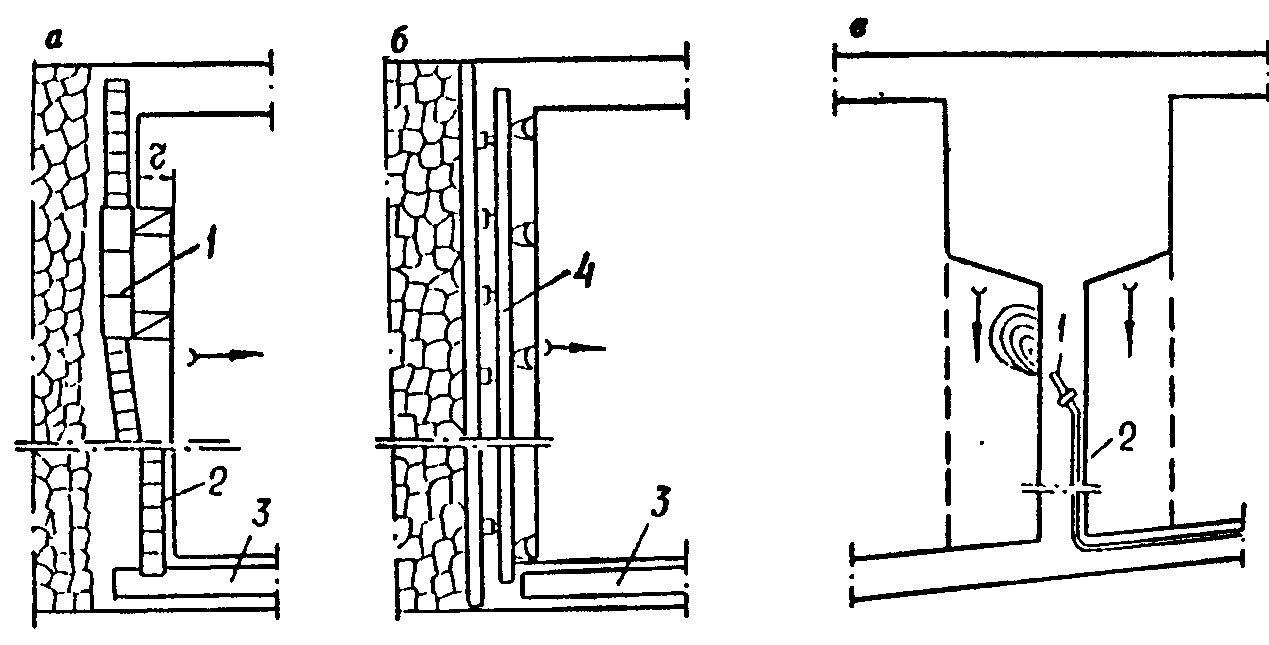


Рисунок 1.22 - Технологические схемы очистных работ: а — фланговая (7 — выемочная машина; 2 — забойный конвейер; 3 — штрековый пере­гружатель; г— ширина захвата выемочной машины); б — фронтальная (3 — перегружа­тель; 4—выемочная машина); в—в коротком очистном забое (1 —гидромонитор; 2— высоконапорный трубопровод)

При фронтальной выемке (рис. 1.22,б) отделение угля от массива осуществляется выемочным агрегатом одновременно по всей длине очистного забоя. Такая технология позволяет осуществлять добычу угля без постоянного присутствия людей в очистном забое. Испытаны отдельные опытные образцы.

В отечественной практике выемка угля короткими очист­ными забоями более или менее широкого применения не имеет. Выемку угля короткими очистными забоями применяют, в ча­стности, при гидродобыче (рис. 1.22, в).

На шахтах России и СНГ основную добычу дают длинные очистные забои. Они могут быть различно ориентированы (рис. 1.23) относительно элементов залегания пласта. Они могут быть расположены по падению (а) или простиранию (б, в) пла­ста, а перемещаться по простиранию, падению или восстанию. Иногда имеет место иная ориентация забоев относительно про­стирания и падения: они могут располагаться, например, диагонально. Преимущественно на шахтах забои располагают по падению пласта. Иное расположение очистных забоев обуслов­ливается влияющими факторами.

Отделение угля от массива и его дробление осуществляют комбайнами, стругами, агрегатами, гидромониторами, механо-гидравличсскими машинами и буровзрывными работами. Наи­более распространена в длинных очистных забоях выемка угля комбайнами.

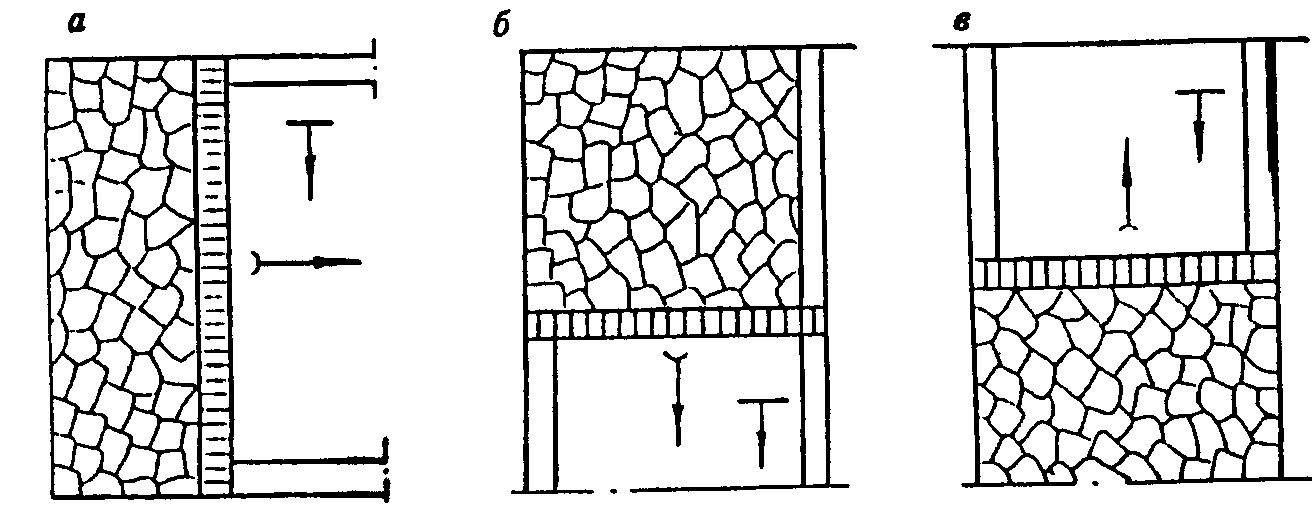


Рисунок 1.23 - Схемы подвигания очистных забоев: а—по простиранию; б—по падению; в—по восстанию

*1.11.2. Механизированная выемка угля в длинных очистных забоях*

Основным средством механизированной выемки угля на пологих и наклонных пластах являются очистные комбайны. Очистной угольный комбайн — машина, одновременно выпол­няющая в забое операции по отделению угля от массива, дроб­лению его до кусков транспортабельного размера и навалке на забойный конвейер. Угольный комбайн как выемочная машина состоит из электродвигателя, механизма подачи, исполнитель­ного органа, погрузочного устройства и систем управления и пылеподавления.

Действие исполнительных органов большинства комбайнов основано на принципе механического разрушения угля. Наибо­лее эффективными являются такие исполнительные органы, при работе которых в угле возникают растягивающие напряже­ния без образования объемного напряженного состояния.

Исполнительные органы комбайнов должны удовлетворять ряду требований, основными из которых являются: высокая про­изводительность: малая удельная энергоемкость процесса раз­рушения; высокий КПД; простота конструкции; высокая стой­кость инструмента; высокая надежность работы; возможность автоматизации режимов работы; выполнение функций отбойки и погрузки угля; способность самозарубаться в пласт.

Наибольшее распространение получили барабанные и шнековые исполнительные органы, которыми оснащаются узкозахватные комбайны.

Барабанный исполнительный орган, литой или сварной кон­струкции, осуществляет разрушение угля путем скола с откры­той поверхности забоя стружки толщиной 20—30 мм. Основ­ными достоинствами барабанных исполнительных органов яв­ляются: простота конструкции; высокий КПД; возможность применения на углях любой крепости и вязкости. Недостатки: значительное измельчение угля и большое пылеобразование, невозможность самозарубки в пласт.

Большинство современных узкозахватных комбайнов осна­щены шнековыми исполнительными органами. Основное их до­стоинство заключается в том, что шнеками осуществляется по­грузка угля на конвейер. Принцип разрушения угля шнеками таков же, как и барабанами, но с некоторым снижением прису­щих им недостатков.

Обычно узкозахватные комбайны оснащены двумя шнека­ми. Они располагаются либо с одной, либо с обеих сторон кор­пуса комбайна (рис. 1.24). Положение шнеков легко регулиру­ется по высоте гидродомкратами, что позволяет осуществлять выемку угля при различной мощности пласта. Конструкция комбайнов допускает возможность фронтальной зарубки шне­ков в пласт и механизированную выемку угля на концевых уча­стках лавы без ниш. При этом приводная и концевая головки забойного конвейера должны быть вынесены в прилегающие к очистному забою выработки.

В отличие от широкозахватных узкозахватные комбайны перемещаются по раме забойного конвейера, располагаемого у забоя.

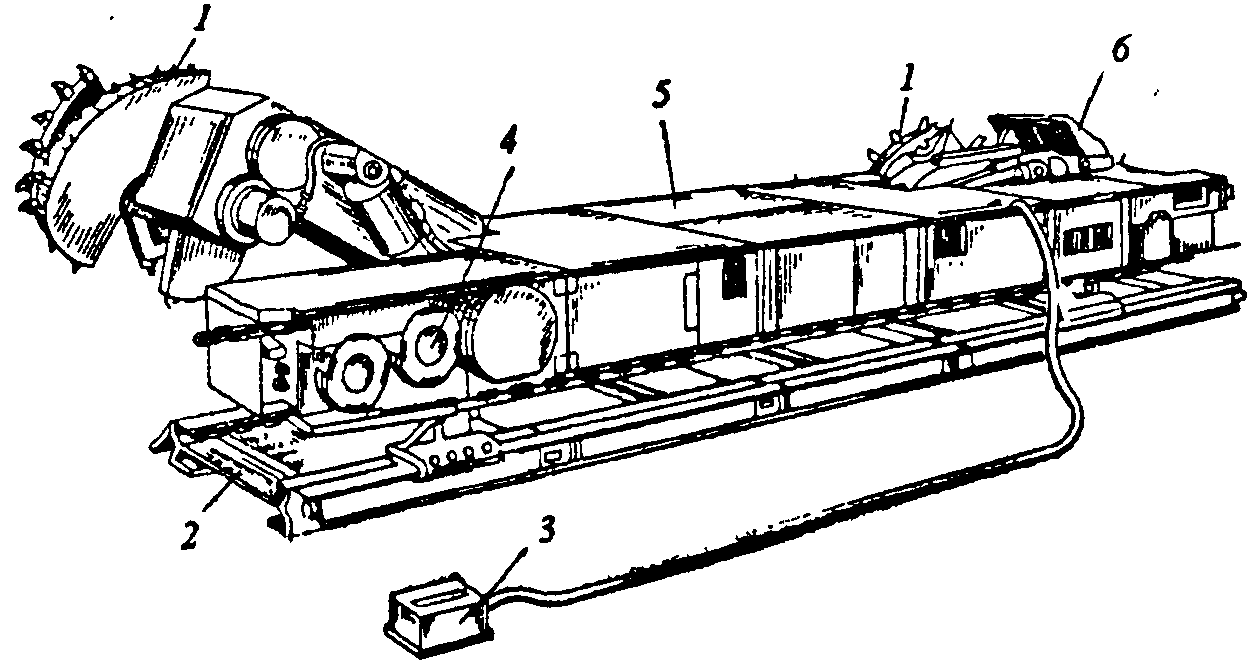


Рисунок 1.24 - Узкозахватный комбайн со шнековым исполнительным органом: 1—шнеки; 2—конвейер;.3—пульт управления; 4—механизм подачи; 5—элекгродвигателъ; 6— погрузочный щиток

Перемещение комбайна вдоль забоя осуществляется с по­мощью приводной звезды и калиброванной цепи, растянутой вдоль забоя и закрепленной по концам на головках забойного конвейера. Наличие цепной передачи обеспечивает перемеще­ние комбайна по всей длине лавы без остановки. Наиболее со­вершенными являются комбайны с бесцепной передачей, при которой комбайн перемещается с помощью зубчатого колеса по цевочной рейке, закрепленной на раме конвейера.

В настоящее время промышленностью выпускаются раз­личные типы узкозахватных комбайнов, предназначенные для работы в разнообразных горно-геологических условиях. Неко­торые из них могут быть применены как с механизированными, так и индивидуальными крепями при углах падения до 35°.

Наряду с указанными комбайнами для механизации выем­ки угля на тонких крутых пластах, где применялись отбойные молотки, были созданы специальные комбайны. Узкозахватные комбайны для крутых пластов успешно работали при породах кровли не ниже средней устойчивости, так как по условиям эк­сплуатации крепь возводят или передвигают после выемки лен­ты шириной 0,9—1,0 м на всю длину лавы. Наибольшая эффек­тивность работы комбайнов достигается в комплексе с механи­зированными крепями, исключающими трудоемкие работы по креплению и управлению кровлей.

Важной эксплуатационной характеристикой комбайна яв­ляется его производительность.

*1.11.3. Доставка угля в очистных забоях*

На угольных шахтах для доставки угля в длинных очист­ных забоях на пологих и наклонных пластах применяют скреб­ковые конвейеры. Они получили широкое распространение, так как относительно просты по конструкции, пригодны к тяжелым условиям эксплуатации, приспособлены для работы с очистны­ми комбайнами, стругами и механизированными крепями. Они являются базой современных механизированных комплексов.

Скребковые конвейеры должны удовлетворять следующим требованиям: производительность должна быть выше макси­мальной производительности выемочной машины; обеспечение нормальной погрузки угля на штрековый перегружатель или конвейер; минимальная высота става конвейера со стороны за­боя; обеспечение погрузки угля с почвы пласта при передвиже­нии конвейера к забою; высокая надежность в работе.

Скребковый конвейер (рис. 1.25) состоит из верхнего и ниж­него металлических желобов, по которым перемещается беско­нечная цепь со скребками, состоящая из грузовой и порожняко­вой ветвей. По концам конвейера располагаются приводная и натяжная головки. Желоб конвейера собирают из отдельных секций (рештаков), соединяемых быстроразъемными замками. Цепь конвейера легко разбирается на отдельные отрезки. Бла­годаря этому конвейерный став можно быстро разобрать или собрать на новом месте, укоротить или удлинить его.

Скребковые конвейеры, применяемые для транспортирования угля в лавах, необходимо периодически перемещать вслед за под-виганием очистного забоя. Перемещение скребковых конвейеров может быть двояким: путем полной разборки на части, переноски их на новое место и сборки; путем передвижки конвейера без разборки или по всей его длине, или последовательно частями за счет изгиба конвейерного става в горизонтальной плоскости.

Скребковые конвейеры, предназначенные для транспорти­рования угля вдоль забоя, подразделяются на четыре типа:

СП — передвижные изгибающиеся (одно-, двух- и трехцепные);

СР — разборные переносные двухцепные;

С — разборные пере­носные одноцепные;

СК — разборные переносные одноцепные с консольно расположенными скребками (ветви рештачного ста­ва расположены в горизонтальной плоскости). Скребковые конвейеры могут комплектоваться двумя или че­тырьмя двигателями.

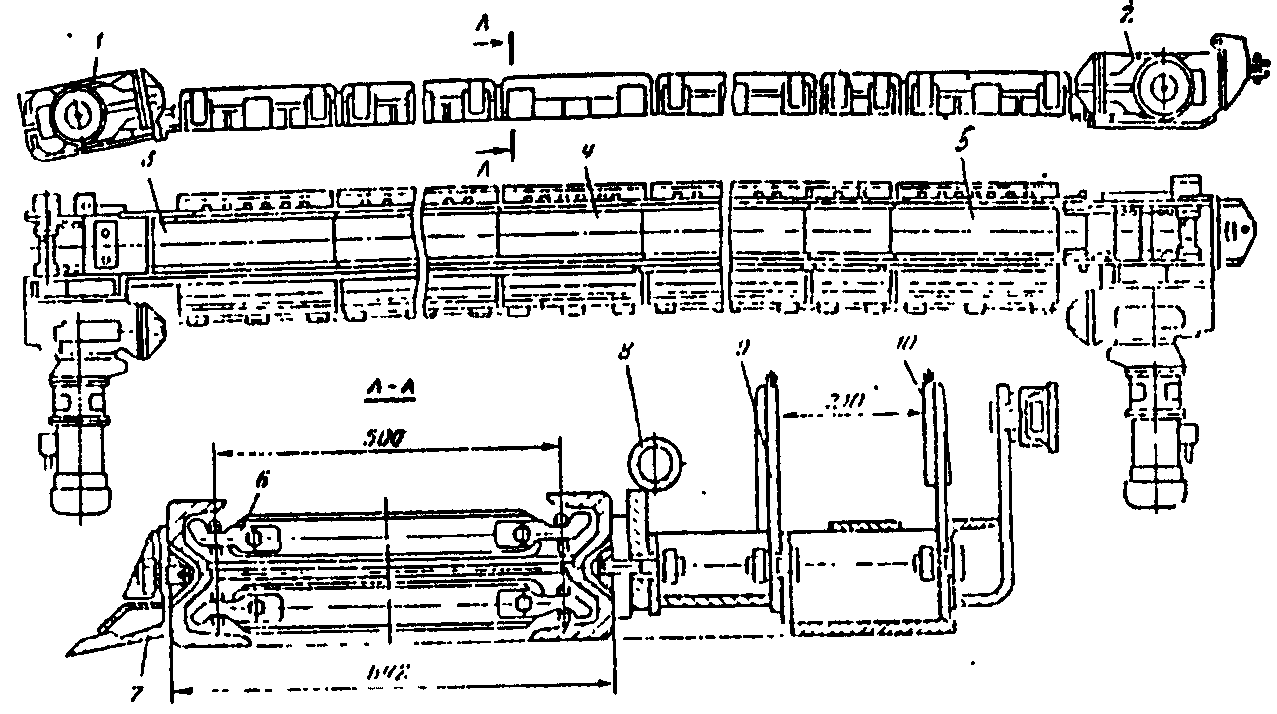


Рисунок 1.25 - Схема передвижного скребкового конвейера: 1—головной привод; 2—натяжной привод; 3,5— головной и хвостовой рештаки; 4 — рештачный став; 6 — скребковая цепь; 7 — лемех для зачистки почвы в забое от угля; S— направляющая для комбайна; 9, 10 — борта для кабелеукладчика

В последнем случае двигатели устанавливают по два в головной и хвостовой частях конвейера. Пере­движные конвейеры оборудуются подборщиком угля, оставше­гося на почве за комбайном. Могут применяться как с индиви­дуальной, так и с механизированными крепями при углах паде­ния до 35°.

Достоинства скребковых конвейеров: высокая прочность конструкции; небольшая высота погрузки; возможность движе­ния выемочной машины по ставу конвейера, а также механизи­рованной передвижки конвейера гидродомкратами без разбор­ки; возможность изменения направления грузопотока.

Вместе с тем скребковые конвейеры имеют ряд недостат­ков, основными из которых являются: быстрый износ желобов, цепей и скребков вследствие трения перемещаемого по желобу угля, особенно с увеличением его абразивности; возможность заклинивания цепей на звездочках; высокий расход энергии; зна­чительное измельчение угля; ограниченные возможности удли­нения одного става и повышения производительности.

Доставка угля в зарубежной практике на пластах с углами падения до 6—8° в коротких очистных забоях осуществляется самоходными вагонетками на пневматическом ходу или погрузочно-доставочными машинами.

В очистных забоях крутонаклонных и крутых пластов дос­тавка угля осуществляется по почве пласта под действием соб­ственного веса. В тех случаях, когда угол падения пласта не по­зволяет осуществить самотечную доставку угля по почве пла­ста, в очистном забое укладывают специальные желоба.

1.12. Системы разработки пластовых месторождений

*1.12.1. Понятие о системах разработки и их классификация*

***Система разработки*** *—* определенный порядок ведения под­готовительных и очистных работ в пределах этажа, панели или горизонта строго увязанный в пространстве и времени.

Рациональная система разработки пласта должна удовле­творять следующим требованиям: обеспечивать безопасность ведения горных работ; обусловливать высокий уровень техни­ко-экономических показателей; иметь минимальные потери. Под технико-экономическими показателями понимают, возможно, на­ибольший уровень производительности труда и минимальную себестоимость добычи полезного ископаемого.

На выбор системы разработки оказывают влияние различ­ные факторы. Основными из них являются: форма залегания, строение, мощность и угол падения пласта; свойства угля и вме­щающих пород; газоносность и обводненность месторождения;

склонность угля к самовозгоранию; склонность угольных пла­стов к горным ударам, внезапным выбросам угля и газа; глуби­на горных работ; средства механизации подготовительных и очистных работ,

Наибольшее влияние на выбор системы разработки оказы­вают мощность и угол падения пласта. От мощности пласта за­висит решение таких вопросов, как способ проведения и под­держания горных выработок, выбор технологии очистных ра­бот, возможность разработки пласта на полную мощность или необходимость деления его на слои, крепление очистной выра­ботки и управление горным давлением. Выбор средств механи­зации очистных работ, крепления и управления кровлей во многом зависит и от угла падения пласта. Этот фактор является ре­шающим при выборе средств доставки угля в забое при его рас­положении по падению пласта. Его также учитывают при вы­боре формы и длины очистного забоя.

Свойства вмещающих пород являются решающим факто­ром при выборе способа управления горным давлением (уп­равления кровлей), а также поддержанием выемочных вырабо­ток и их расположения. Они оказывают существенное влияние на выбор средств механизации очистных работ.

Перечисленные факторы, как правило, оказывают ком­плексное влияние на выбор систем разработки и их параметров.

Разнообразие горно-геологических условий залегания уголь­ных пластов предопределяет применение различных систем раз­работки и их вариантов. Системы разработки пластовых ме­сторождений можно представить в виде следующей классифи­кации.

1. Системы разработки с выемкой пласта на полную мощ­ность.

1.1. С длинными очистными забоями (сплошные, столбо­вые, комбинированные).

1.2. С короткими очистными забоями (столбовые, камерные, камерно-столбовые, подэтажные штреки, полосы и заходки).

2. С разделением пласта на слои (наклонные, горизонталь­ные и поперечно-наклонные).

На пологих и наклонных пластах Кузбасса в настоящее время наибольшее распространение получили столбовые системы разработки с применением комплексов в длинных механизированных забоях

*1.12.2. Сплошная система разработки*

***Сплошная система разработки*** характеризуется одновре­менным ведением подготовительных и очистных работ в вы­емочном поле. Забои откаточного (конвейерного) и вентиляци­онного штреков, формирующих выемочное поле, движутся в том же направлении, что и очистной забой.

В зависимости от наклонной высоты этажа (яруса) в нем мо­жет размещаться один или два-три очистных забоя. Если в пре­делах этажа (яруса) размещается один очистной забой, то такой вариант сплошной системы разработки называется лава-этаж (лава-ярус). Если возникает необходимость размещения в эта­же по падению двух-трех очистных забоев, то этаж делят на по­дэтажи. В связи с изложенным и с учетом угла падения пластов существуют различные варианты сплошной системы разработки:

на пологих и наклонных пластах — лава-этаж или с разделением этажа на подэтажи (рис. 1.26, 1.27) при этажной подготовке, лава-ярус — при панельной подготовке; на кругонаклонных и крутых пластах — лава-этаж или с разделением этажа на подэтажи с прямолинейной или потолкоуступной формой забоя.

Для сплошной системы разработки характерны следующие особенности:

• прямой порядок отработки в крыле шахтного поля (ла­ва-этаж) или в пределах выемочного поля (при делении этажа на подэтажи);

• породные забои подготовительных выработок перемеща­ются вслед за очистными, за исключением откаточного штрека, проводимого с опережением на 50—70 м;

• подготовительные выработки поддерживаются в зоне вли­яния выработанного пространства.

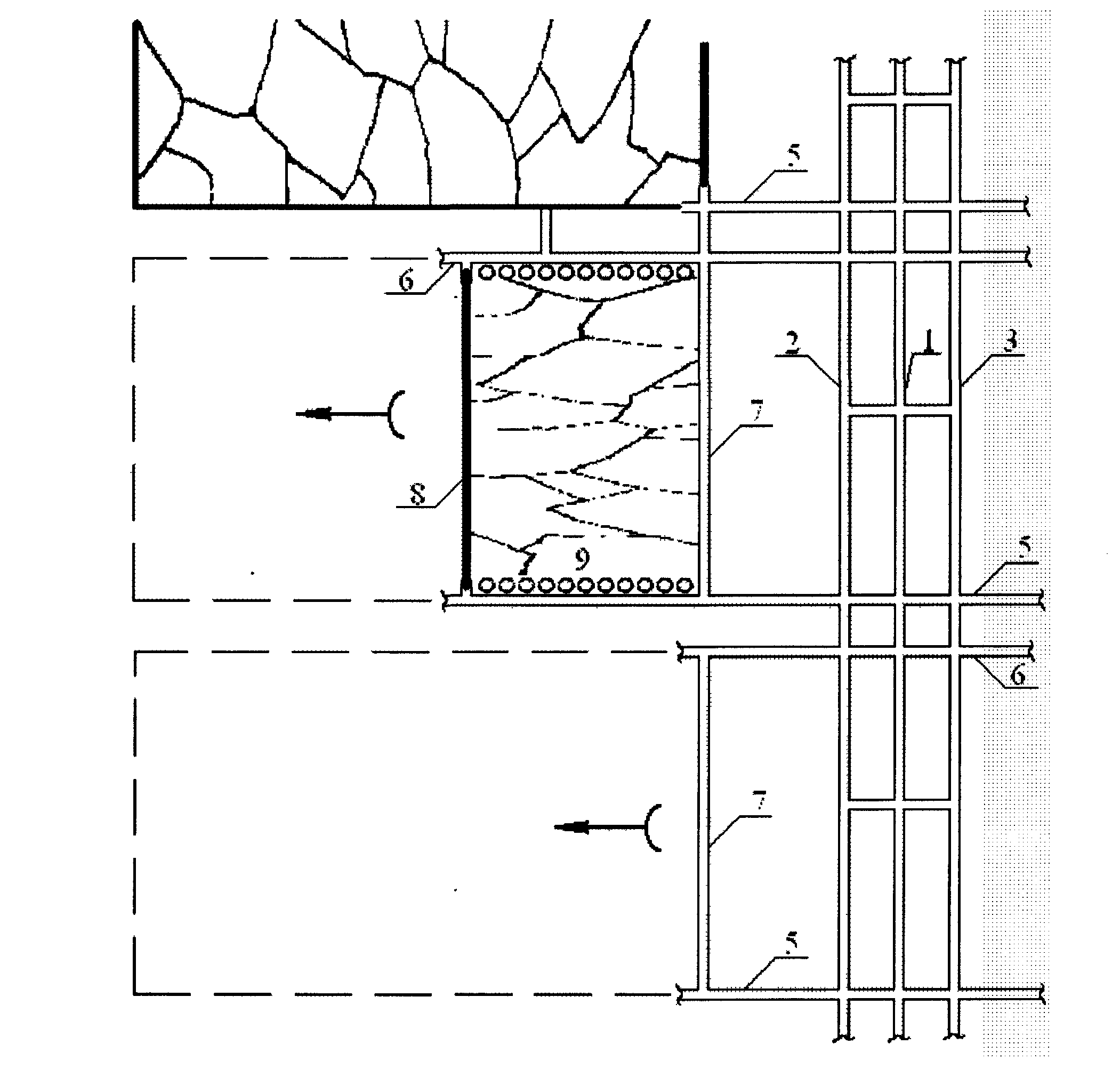


Рисунок 1.26 - Сплошная система разработки

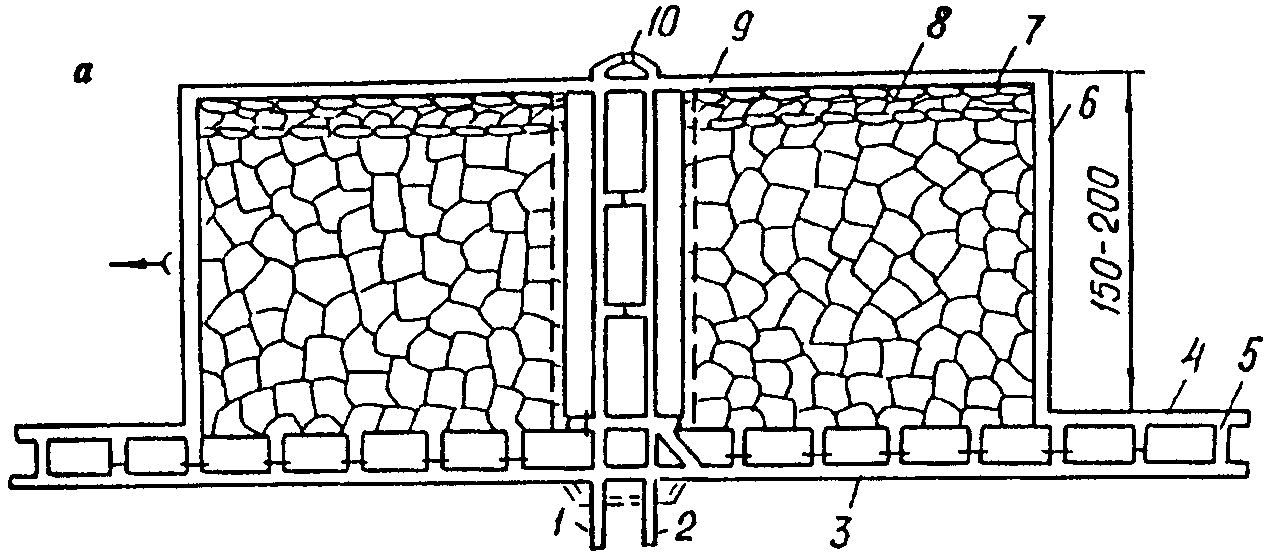


Рисунок 1.27 - Сплошная система разработки пологих пластов: а — лава-этаж; 1 *—* капитальный бремсберг; 2 — людской ходок; *3 —* этажный откаточный штрек; *4 —* просек; *5 —* печь; *6 —* очистной забой; 7—этажный вентиляционный штрек; 8—бутовая полоса; 9—разрезная печь; *10 —*шурф; *11 —*участковый бремсберг; *12—*косовичник; *13—*промежуточный штрек

Самым простым вариантом системы разработки вообще и сплошной, в частности, является вариант лава-этаж.От капи­тального бремсберга (уклона), ходка или наклонного ствола, прой­денного по пласту угля, проводят этажный откаточный штрек на длину до 100м.

Одновременно на длину порядка 40 м проводят этажный вен­тиляционный штрек. Штреки на этом расстоянии от наклонных выработок соединяют разрезной печью (рис. 1.27*),* в которой монтируют очистное оборудование. После этого начинают очист­ную выемку. С опережением очистного забоя на 50—70 м про­водят откаточный штрек, а с отставанием на несколько метров —вентиляционный штрек по породе.

При делении этажа на подэтажи возникает необходимость проведения промежуточных штреков и участкового бремсберга с ходком*.* Нижний подэтаж опережает верхний. Добытый уголь в верхних очистных забоях этажа поступает на промежуточный штрек, а затем на участковый бремсберг. В этом варианте системы проветривание очистных забоев после­довательное с подсвежением. Содержание метана во входящей в забой струе должно быть не более 0,5 %, а в исходящей из участка — не более 1,0 %.

Охрана подготовительных выработок осуществляется пре­имущественно бутовыми полосами. Породу для их выкладки получают при проведении выработок широким забоем, либо при подрывке боковых пород в забоях промежуточных и вен­тиляционного штреков. Работы по проведению бутовых полос трудоемки, особенно при сооружении участкового бремсберга в зоне выработанного пространства.

Сплошная система разработки применяется на тонких пла­стах при любых углах падения. Имея ограниченное применение в прошлом, она в Кузбассе в настоящее время утратила свое значение.

Достоинствами сплошной системы разработки являются бы­стрый ввод в эксплуатацию очистных забоев и возможность раз­мещения в шахте пустой породы, получаемой при проведении подготовительных выработок. Основные недостатки: сложность совмещения подготовительных и очистных работ в одном вые­мочном поле; большие затраты на поддержание подготовитель­ных выработок; отсутствие доразведки условий залегания уголь­ного пласта; утечки воздуха через выработанное пространство.

*1.12.3. Столбовая система разработки*

Поддержание подготовительных выработок в зоне влияния очистных работ на пластах средней мощности становится затруд­нительным. Поэтому целесообразнее применять такую систему разработки, при которой выработки располагаются в нетрону­том массиве полезного ископаемого.

Современные средства механизации очистных работ позво­ляют достигать высоких скоростей подвигания лав и, следова­тельно, высоких нагрузок на забой. Добычное и проходческое обо­рудование наиболее эффективно используется при независимом ведении очистных и подготовительных работ и опережающей подготовке выемочного поля. Этим условиям в большей мере отвечает более прогрессивная система разработки — столбовая.

***Столбовая*** *система разработки —* это такая система, при которой часть пласта в пределах этажа или яруса до начала очистных работ оконтуривается подготовительными выработ­ками, в результате чего образуются столбы. В зависимости от ориентировки столба относительно элементов залегания пласта различают длинные столбы по простиранию, длинные столбы по падению (восстанию), диагональные столбы. Наиболее рас­пространенными являются разновидности системы разработки длинными столбами по простиранию: на пологих и наклонных пластах — лава-этаж или с разделением этажа на подэтажи при этажной подготовке, лава-ярус — при панельной подготовке; на крутонаклонных и крутых пластах — лава-этаж или с разде­лением этажа на подэтажи.

Для столбовых систем разработки характерны следующие особенности:

• обратный порядок отработки пласта в крыле шахтного

поля (лава-этаж) или в пределах выемочного поля (к участко­вому или панельному бремсбергу, скату);

• разделение в пространстве и времени очистных и подго­товительных работ в пределах этажа (подэтажа) или яруса;

• подготовительные выработки поддерживаются в масси­ве, по мере подвигания очистного забоя они погашаются (или частично сохраняются при бесцеликовой подготовке).

Простейшим вариантом системы разработки длинными стол­бами по простиранию является лава-этаж, при котором этаж­ные откаточный и вентиляционные штреки проводят до границ шахтного поля, где их соединяют разрезной печью. В разрезной печи монтируют очистное оборудование и ведут выемку в на­правлении к стволу.

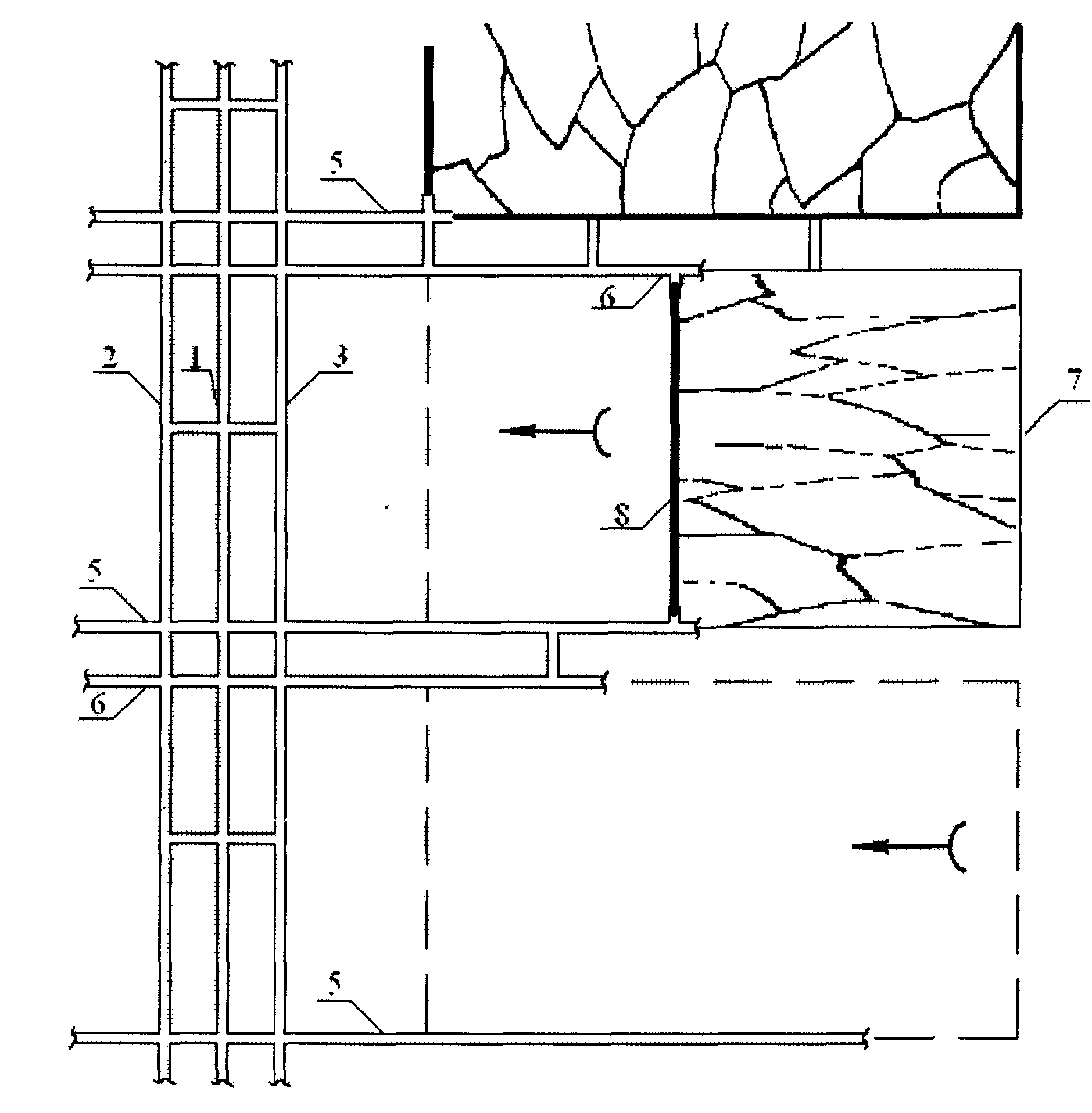


Рисунок 1.28 - Столбовая система разработки

**Система разработки длинными столбами по простиранию**

Наиболее распространенными разновидностями столбовой системы разработки являются ***длинные столбы по простиранию*** при панельной подготовке (вариант лава-ярус) и с разделением этажа на подэтажи.

На пологих пластах средней мощности широко применяют систему разработки длинными столбами по простиранию при панельной подготовке (рис. 1.29). Подготовка выемочных стол­бов в каждом ярусе заключается в проведении от бремсберга или уклона ярусных конвейерного и вентиляционного штреков до границ панели. На границе панели между этими штреками проводят разрезную печь, которую затем расширяют, образуя камеру для монтажа очистного оборудования. После этого на­чинают отработку столба обратным ходом. Для подготовки ни­жележащего яруса его вентиляционный штрек проводят совме­стно с конвейерным штреком вышележащего яруса. В классиче­ском варианте между конвейерным и вентиляционным штрека­ми смежных ярусов оставляют угольные целики шириной 8—12 м.

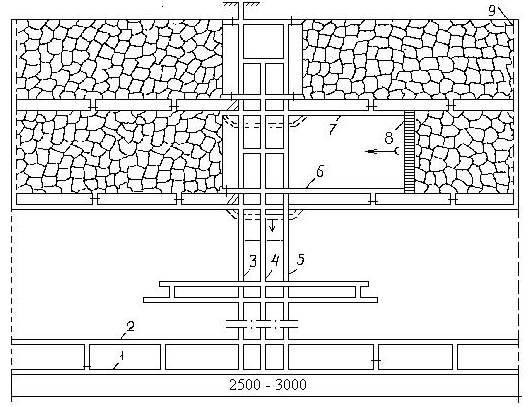
В целях снижения потерь угля и удельного объема проведе­ния подготовительных выработок широкое распространение по­лучила отработка без оставленных целиков между выемочными выработками в соседних ярусах. В этом случае, например, кон­вейерный штрек не погашают, а поддерживают, чтобы исполь­зовать в качестве вентиляционного при выемке нижележащего столба. Если конвейерный штрек погашают, то вентиляцион­ный штрек нижележащего яруса можно пройти вприсечку к вы­емочной выработке в отработанном столбе.

Рисунок 1.29 - Система разработки длинными столбами по простиранию при па­нельной подготовке (лава-ярус): *1 —* откаточный штрек; *2 —* просек; *3 —* путевой ходок; *4 —* панельный бремсберг; *3 —* людской ходок; о — ярусный конвейерный штрек; 7 — ярусный вентиляционный штрек; *S—*очистной забой; 9—разрезная печь

Отработку ярусов в панели осуществляют, как правило, в нисходящем порядке. В большинстве случаев в панели работает один очистной забой, редко — два. В отдельных случаях для повышения концентрации горных работ на пологих пластах в панели применяют отработку спаренными лавами. Спаренными лавами считаются такие, независимая отработка которых не­возможна. Опережение между лавами отсутствует или состав­ляет не более 3—4 м. Обе лавы работают на один конвейерный штрек.

Уголь от очистного забоя транспортируют по конвейерно­му штреку, затем по бремсбергу до погрузочного пункта на отка­точном штреке. Свежий воздух в очистной забой подают с отка­точного штрека по ходкам и конвейерным штрекам. Исходящая струя по вентиляционному штреку поступает в ходки и далее на вентиляционный горизонт шахты или по шурфу на поверхность.

На наклонных пластах средней мощности применяют сис­тему разработки длинными столбами по простиранию с разделением этажа на подэтажи.

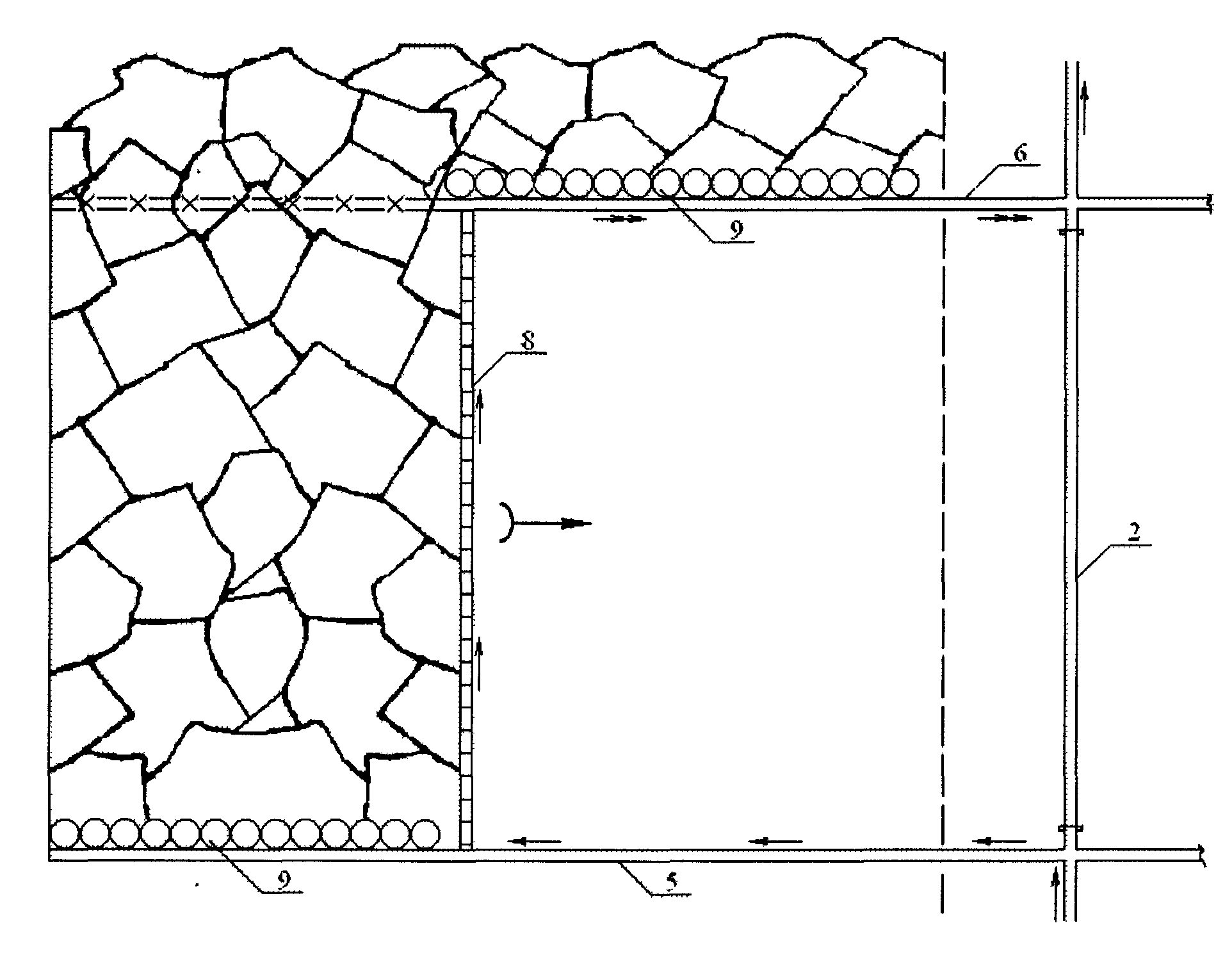


Рисунок 1.30 - Система разработки длинными столбами по простиранию с со­хранением и повторным использованием конвейерного штрека в качестве вентиляционного при возвратноточном проветривании выемочных участ­ков

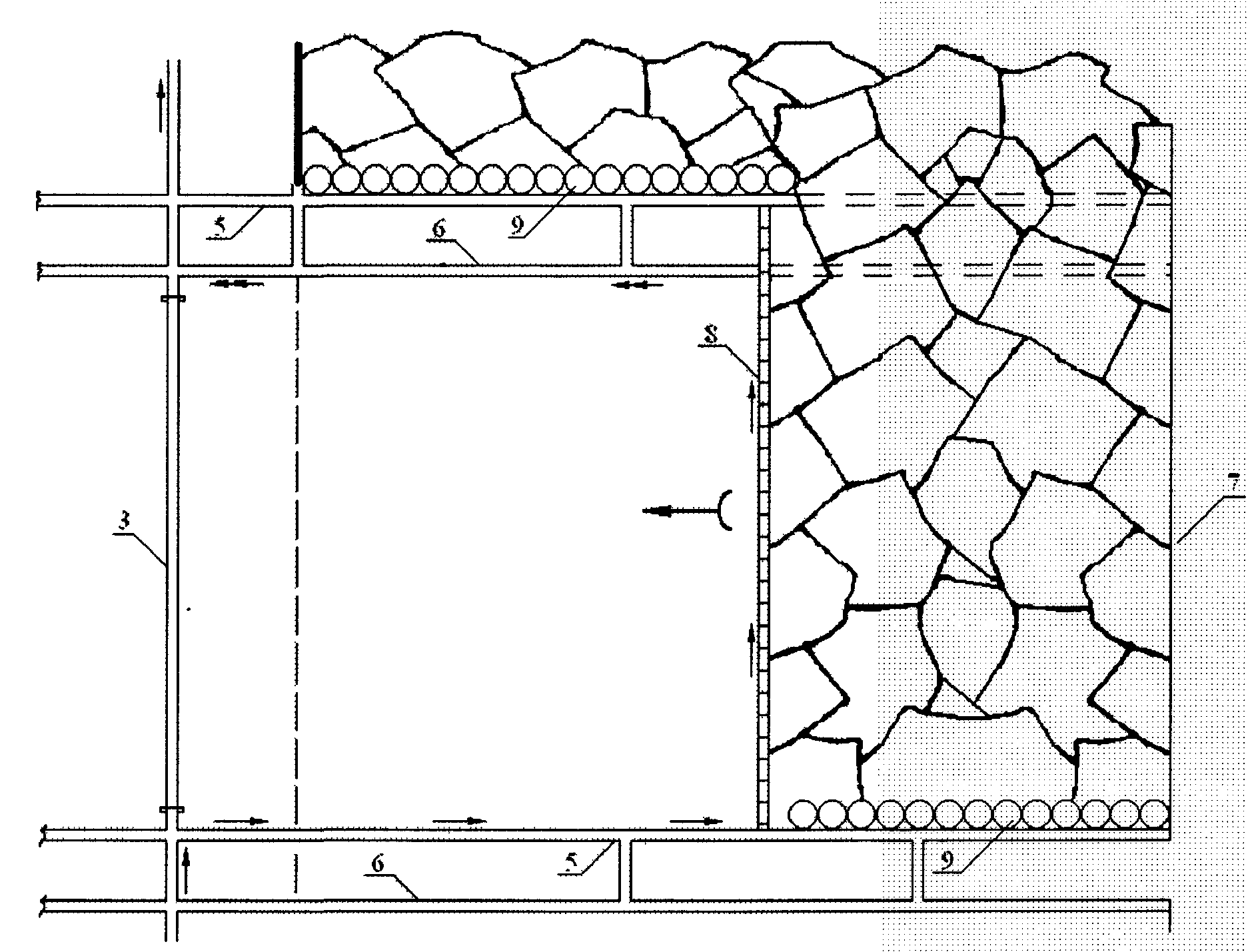


Рисунок 1.31 - Система разработки длинными столбами по простиранию с пред­варительным проведением конвейерного и вентиляционного штреков и сохранением конвейерного штрека для проветривания тупиковой части очистного забоя (с извлекаемым целиком)

Подготовка выемочного поля заключается в проведении между этажными откаточным и вентиляционным штреками участкового бремсберга, промежу­точных штреков и разрезных печей. Отработка столбов осуще­ствляется в направлении к участковому бремсбергу. Обычно этаж делят на два, редко — на три подэтажа. Длина лавы 150— 200 м. Верхние этажи опережают нижние. Уголь из верхней ла­вы по промежуточному конвейерному штреку поступает на участковый бремсберг и далее на погрузочный пункт откаточ­ного штрека.

**1.13. Организация работ в очистном забое**

Главным звеном всего производственного процесса добычи угля на шахте является очистная выемка, поэтому наряду со своевременным воссозданием необходимого фронта очистных забоев всеми технологическими звеньями шахты должна быть обеспече­на непрерывная и ритмичная работа забоев на основе научной организации производства и труда и поточности очистной выемки, которая характерна для механизированных комплексов.

В основу поточного метода положены три основных принципа: непрерывность выемки угля, одновременность выполне­ния процессов, их единый ритм. Главным из них является первый, а второй и третий способствуют достижению непрерывности угле­добычи. Непрерывность выемки должна обеспечиваться в тече­ние времени, предусмотренного экономически обоснованным режимом работы забоя. Принцип одновременности выражается в полном совмещении во времени выемки угля со всеми остальны­ми процессами. При этом перерывов, связанных с подготовкой лавы к ведению очистных работ, нет. Единый ритм заклю­чается в определенном соответствии темпа выполнения отдельных процессов и скорости движения выемочной машины.

При поточной схеме добычи:

выемка угля должна производиться по челноковой схеме, без разворота выемочной машины в нишах при изменении направле­ния выемки;

конвейер должен за короткий промежуток времени передви­гаться без разборки (участками или по всей длине лавы) вслед за выемочной машиной;

крепление призабойного пространства (передвижка крепи) и управление горным давлением должны производиться одновре­менно с выемкой и передвижкой конвейера.

Эффективность поточной организации производства выража­ется в существенном повышении непрерывности выемки (в ре­зультате сокращения времени на выполнение подготовительно-за­ключительных и вспомогательных операций), а также в значи­тельном увеличении ее интенсивности. Показателем непрерывнос­ти является отношение продолжительности выемки угля за цикл к общей длительности производственного цикла, а - показателем интенсивности — среднечасовая площадь выемки за время работы комплекса по добыче угля.

Цикл в очистном забое — это совокупность пе­риодически повторяющихся в определенном порядке процессов и операций, обеспечивающих подвигание забоя по всей длине на заранее установленную величину при условии соблюдения пра­вил техники безопасности.

При цикличной и поточной организации производства все про­цессы и операции выполняются по определенному расписанию, оформленному в виде графика организации работ. График — есть наглядное изображение работы в забое, которое показывает, как в конкретных условиях данного рабочего места должны проте­кать процессы, образующие законченный цикл. Для очистных за­боев применяют координатные графики, на которых протекание процессов изображают во времени и пространстве. За единицу времени принимают сутки. Различают графики одно- и многоцикличные. При узкозахватных выемочных машинах применяют многоцикличные графики. Они состоят из планограммы работ, графика выходов рабочих, таблицы технико-экономических показателей и условных обозначений.

На планограмме работ наглядно изображены все основные; производственные процессы, выполняемые в забое, их последовательность и взаимная увязка в пространстве и времени.

На графике выходов указаны число и состав рабочих по про­фессиям, необходимых для выполнения цикла, их распределение по сменам и времени пребывания на работе.

Таблица технико-экономических показателей содержит резуль­таты, которые могут быть получены при выполнении цикла в со­ответствии с запроектированной организацией работ.

При составлении графика организации работ необходимо предварительно установить режим рабочих суток и форму орга­низации труда в лаве.

На практике применяют в основном четырехсменныйрежим работы, из них три смены по 6—7 ч — добычные и одна смена — ремонтно-подготовительная. В середине каждой семичасовой смены рекомендуется одновре­менный для всех рабочих 15-минутный обеденный перерыв.

Основной формой организации труда является сменная илисуточная комплексная бригада.

В лавах работу ведут комплексные бригады, которые выполняют все производственные процессы цикла. В связи с сокращением числа работающих значимость каждого члена бригады неизмеримо возросла. Поэтому для успешной работы комплексной бригады очень важно, чтобы любой ее член не только обладал достаточным диапазоном профессиональных знаний и навыков, но и мог вовремя применить их на практике, имел высокий общеобразовательный уровень.

# 2 . расчет основных количественных

# показателей по шахте и выемочному участку

# 2.1. Определение запасов угля в шахтном поле

Общие или геологические запасы в шахтном поле  состоят из балансовых и забалансовых запа­сов

 = +. (2.1)

К забалансовым относятся запасы, сосредоточенные в пластах нерабочей мощности и некондиционных.

Балансовые запасы состоят из промышленных запа­сов и потерь 

 = + . (2.2)

При правильной конфигурации шахтного поля балан­совые запасы можно определить по формуле

, (2.3)

где S — размер шахтного поля по простиранию, м;

H — размер шахтного поля по падению, м;

— суммарная производительность пластов в шахтном поле, относящихся к балансовым запасам, т/м2;

— суммарная мощность пластов в шахтном по­ле, м;

γ — плотность угля соответствующих пластов, т/м3.

При неправильной конфигурации шахтного поля, а также при различной площади пластов в нем балансовые запасы определяются как сумма балансовых запасов по отдельным пластам 

= Σ. (2.4)

Потери угля в шахтном поле состоят из общешахтных и эксплуатационных потерь

=+ . (2.5)

При пересечении свиты пластов стволами коэффици­ент общешахтных потерь на пологих пластах равен 0,01-0,02, на крутых 0,015-0,04 балансовых запасов. Если в пределах шахтного поля оставляются большие целики под объектами на поверхности, то потери в них учитыва­ются дополнительно.

Таким образом, общешахтные потери равны:

=⋅ . (2.6)

Эксплуатационные потери зависят от мощности пла­стов и применяемых систем разработки. Коэффициент эксплуатационных потерь  может быть принят:

• сплошные системы разработки — 0,05-0,10;

• столбовые системы разработки на пластах средней мощности — 0,10-0,15;

• слоевые системы разработки на мощных пластах с обрушением кровли — 0,18-0,20;

• щитовая система разработки — 0,22-0,25;

• системы разработки с закладкой — 0,10-0,12.

Эксплуатационные потери можно определить по формуле:

= (-). (2.7)

Промышленные запасы в шахтном поле можно определить из выражения:

=--. (2.8)

Промышленные запасы в шахтном поле можно определить так же, зная общий коэффициент извлечения:

. (2.9)

Определение производственной мощности и срока службы шахты

Производственная мощность шахты — это коли­чество полезного ископаемого, добываемого за единицу времени. Различают суточную () и годовую () производственные мощности шахты.

Производственную мощность шахты можно определить по формуле:

, (2.10)

где — производственная мощность шахты, тыс т в год;

— коэффициент надежности технологической цепи шахты;

= 0,8-0,9 при вскрытии вертикальными стволами и групповой подготовке пластов на откаточном горизонте при делении их на панели или горизонты;

= 0,75-0,85 в тех же условиях, но при индивиду­альной подготовке на откаточном горизонте;

= 0,7-0,8 при комбинированном вскрытии и на­клонными стволами и фланговой схеме проветривания;

= 0,6-0,75 при вскрытии вертикальными стволами и этажными квершлагами;

— коэффициент, учитывающий влияние числа пластов в шахтном поле;

— коэффициент, учитывающий влияние нагрузки на очистной забой;

— промышленные запасы угля в шахтном поле, тыс т;

— суммарная мощность одновременно разрабатываемых пластов в шахтном поле, м;

— суммарная мощность всех рабочих пластов в шахтном поле , (m1 + m2 + …+ ), м;

— коэффициент, учитывающий влияние глу­бины разработки и угла падения пластов.

Коэффициенты и  определяют по формулам:

 ;  (2.11)

где — количество одновременно разрабатываемых пластов;

n — количество рабочих пластов в шахтном по­ле;

ϕ — коэффициент, учитывающий степень влия­ния средней нагрузки на очистной забой (для Кузбасса: пологое падение 0,0014 - 0,0016, крутое 0,0018—0,002);

— нагрузка на очистной забой, т/мес.;

 — средняя мощность рабочих пластов в шахт­ном поле 

 — средняя мощность одновременно разрабатываемых пластов в шахтном поле , м

Месячную нагрузку на очистной забой при механи­зированной выемке на пластах пологого и наклонного падения ориентировочно можно определить по формуле:

, (2.12)

где N — количество рабочих дней в месяце. В расчетах можно принять равным 25,6 или брать количество рабочих дней за любой календарный месяц.

— добыча из очистного забоя в сутки. Ориентировочно следует определять исходя их средней мощности одновременно отрабатываемых пластов:

 = (1000-1200) ⋅,т.

Коэффициент влияния глубины разработки и угла па­дения пластов определяют по формуле

= 1 +/ (+), (2.13)

где — глубина верхней границы шахтного поля, м;

α — угол падения пластов, град. Суточная производственная мощность шахты состав­ляет:

. (2.14)

При окончательном выборе производственной мощ­ности шахты следует руководствоваться типовыми значе­ниями этого параметра:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3000 | 4000 | 5000 | 6000 | 8000 |
|  | 0.9 | 1.2 | 1.5 | 1.8 | 2.4 |
|  | 10000 | 12000 | 15000 | 20000 | - |
|  | 3.0 | 3.6 | 4.5 | 6.0 | - |

Современные направления предусматривают строительство крупных шахт производительностью 2-3 млн. т в год. На участках с ограниченными запасами допу­скается строительство шахт меньшей производительности.

Расчетный срок службы шахты  равен:

=  / . (2.15)

Полный срок службы Т с учетом периода освоения  и периода затухания  составляет:

Т = +(+)/2. (2.16)

Рекомендуются следующие сроки освоения проектной мощности шахты [6]:

— для  ≤ 1,2 млн.т ≤ 2 года,

— для = 1,2-3,0 млн.т ≤ 3 года;

— для  > 3,0 млн.т определяется проектом или можно принять = 4-5.

Срок затухания можно принять равным 2-3 годам.

Для шахт мощностью более 6000 т в сутки полный срок службы рекомендуется принимать равным более 50-60 лет, при меньшей — до 40-50 лет.

#### 2.2. Схемы подготовки и параметры выемочных полей

#### и участков

В зависимости от горно-геологических условий: размеры выемочного поля по простиранию (S) и падению (Н); угол падения (α) и мощность пласта (m);глубина ведения горных работ (Н1); объемный вес (γ), коэффициент крепости угля по М.М. Протодьяконову (f), сопротивляемость угля резанию (А) и других и выбирается один из способов подготовки пласта или выемочного поля (панельный, этажный или погоризонтный).

Панельную подготовку применяют на пологих и наклонных пластах (до 35°) при размерах по простиранию 1200-3000 м, то есть размерах крыльев панели 600-1500м. При проектировании размер панели по простиранию следует выбирать таким образом, чтобы в границах пласта по простиранию размещалось целое число панелей одинаковых размеров. Наклонная высота панели составляет 600-1200 м. Крылья каждой панели затем разделяют на ярусы, наклонную высоту которых устанавливают в зависимости от длины очистного забоя (лавы), определяемой расчетным путем.

Этажную подготовку на пологих и наклонных пластах применяют при малых размерах шахтных полей (пластов) по простиранию, когда размеры их не превышают 4000-5000 м, а также когда пласт вскрыт наклонным стволом. Этажи, количество которых в пределах горизонта зависит от наклонной высоты горизонта, и могут в зависимости от принятой длины очистного забоя (лавы) делиться на подэтажи, тогда это будет лава-подэтаж, или не делиться и тогда – лава-этаж.

При углах падения пластов 5-12° и мощности пластов до 3-3,5 м следует применять, если нет осложняющих условий, наиболее перспективную погоризонтную схему подготовки. Тогда весь горизонт рассматривается как один этаж и делится по простиранию на участки (столбы), равные принятой длине лавы, вытянутые по падению от верхней до нижней границы горизонта и отрабатываемые по падению при α не более 12-14° или по восстанию пласта при α не более 8-10°.

Длина очистного забоя (лавы) при отработке пластов механизированными комплексами при любой схеме подготовке зависит от многих факторов и изменяется в широких пределах от 100 до 200 и более метров (чем тоньше пласт, тем больше длина лавы). Выбор длины очистного забоя для конкретных условий будет рассматриваться ниже.

#### 2.3. Подготовительные работы

***2.3.1. Состав и назначение подготовительных выработок***

Приводятся основные сведения о схемах и способах подготовки проектируемых к отработке выемочных полей и участков. Необходимо указать какие выработки, и в какой последовательности должны быть пройдены для обслуживания данного очистного забоя (начало, направле­ние , конец); определить назначение каждой выработки, в том числе в вентиляционной схеме участка; выбрать технические средства основного и вспомогательного транспорта, а также других машин и механизмов; указать наличие в ней погрузочных пунктов т.д.

##### *2.3.2. Характеристика подготовительных выработок*

Приводятся данные о каждой подготовительной выработке в вы­емочном поле и на участке, которые должны включать следую-

щие ос­новные количественные и качественные характеристики:

- форму и площадь поперечного сечения выработки вчерне и в свету, которые следует принимать в зависимости от количества проходящего по данной выработке воздуха, минимально допустимого сечения по тре­бованиям ПБ, ее назначения, габаритов транспортных средств и разме­щенных в ней устройств и механизмов. Для конкретных условий эти параметры могут приниматься по данным действующих паспортов креп­ления, разработанных для аналогичных условий;

- тип забоя (широкий или узкий забой, по углю или с присечкой боковых пород, процент присечки и т.д.);

- способ проведения выработки;

- тип и материал крепи.

Эти характеристики принимаются в зависимости от конкретных ус­ловий проведения и эксплуатации данной выработки, а также на основе действующих паспортов крепления, разработанных для проектируемых или подобных горно-геологических условий.

Таблица 2.1 - Характеристика подготовительных выработок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Наименование выработки | | | |
| Конв.б р-г | Конв. штрек | ...  ... | Разр. печь |
| Форма сечения  Площадь сечения выработки, м2: |  |  |  |  |
| * в проходке * в свету |  |  |  |  |
| Угол наклона вы­работки, град. |  |  |  |  |
| Способ проведе­ния выработки  Тип забоя |  |  |  |  |
| Средства выемки горн. массы  Средства погруз­ки горной массы  Тип крепи  Шаг установки крепи |  |  |  |  |

**2.4. Выбор системы разработки**

Выбирая систему разработки для заданных условий, следует, прежде всего, дать четкое и полное определение, что такое система разработки. А после окончательного выбора указать ее основные достоинства и недостатки.

При выборе системы необходимо указать, какие основные требования предъявляются к каждой системе, и соответствует ли принятая проектом система этим требованиям.

Выбор системы разработки зависит от многих факторов, основные из них также следует указать. Если какая-то из систем или ее вариант вполне соответствует заданным условиям, и успешно применялась в подобных условиях, то ее и следует принимать по принципу этого соответствия. Следует придерживаться следующих рекомендаций. На пологих пластах и наклонных (до 35°) пластах, мощностью до 4-5 м принимать различные варианты систем разработки длинными столбами по простиранию с отработкой механизированными комплексами по бесцеликовой схеме на полную мощность пласта, наличием флангового бремсберга или уклона и прямоточной схемой проветривания, особенно на газоносных пластах. При углах падения пластов до 12-14° и мощностью до 3,5 можно наряду с указанными выше применять длинные столбы по падению и восстанию пласта при погоризонтной схеме подготовки.

Если глубина ведения работ небольшая, шахта негазовая или отнесена к первой категории по газу или пыли, можно применять и другие варианты систем, которые предусматривают охрану выработок целиками, возвратноточную схему проветривания и т.п.

Некоторые из существующих схем отработки пластов для определенных условий даются в приложении.

2.5. Очистные работы

*2.5.1. Обоснование и выбор средств комплексной механизации очистных работ*

Основным средством выемки угля на пологих и наклонных пластах в настоящее время являются комплексы добычного оборудования, позво­ляющие механизировать и совмещать во времени все основные опера­ции технологического процесса в очистном забое.

В общем случае в состав очистного механизированного комплекса входят: механизированная крепь, крепи сопряжении очистного забоя со штреками, выемочная машина (комбайн, струг), забойный конвейер, кре­пи сопряжении, насосные станции (СНУ или СНТ) оросительная система с оросительной установкой 2УНЦНС13, предохранительная лебедка, энергопоезд и другое оборудование.

По времени создания и промышленного применения механизиро­ванные комплексы сейчас относят к трем поколениям.

Механизированные комплексы первого и второго поколений типов КМ, МК, ОКП, УКП и их модификации уже не выпускаются промыш­ленностью и применять их в проектах, ориентированных на перспективу, не рекомендуется, за исключением некоторых отдельных наиболее удач­ных по конструкции и надежных в определенных условиях типов крепей (КМ103М, КМ130, МК75Б).

Механизированные комплексы третьего поколения созданы в по­следние годы и относятся к технике повышенного технического уровня (например, МКД90, КМ137А, КМ138, КМ144, КМ142, УКП4, 2УКП5 и др.) В их состав входят самозарубающиеся очистные комбайны с бесцеп­ной системой подачи и конвейеры унифицированного ряда повышенной энерговооруженности. Для перемещения комбайнов на тонких пластах используется вынесенная система подачи. Применяется система автома­тического и дистанционного управления с выносного пульта (КМ137А и КМ138А). Имеются противоотжимные устройства и устройства для удержания надштрековой пачки угля. Эти комплексы применимы прак­тически во всех условиях эксплуатации, так что при выборе следует ориентироваться на применение комплексов третьего поколения и со­хранивших свое значение лучших крепей второго поколения. Техниче­ские характеристики большинства из них приведены в таблице .

#### *2.5.2. Проверка крепи по допустимой скорости воздушной струи*

На пластах с относительной газообильностью более 10 м3/т необхо­димо сделать проверку возможности принятого типа крепи обеспечить необходимое по условиям проветривания проходное сечение рабочего пространства лавы. Порядок выполнения указанных проверочных расче­тов приводится в последующих разделах.

После выбора требуемого типоразмера механизированной крепи необходимо в первую очередь провести ее проверку по фактору провет­ривания. Для этого необходимо сопоставить фактическую площадь сече­ния рабочего пространства данной крепи Sф (см. табл. 3) с полученным расчетным путем Sр. При этом должно соблюдаться следующее условие:

, (2.17)

, (2.18)

# где М - мощность пласта, м; r - ширина захвата комбайна, м;

# - плот­ность угля, т/м3;

# - коэффициент естественной дегазации пласта, (=0,65-0,75);

# qсн4 *-* относительная газообильность пласта, м3/т; дается в исходной геологической характеристике пласта;

# - максимально до­пустимая скорость движения воздуха в очистном забое (не более 4м/с);

# α - допустимая концентрация метана в исходящей струе (α =1 %);

# - коэффициент, учитывающий движение воздуха по вырабо­танному пространству (= 1,1 - 1,5);

# - возможная скорость подачи комбайна, м/мин;

***2.5.3. Выбор типа выемочного комбайна и забойного конвейера.***

В технической характеристике любого механизированного комплек­са указывается один-два типа комбайнов, которые могут работать с данной крепью. Поэтому задача выбора типа комбайна сводится к ана­лизу соответствия конструкции и параметров этих комбайнов условиям применения их на данном пласте. Если указанная в комплекте выбранно­го механизированного комплекса выемочная машина по каким-то огра­ничивающим факторам, например, наличию твердых минерализованных включений в пласте и др. не обеспечивает эффективную работу в дан­ных условиях, нужно выбирать другой тип механизированной крепи или вообще отказаться от их применения. Если пласт содержит более 5% твердых минерализованных включений или очень твердых прослойков породы, мощность которых требует селективной (раздельной) выемки, а также весьма волнистую почву, применение комбайновой выемки, а сле­довательно, и самих механизированных крепей, исключается, и необхо­димо искать другие решения для их разработки.

Ширина захвата исполнительного органа комбайна принимается: 0,8 м - на тонких пластах; 0,63 м - на пластах мощностью более 2,5 м. На особенно газоносных пластах допускается ширина захвата 0,5 м. При от­работке пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, выемоч­ный комбайн должен иметь уменьшенную ширину захвата.

Технические характеристики очистных комбайнов для пологих и на­клонных пластов приведены в таблица 2.2.

Таблица 2.2.- Техническая характеристика очистных комбайнов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Очистные  Комбайны | Параметры комбайнов | | | |
| Мощность  обслужив.  пласта | Ширина  захвата,  м. | Мощность  электро­двигателя  КВт | Максим.  скорость  подачи,  м\мин |
| 1К103 | 0,6-1,2 | 0,8 | 150 | до 8 |
| 1ГШ68Е | 1,3-1,95 | 0,63 | 220 | 5,5 (6,0) |
| 2ГШ68Б | 1,4-2,5 | 0,63; 0,5 | 264 | 6 |
| 1КШЭ  (2КШЭ) | 2,0-4,2 | 0,63; 0,5 | 430 | 8 |
| РКУ10 | 1,1-1,9 | 0,63 | 200 | до 8 |
| РКУ13 | 1,35-2,5 | 0,63-0,5 | 400 | до 10 |
| РКУ16 | 1,8-3,2 | 0,63-0,5 | 630 | до 10 |
| РКУП20 | 2,2-4,5 | 0,63-0,5 | 630 | до 10 |

Тип забойного конвейера обычно регламентируется в состав ком­плекта оборудования принятого механизированного комплекс (табл. 2.3). Применяются одноцепные (СПЦ151, СПЦ162, СПЦ261, СПЦ271) и двухцепные (СП87ПМ, СП202М, СП202В1М, СП301, СП87ПМ, СП202М, СП202Б1М) конвейеры.

***2.5.4. Определение длины очистного забоя,***

***проверка по фактору проветри­вания***

Длина очистного забоя является одним из основных параметров системы разработки, влияющих на технико-экономические показатели работы не только выемочного участка, но и всей шахты.

Длина очистных забоев, оборудованных механизированных ком­плексами, определяется в основном их конструктивными параметрами и строительной длиной поставляемого заводом изготовителем механизи­рованного комплекса (табл. 3). Однако во многих случаях оптимальная длина, зависящая от конкретных условий, условий, не всегда совпадает с длиной комплексов в поставке.

В ряде случаев целесообразно удлинить (реже сократить) механизи­рованный комплекс на 10-20%. Это достигается путем установки до­полнительных секций вплоть до применения в длинном забое спаренного комплекса.

Ориентировочно длину очистного забоя при односторонней выемке можно определить по формуле:

, (2.19)

где - продолжительность смены, мин (360 мин);

- время на под­готовительно-заключительные операции (15-25мин);

- время на вы­полнение концевых операций (30-35 мин);

- количество циклов в сме­ну (1-2, реже 3 цикла);

- коэффициент готовности комбайна (0,85 -0,93);

- возможная скорость подачи комбайна в зависимости от энер­гозатрат на разрушение угля, м/мин;

- маневровая скорость комбайна, м/мин; в расчетах принимать 5-6 м/мин; tз - время на замену одного зубка, мин (0,6 - 0,85мин);

F - площадь торца вынимаемой полосы, м2; (F = М • г);

Z - расход зубков на 1 м3 отбитого угля, шт/м3 (0,05 - 0,15 шт/м3), увеличивается с ростом крепости и вязкости угля и наличия по­родных прослойков в пласте);

tв - удельные затраты времени на вспомо­гательные операции, мин. на 1 м длины забоя (0,03-0,06 мин/м).

Если комбайн работает по челноковой схеме, и замену зубков про­изводят в конце каждой полосы одновременно с концевыми операциями, то длина очистного забоя определяется

, (2.20)

Значения входящих в формулу величин те же, что при определении длины забоя при односторонней работе комбайна.

Длина очистного забоя должна быть проверена по газовому фак­тору:

, (2.21)

где - площадь сечения забоя при минимальной ширине призабойного пространства, м2 (см. табл. 3);

- допустимая по ПБ скорость движения воздуха по лаве (для механизированных комплексов - 4 м/с, при наличии специального разрешения - до 6 м/с);

d - допустимая по ПБ кон­центрация метана в исходящей струе (при обособленном проветривании не более 1 %);

- коэффициент, учитывающий движение части воз­духа по выработанному пространству (при управлении кровлей полным обрушением принимается равным 1,1 - 1,5);

- число циклов в сутки;

- коэффициент естественной дегазации пласта в период отсутствия работ по выемке угля (0,65 - 0,75);

qсн4 - относительное газовыделение пласта, м3 на 1т суточной добычи (принимается по данным шахт).

Если при разработке высокогазоносных пластов производится их де­газация или газоотсос метановоздушной смеси из выработанного про­странства, то в знаменатель формулы (17) дополнительно вводится ко­эффициент δ = 0,6 - 0,7.

***2.5.5. Горнотехнические показатели по очистному забою и выемочному участку***

После определения длины комплексно-механизированного очистно­го забоя рассчитывается суточная нагрузка на забой с учетом горнотех­нических факторов (скорости подачи комбайна)

, (2.22)

где - нормативная суточная нагрузка на очистной забой, т/сут;

- количество угля с одного цикла, т;

Т - время работы в очистном забое за сутки, мин;

- время, затрачиваемое на цикл, мин.

, (2.23)

где с - коэффициент извлечения угля из забоя (0,97 - 0,98).

, (2.24)

где - продолжительность добычной смены, мин (360 или 420 мин);

- продолжительность подготовительно - заключительных опера­ций в смену (принимать 15-20 мин/см);

- количество смен по добыче угля в сутки.

, (2.25)

где - принятая машинная длина лавы (без ниш), м;

- рабочая ско­рость подачи комбайна, м/мин;

- скорость холостого хода комбайна (5-6 м/мин);

- суммарное время на вспомогательные операции цикла, отнесенные к 1м длины лавы (0,15 - 0,3 мин/м);

- коэффициент, учи­тывающий норматив времени на отдых (1,15-1,18);

- коэффициент, учитывающий затраты времени на концевые операции (= 1,15 -1,2).

Рабочая скорость подачи комбайна, м/мин, определяется по энерго­затратам на выемку угля с учетом сопротивляемости угля резанию и дру­гих технических факторов

 (2.26)

где - устойчивая мощность двигателей комбайна, кВт, в расчетах можно принимать  = (0,75 – 0,9) •, где - мощность двигателя комбайна (табл. 5);

- удельные энергоза­траты на выемку 1 т угля, кВт.ч/т, в диапазоне сопротивляемости угля резанию А = (80-300) кН/м можно определять по выражению

, (2.27)

При этом следует принимать А = (120-130)•, где  - коэффициент крепости угля по проф. М.М. Протодьяконову.

Полученную расчетным путем  необходимо скорректировать со скоростью передвижки крепи  и при ≤  принять  = .

При линейном расположении секций и последовательной их пере­движке и ручном дистанционном управлении из-под соседней секции (этот способ наиболее распространен) скорость крепления очистного забоя составляет

, (2.28)

где - время передвижки одной секции, (18-22 с.);

 - шаг установки секций крепи, м. (принимается из технической характеристики крепи);

Опыт работы передовых очистных бригад показал, что расчетная скорость передвижки крепи при ручном дистанционном управлении мо­жет быть при необходимости увеличена в 1,1-1,3 раза, если применяется так называемая параллельная схема передвижки, когда передвижкой управляют одновременно несколько пар рабочих.

Скорость крепления при групповой дистанционно - автоматической схеме управления передвижкой с пульта, вынесенного на штрек (крепи М137А и М138А)

, (2.29)

где - число секций в группе (по характеристике крепи может, изме­нятся от 1 до 10).

Суточная нагрузка на очистной забой должна быть проверена по фактору проветривания (газовыделению)

, (2.30)

где  - площадь сечения лавы при минимальной ширине призабойного пространства, м2;

d - допустимая по ПБ концентрация метана в исходя­щей струе (при обособленном проветривании не более 1 %);

 - коэф­фициент, учитывающий утечки воздуха через выработанное пространст­во ( = 1,1-1,4);

qсн4 - относительное газовыделение в лаве, м3/т суточной добычи (принимается относительная газоносность конкретного пласта);

.- коэффициент, учитывающий естественную дегазацию пласта в пе­риод отсутствия работ по выемке угля в лаве (= 0,6-0,7);

.- коэф­фициент неравномерности газовыделения принимается от 1,43 до 2,14 в зависимости от абсолютного газовыделения в лаве ) Большим значе­ниям  соответствуют большие значения 

При известной суточной добыче  и относительной газообильно­сти пласта qсн4 можно определить абсолютную газообильность очистного забоя qаб*,* м3/мин

, (2.31)

После расчета нормативной нагрузки на забой по горнотехническим факторам и условиям проветривания к дальнейшим расчетам в качестве суточной нагрузки принимается меньшее значение.

Необходимое количество циклов для обеспечения принятой суточ­ной нагрузки () составляет:

, (2.32)

Окончательно количество циклов следует принимать кратным це­лому числу.

Затем следует скорректировать суточную нагрузку () в зависи­мости от принятого количества циклов

, (2.33)

В дальнейшем полученную суточную нагрузку  (т/сут) нужно принимать как плановую суточную добычу из очистного забоя.

Основной объем добычи идет из очистных забоев при этом некоторое количество угля в количестве 10-12 % от суточной добычи шахты идет из подготовительных забоев.

Для ориентировочных расчетов выход угля из очистных забоев по отношению к общей добыче по шахте рекомендуется принимать для пологих и наклонных пластов в размере от 0,9 до 0,96, чтобы шахта обеспечивала расчетную мощность Аш, необходимо постоянно иметь определенное количество действующих очистных забоев nзаб, которое можно определить из выражения

, (2.34)

где коч - коэффициент, показывающий долю добычи из очистных забоев в общей суточной добыче по шахте - Аш.сут.

**2.6. Организация труда в очистном забое, определение численности рабочих очистного забоя**

Главным звеном всего процесса добычи угля на выемочном участке, является непосредственно очистная выемка угля комбайном и своевременное воссоздание очистного фронта взамен погашаемого .работа всех звеньев на выемочном участке и по шахте в целом должна быть непрерывной и ритмичной это обеспечивается соответствующей каждому очистному забою научно-обоснованной организации труда в нем. Для очистных забоев оборудованных механизированными комплексами присуща циклическая организация труда, но при этом многие процессы и операции всего цикла выемки по возможности должны быть совмещены во времени и целью максимально приблизить работу к поточной.

Все процессы и операции нужно вести по специально разработанному графику, который называется графиком организации работ в данном забое. Для составления такого графика необходимо предварительно принять режим работы очистного забоя в течение суток и установить количество рабочих занятых на выполнении сменного и суточного объема работ основные показатели работы очистного участка (лавы) затем должны быть сведены в таблицу (она приведена ниже), которая называется таблицей технико-экономических показателей. Обычно на практике и это рекомендуется в проекте применять четырех сменный режим работы очистного забоя и участка из них три смены организуется по добыче, одна - ремонтно-подготовительная, ремонтно-подготовительной следует брать или первую или четвертую смены. Основной формой организации труда является сквозная суточная комплексная бригада. При установленной суточной добыче численность рабочих занятых на выемке угля может определяться экономическим расчетом или, исходя из конкретных типовых условий ориентировочно принято по расстановке по рабочим местам. В добычную смену обычно должны выходить от 8 до 14 человек, иногда более в зависимости от величены суточной нагрузки на забой, обязанности между членами звена распределяются следующим образом: машинист комбайна, помощник машиниста – управляет комбайном, следят за его работой, от 3-5 помощников (ГРОЗ) занимаются передвижением секций крепи, 1-2 человека зачищают почву. Оформляют почву и т.д; по 2-4 человека работают соответственно на верхнем и нижнем сопряжении лавы, они занимаются его креплением передвижкой крепей сопряжений, усилением и поддержанием штреков в впереди и позади лавы, то есть усиливают крепь, ставят подхваты. Кроме того, в каждую добычную смену может выходить 1-2 дежурных электрослесаря в зависимости от добычи.

Численность рабочих, занятых в ремонтную смену, опреде­ляется по "Единым нормам повременно оплачиваемых рабочих" и для выполнения расчетов может быть принята в зависимости от сложности ремонта и добычи лавы: при Асут.оч до 1000 т - 5-6 чел.; 1200 -1600 т - 6-8 чел.; 1600 - 2000 т - 8-10 чел.; более 2000 т - 10-12 чел. Определив необходимое количество людей на смену по расстановке их по рабочим местам, получим, так называемый, явочный состав .

Чтобы определить общее количество людей, требуемое на смену, а затем и на сутки определим списочный состав людей . А для этого необходимо установить коэффициент списочного состава 

, (2.35)

где Др.г - количество рабочих дней в году; принимается от 300 до 305 дней;

Дп.р, Дв, Дотп - соответственно число праздничных, выходных дней и дней отпуска;

Кув - коэффициент, учитывающий неявку на работу по уважительным причинам (Кув = 0,95 - 0,97).

Для расчета Ксп.с можно брать любой календарный год. Для рабочих очистного забоя коэффициент списочного состава должен быть не менее 1.4, если при расчете его значение окажется меньше указанного следует принять его равным 1.4.

Принятое ранее по расстановке количество рабочих в смену составляет рабочее звено, таких звеньев при трех сменном режиме работы будет три. Для определения необходимого числа рабочих на сутки, то есть полный состав очистной бригады  с учетом количества людей принятых в ремонтную смену , дежурных слесарей (1-2 в смену) , 1 крепильщика на сутки в ремонтную смену и по 1 машинисту подземных установок в рабочую смену .

Явочный состав рабочих по выемочному участку на сутки составит

, (2.36)

где  - количество смен в сутки по добыче (3 смены).

Списочный состав рабочих выемочного участка на сутки

. (2.37)

Определив явочный и списочный состав, определим производительность труда рабочего очистного забоя на выход, т/вых

. (2.38)

Производительность труда рабочего очистного забоя за месяц (т/мес.)

, (2.39)

где - добыча за месяц из очистного забоя.

, (2.40)

где Пр.д.мес - количество рабочих дней забоя за месяц (принимается фак­тическое число рабочих дней за любой календарный месяц или 25,6).

Производительность труда рабочего добычного участка на выход (т/выход)

. (2.41)

Производительность труда рабочего добычного участка за месяц

. (2.42)

График составляет начальник участка для каждого конкретного забоя, затем его прорабатывают с горными мастерами, бригадирами и рабочими участка В качестве примера рассмотрим организацию работ в лаве отрабатывающий пласт мощностью 1,8-2,3 м, залегающий под углом 10-15° в лаве длиной 250 м оборудованном комплексом КМ87В и комбайном 1ГШ68.

Режим работы бригады — шестидневная рабочая неделя с общим выходным днем в воскресенье. Второй выходной день рабочие получают в течение недели по скользящему графику. Добыча угля производится в три смены. В бригаде 78 человек.

Бригада разделена на пять звеньев (добычные), которые со­стоят из 14 человек. В ремонтную смену дополнительно выходят 8 электрослесарей и 12 рабочих очистного забоя. Планограмма работ и график выходов по сменам показаны на рис.2.1. Сменное звено возглавляет звеньевой. Бригадир, как правило, выходит в первую смену. В ремонтные часы машинист комбайна с помощ­ником и двумя электрослесарями производят профилактический осмотр, ремонт и смазку комбайна. Семь электрослесарей регу­лируют общеучастковые механизмы и электроаппаратуру. Семь горнорабочих заняты ремонтом гидрокрепи и маслостанции, два— проверкой цепей конвейеров СП-87П и СП-63. Два человека переносят камерные рамы и крепят сопряжения лавы с вентиляци­онным штреком. Три рабочих погашают вентиляционный штрек, извлекают металлическую арочную крепь, сокращают газоотсасывающий трубопровод и возводят чураковую перемычку. За 1 ч до конца смены все механизмы опробуются под нагрузкой.

В воскресные дни рабочие одной смены постоянно производят планово-предупредительный осмотр и ремонт оборудования, сокра­щают конвейер 1Л-100, заменяют отдельные узлы, производят ревизию электрооборудования и электроаппаратуры.

В добычную смену в лаве работает звено из 14 человек, обя­занности между которыми распределяются следующим образом. Машинист комбайна и его помощник осматривают комбайн и меняют зубки, заливают масло в редуктор и выполняют другие ра­боты по подготовке комбайна к выемке угля. После этого машинист управляет комбайном, помощник машиниста следит за си­ловым кабелем комбайна и шлангом орошения. Трое рабочих располагаются за комбайном и передвигают секции крепи М-87. В нижней части лавы один рабочий зачищает от штыба нижнюю ветвь цепи конвейера. Для этого в почве пласта под конвейером «проводится небольшая канава, в которую просыпается штыб при „движении цепи конвейера. В обязанности четырех рабочих входит зачистка «карманов» — пустот между конвейером и основа­вшем секций.

Выемка угля комбайном 1 ГШ-68 производится по челноковой схеме. Исходное положение — комбайн в нижней части лавы, конвейерная линия задвинута. Комбайн перемещается снизу вверх и снимает полосу угля по восстанию. Вслед за выемкой угля ком­байном с отставанием от него в 3—5 м передвигают секции крепи. Зарубка новой полосы в верхней части лавы производится косыми заездами, а именно: комбайн опускается сверху вниз на 25—30 м и останавливается, верхний привод и часть скребкового конвейера передвигают к забою, после чего комбайн, двигаясь по восстанию, зарубается и снимает клиновидную полосу угля. Од­новременно с зарубкой комбайна в верхней части лавы в направ­лении сверху вниз осуществляется передвижка (участками по 30—50 м) лавного конвейера.

От вентиляционного штрека выемка угля производится вниз по падению; с отставанием в 20—30 м осуществляется передвиж­ка конвейера. Комбайн, дойдя до конвейерного штрека, поднима­ется вверх на 25—30 м. Затем передвигается нижняя приводная головка вместе с конвейером к линии забоя, а комбайн, двигаясь по падению, зарубается и снимает клиновидную полосу угля. Выемка угля по челноковой схеме стала возможной благодаря погрузочному лемеху, смонтированному на лавном конвейере СП-87П.

При подготовке верхней приводной головки к передвижке двое рабочих снимают впереди конвейера (по ходу его подвигания) с нижней стороны крепи стойки, крепят верхнюю головку. В ниж­ней части лавы, на сопряжении с конвейерным штреком, двое дру­гих рабочих снимают с верхней стороны крепи стойки впереди конвейера, устанавливают под верхняк стойки ГСК, заводят брус на сопряжении. После передвижки конвейера возводится костер на сопряжении лавы со штреком со стороны выработанного про­странства (через четыре полосы). Такая организация труда в ла­ве позволила в отдельные сутки добывать по 3500—4000 т угля, а за год свыше 1 млн. т..

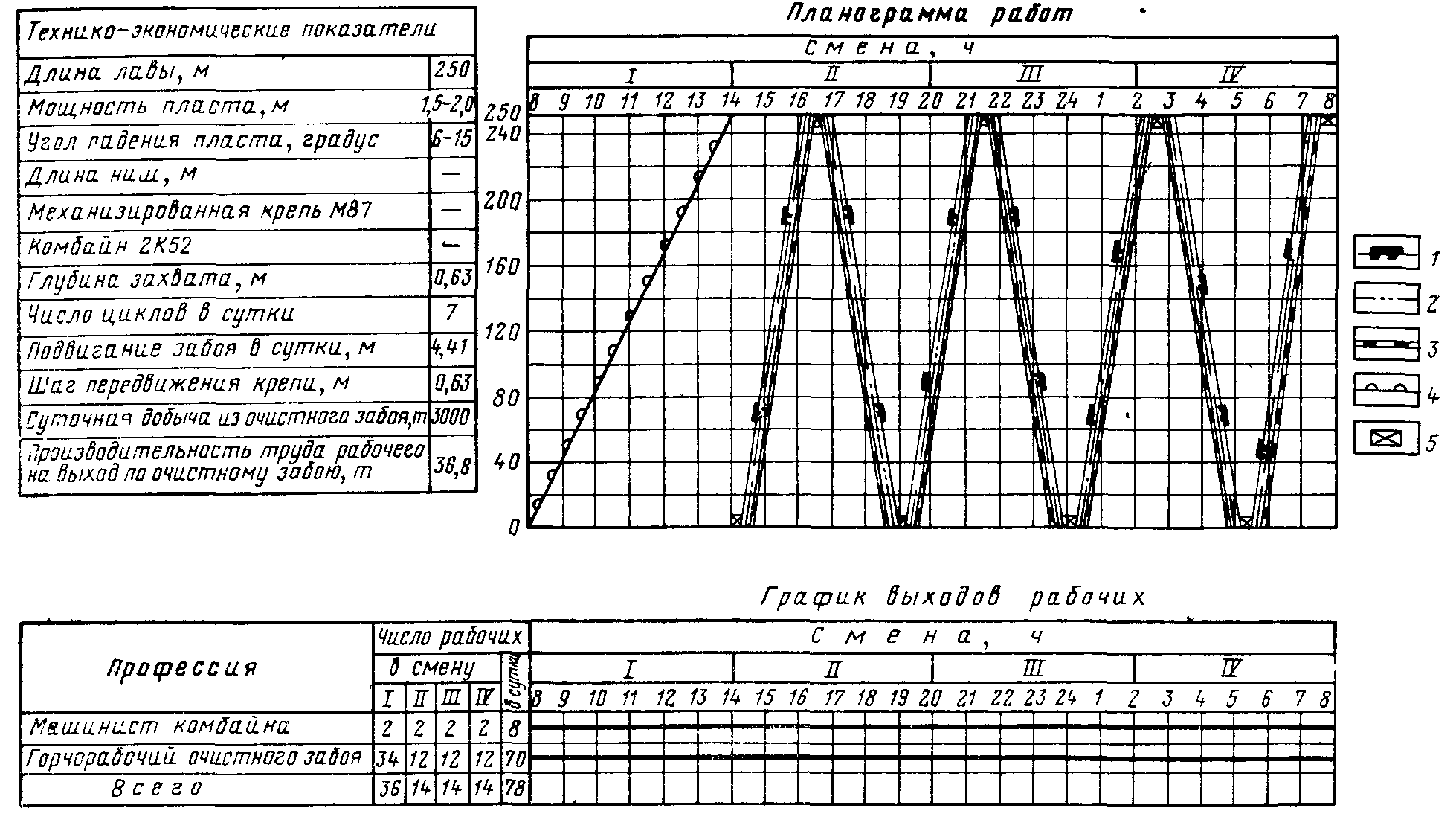


Рисунок 2.1 - График организации работ в лаве, оборудованной комплексом КМ87В при трехсменном режиме работы по добыче угля: 1— выемка угля комбайном; *2—* передвижка секций крепи; 3—передвижка конвейера; *4—* осмотр и ремонт оборудования; 5*—зар*убка комбайна «косыми звездами»

# Таблица 2.3 - Технологическая характеристика очистных механизированных комплексов и крепи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Комплексы | Мощность обслуживаемых пластов, м | Длина комплекса в по­ставке, м | Тип крепи | Шаг установки крепи, м | Шаг передвижки крепи, м | Сопротивление секции кре­пи, кН | Сопротивление кре­пи, кН | Конструктивная высота крепи, мм | | Площадь проходного сечения для струи воздуха, м2 | Характеристика кровли | |
| Класс непосредст­венной кровли | Тип основной кровли по нагрузочным свой­ствам |
| min | max |
| 1МК103 | 0,7– 0,95 | 170 | Поддерж. | 1,2 | 0,8 | 2800 | 500 | 500 | 950 | 1,4m + 1,2 | Ср. уст. | Сред. |
| МКД90 | 0,8– 2 | 200 | Поддерж.  и огр.-поддерж. | 1,35 | 0,8  0,63 | 2670 | 480 | 550 | 1900 | 2,3m + 0,8 | Неуст. и  ср. уст. | Сред. |
| КМ137  КМ137А | 0,8–1,4 | 200 | Поддерж. | 1,5 | 0,8 | 1813 | 350–  450 | 560 | 1300 | 2,65m + 0,3 | Ср. уст. | Тяж. |
| КМ138  КМ138А | 1,4 –2,1 | 200 | Поддерж.-оградит. | 1,5 | 0,8 | 4200 | 900–1000 | 950 | 1995 | 2,88m - 0,55 | Ср. уст. | Тяж. |
| МК75Б | 1,6– 2,2 | 100 | Поддерж.-оградит. | 1,1 | 0,5  0,63 | 1500 | 400 | 1350 | 2200 | 1,25m + 0,7 | Неуст. | Легк. |
| КМ-130 | 2,2–4,4 | 120 | Поддерж.-оградит. | 1,2 | 0,63 | 3140 | 720 | 2000 | 3260 | 1,5m + 0,83 | Неуст. и  ср. уст. | Сред. |
| КМ-144 | 2,0–4,5 | 150 | Оградит.-поддерж. | 1,5 | 0,63 0,5 | 4800–  5000 | 600-  700 | 2150 | 4300 | 1,6m + 0,95 | Неуст. | Тяж. |
| КМ-142 | 3,0 –5,0 | 120 | Оградит.-поддерж. | 1,5 | 0,5 | 7000 | 1300 | 1700 | 5000 | 3.05m + 1,9 | Неуст. | Тяж. |
| 2УКП5 | 3,7–5,0 | 120 | Оградит.-поддерж. | 1,5 | 0,5 | 4900 | 1150 | 2700 | 5100 | 3,0m + 2,15 | Неуст. и  ср. уст. | Тяж. |
| 2УКП | 2,4– 4,5 | 120 | Оградит.-поддерж. | 1,5 | 0,5 | 4850 | 1200 | 2000 | 4750 | 2,8m + 2,25 | Неуст. и  ср. уст. | Тяж. |

**2.7. Основные технико-экономические показатели работы выемочного участка**

Технико-экономические показатели содержат результаты работ, полученные при выполнении всех запланированных работ в лаве, а также ряд других технических и экономических показателей. Полученные в дальнейшем основные технико-экономические показатели следует занести в таблицу 2.4.

Таблица 2.4. - Основные технико-экономические показатели

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование показателей | Единицы измерений | Значение показателей |
| 1 | Размеры шахтного поля   * по падению * по простиранию | м |  |
| 2 | Промышленные запасы шахтного поля | млн.т. |  |
| 3 | Производственная мощность шахты | т/сутки |  |
| 4 | Способ вскрытия шахтного поля |  |  |
| 5 | Способ подготовки |  |  |
| 6 | Система разработки |  |  |
| 7 | Технические средства очистных работ |  |  |
| 8 | Принятая длина лавы | м |  |
| 9 | Нагрузка на очистной забой | т/сутки |  |
| 10 | Количество действующих забоев |  |  |
| 11 | Состав звена явочный/списочный |  |  |
| 12 | Производительность труда рабочего очистного забоя на выход | т/вых |  |
| 13 | Производительность труда рабочего очистного забоя в месяц | т/мес |  |
|  | Производительность труда рабочего добычного участка на выход | (т/выход) |  |
|  | Производительность труда рабочего добычного участка за месяц | т/мес |  |

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Основы горного дела: Учебник для вузов / П.В. Егоров, Е.А. Бобер, Ю.Н. Кузнецов и др. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2000. – 408с.
2. Семенихин А.Я. Процессы очистных работ и системы разработки. Учебное пособие / А.Я. Семенихин, В.В. Соин. - Новокузнецк: СибГИУ, 2003. -100 с.
3. Власкин Ю.К. Оформление расчетно-графической документации при выполнении курсовых и дипломных проектов. Методические указания /Ю.К. Власкин, В.Н. Фрянов, Г.И. Лубяная. - Новокузнецк: СибМИ, 1988. - 25 с.
4. Правила безопасности в угольных шахтах. - Самара: Самар. Дом печати, 1995.-242с.
5. Инструкции к правилам безопасности в угольных шахтах.- Самара: Самар. Дом печати, 1995. - 352 с.
6. Нормы технологического проектирования угольных и сланцевых шахт. ВНТП-1 86. М.: Минуглепром СССР, 1986. - 62 с.
7. Бурчаков А.С. Технология и механизация подземной разработки пластовых месторождений / А.С. Бурчаков, Ю.А. Жежелевский, С.А. Ярунин. - М.: Недра, 1989. - 431 с.
8. Килячков А.П. Технология горного производства / А.П. Килячков. - М.: Недра, 1992. - 415с.
9. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. В 2-х ч. 4.1. Технологические схемы /ИГД им. А.А. Скочинского. - М.: Минуглепром СССР, 1991. - 202 с.
10. Технологические схемы разработки пластов на угольных шахтах. В 2-х ч. 4.11. Набор модулей и пояснительная записка /ИГД им. А.А. Скочинского. - М.: Минуглепром СССР, 1991. - 202 с.
11. Яцких В.Г. Горные машины и комплексы / В.Г. Яцких, Л.А. Спектор, А.Г. Кучерявый. - М.: Недра, 1984. – 456 с.
12. Подземный транспорт шахт и рудников: Справочник / Под ред. Г.Я. Пейсаховича, И.П.Ремизова. - М.: Недра, 1985. - 585 с.
13. Задачник по подземной разработке угольных месторождений / К.Ф. Сапицкий, Д.В. Дорохов, М.П. Зборщик и др. - М.: Недра, 1981. - 301 с.
14. Афоничкин А.А. Основные технико-экономические расчеты в угольной промышленности / А.А. Афоничкин, С.Е. Рыбников. - М.: Недра, 1992. - 192 с.
15. Рудничная вентиляция: Справочник/Под ред. К.З. Ушакова. - М.: Недра, 1988.- 440 с.
16. Указания о порядке и контроле безопасного ведения горных работ в опасных зонах. - Л.: ВНИМИ, 1986. - 42 с.

|  |  |
| --- | --- |
| **СОДЕРЖАНИЕ** | |
|  | Стр. |
| предисловие | 3 |
| 1. Теоретические сведения по основным вопросам технологии подземной разработки пластовых месторождений | 7 |
| 1.1. Горное производство и горные предприятия | 7 |
| 1.2. Формы и элементы залегания полезных ископаемых | 11 |
| 1.3. Понятие о запасах и потерях полезных ископаемых при разработке | 16 |
| 1.4. Стадии разработки месторождений | 17 |
| 1.5. Производственная мощность и срок службы шахты | 18 |
| 1.6. Шахтное поле и деление его на части | 20 |
| 1.7. Порядок отработки частей шахтного поля | 25 |
| 1.8. Общая характеристика вскрытия пластовых месторождений | 27 |
| 1.9. Вскрытия пластовых месторождений | 28 |
| 1.9.1. Вскрытие одиночных пластов | 28 |
| 1.9.2. Вскрытие пологих и наклонных пластов вертикальными стволами | 30 |
| 1.9.3. Вскрытие крутонаклонных и крутых пластов | 33 |
| 1.9.4. Вскрытие свиты пластов наклонными стволами | 35 |
| 1.9.5. Вскрытие штольнями | 36 |
| 1.9.6. Комбинированное вскрытие | 37 |
| 1.10. Подготовка пластов в шахтном поле | 38 |
| 1.10.1. Основные понятия | 38 |
| 1.10.2. Подготовка выемочных полей | 40 |
| 1.11. Очистные работы в угольных шахтах | 44 |
| 1.11.1. Технологические схемы очистных работ | 44 |
| 1.11.2. Механизированная выемка угля в длинных очистных забоях | 47 |
| 1.11.3. Доставка угля в очистных забоях | 49 |
| 1.12. Системы разработки пластовых месторождений | 51 |
| 1.12.1. Понятие о системах разработки и их классификация | 51 |
| 1.12.2. Сплошная система разработки | 53 |
| 1.12.3. Столбовая система разработки | 56 |
| 1.13. Организация работ в очистном забое | 60 |
| 2 . расчет основных количественных показателей по шахте и выемочному участку | 63 |
| 2.1. Определение запасов угля в шахтном поле | 63 |
| 2.2. Схемы подготовки и параметры выемочных полей и участков | 67 |
| 2.3. Подготовительные работы | 68 |
| 2.3.1. Состав и назначение подготовительных выработок | 68 |
| 2.3.2. Характеристика подготовительных выработок | 68 |
| 2.4. Выбор системы разработки | 70 |
| 2.5. Очистные работы | 70 |
| 2.5.1. Обоснование и выбор средств комплексной механизации очистных работ | 70 |
| 2.5.2. Проверка крепи по допустимой скорости воздушной струи. | 71 |
| 2.5.3. Выбор типа выемочного комбайна и забойного конвейера | 72 |
| 2.5.4. Определение длины очистного забоя, проверка по фактору проветривания | 75 |
| 2.5.5. Горнотехнические показатели по очистному забою и выемочному участку | 77 |
| 2.6. Организация труда в очистном забое, определение численности рабочих очистного забоя | 81 |
| 2.7. Основные технико-экономические показатели работы выемочного участка | 87 |
| СПИСОК ЛитературЫ | 88 |

План 2003

Семенихин Анатолий Яковлевич

Любогощев Виктор Иванович

Златицкая Юлия Александровна

**Технология подземных горных работ**

Учебное пособие

Редактор Н.И. Суганяк

Изд. лиц. № 01439 от 05.04.2000 г. Подписано в печать

Формат бумаги 60×84 1/16 Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. Уч.- изд. л. Тираж Заказ

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»

654007, г. Новокузнецк, ул.Кирова 42.

Издательский центр ГОУ ВПО «СибГИУ»