



Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Кафедра підземної розробки  
родовищ

# ГЕОТЕХНОЛОГІЇ ГІРНИЦТВА

(ПІДЗЕМНА РОЗРОБКА РОДОВИЩ)

ЛЕКЦІЇ

# ЛЕКЦИЯ: ОЧИСТНЫЕ РАБОТЫ

## 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ

### 1.1. Общие сведения

**Технология очистной выемки** - совокупность производственных процессов, операций и действий, выполняемых в *определенной последовательности в пространстве и во времени*, направленных на получение товарного угля. Выемка угля в лаве складывается из ряда процессов и операций, которые выполняются в определенном порядке во времени и увязаны в пространстве. Когда комплекс процессов будет завершен, их повторяют вновь в той же последовательности.

Совокупность всех процессов и операций, выполняемых в определенном порядке, необходимых для выемки угля по всей длине лаве на установленную паспортом величину подвигания забоя, называют **технологическим циклом**.

В результате завершения цикла очистной забой лавы подвинется на определенную величину, измеряемую в метрах. (Обычно это ширина захвата комбайна 0,5; 0,63; 0,8 м).

### **Основные операции (процессы) технологического цикла.**

В зависимости от применяемых систем разработки комплекс работ в очистном забое состоит из следующих технологических процессов:

- выемка угля (подрубка, отбойка и навалка угля на конвейер);
- крепление призабойного пространства;
- доставка крепежных материалов в очистной забой;
- транспортирование угля вдоль очистного забоя к откаточному штреку;
- передвижка оборудования ближе к забою по мере подвигания последнего;
- проведение работ по управлению горным давлением.

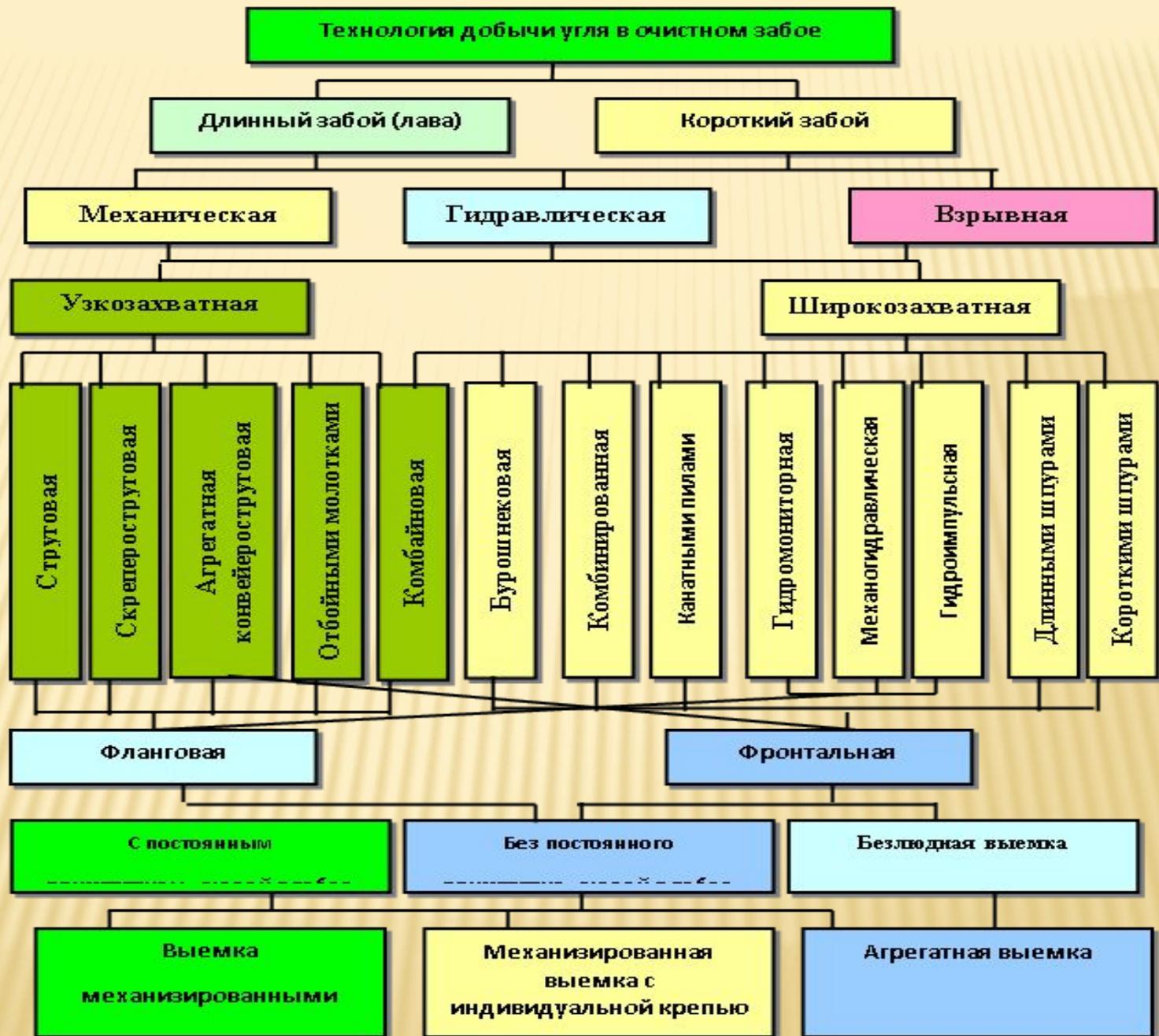


Рис. 1.1. Классификация способов очистной выемки, применяемых при разработке угольных пластов

## 1.2. Требования к технологии

Технология очистных работ при выемке угольных пластов должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать добычу угля в соответствии с установленными потребителем качественными параметрами;
- соблюдать меры безопасности ведения горных работ и санитарные нормы с применением комплекса мер по предотвращению всех опасных и вредных производственных факторов;
- не допускать потерь угля, не предусмотренных технологической необходимостью;
- обеспечивать полноту выемки угольного пласта при минимальных удельных энергетических затратах и высокой производительности труда;
- использовать средства комплексной механизации и автоматизации на вспомогательных процессах и для обеспечения безопасных и комфортных условий труда с минимальное использование ручного;
- обеспечить эффективную выемку угля при минимальном воздействии технологических процессов на окружающую среду.

## 1.3. Структура технологии добычи угля

Технология добычи угля на выемочном участке осуществляется в три этапа, которые выполняются последовательно: **подготовительный период, очистная выемка и заключительный период.**

Подготовительный этап включает производственные процессы, которые предшествуют очистной выемке. Этап очистной выемки состоит из производственных процессов непосредственно по выемке угля, и обеспечивающих их эффективное выполнение. Срок выполнения этого этапа определяется запасами угля в выемочном поле и производительностью очистного забоя. Заключительный период технологии предусматривает переход из режима очистной выемки в затухание горных работ. Выполнение этапов технологии очистной выемки и их взаимосвязь обеспечивается организацией работ, вентиляцией горных выработок, снабжением работ материальными, людскими ресурсами и транспортом.

## 1.4. Технологическая схема очистных работ

Структура технологии очистных работ выражается технологической схемой, на которой показывается расположение предмета труда, орудий производства, параметры их характеризующие и последовательность взаимодействия (рис. 1.2).

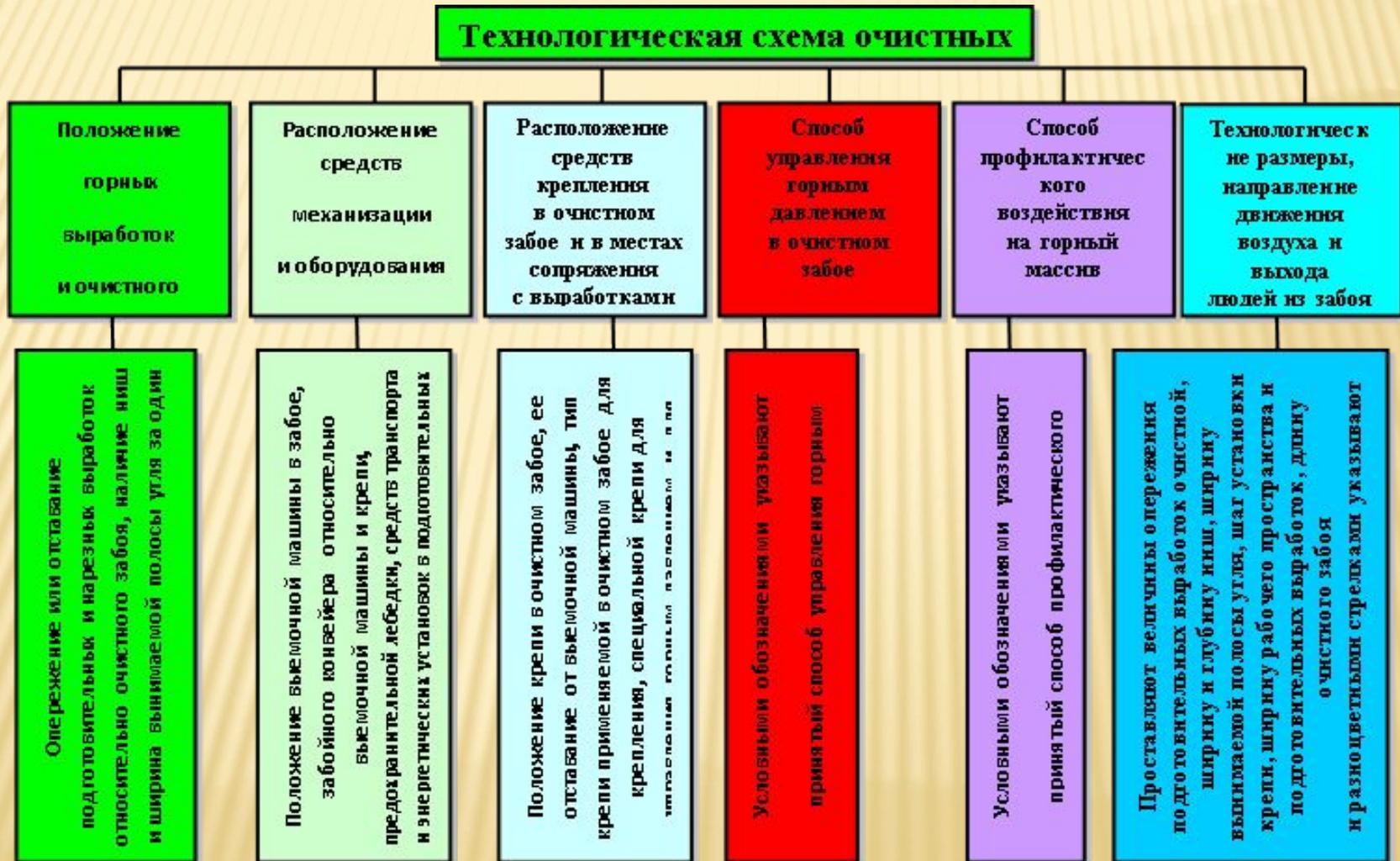


Рис. 1.2. Структура технологической схемы очистной выемки

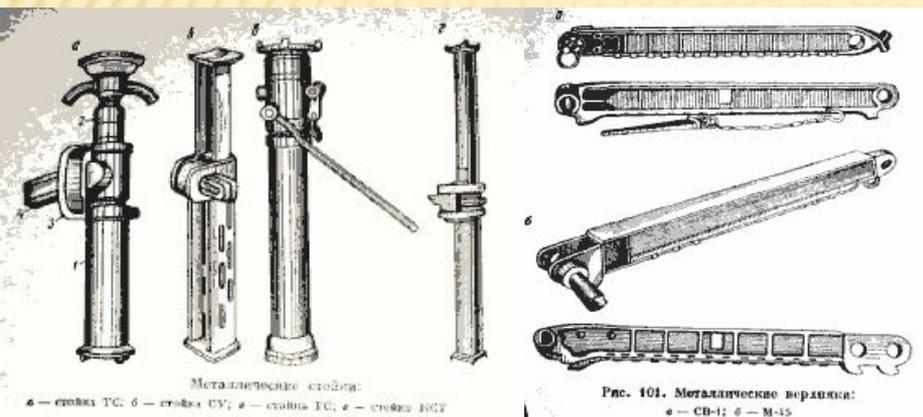
## 1.5 Крепь очистных забоев

Крепь очистных забоев должна удовлетворять определенным техническим, производственным и экономическим требованиям.

**Технические требования:** прочность, устойчивость, жесткость.

**Производственные требования:** обеспечение всех производственных процессов очистном забое, пропуск через него необходимого количества воздуха, минимальная масса крепи, механизация ее установки и передвижки.

**Экономические требования:** минимальная стоимость крепи, наименьшие трудовые затраты на ее возведение, удаление, переноску, передвижку, надежность и долговечность крепи.



**Индивидуальные крепи** могут быть деревянные, металлические и смешанные. Состоят обычно из несущих и поддерживающих элементов (стоек, верхняков), устанавливаемых совместно и разбираемых полностью или частично при переноске и передвижке.

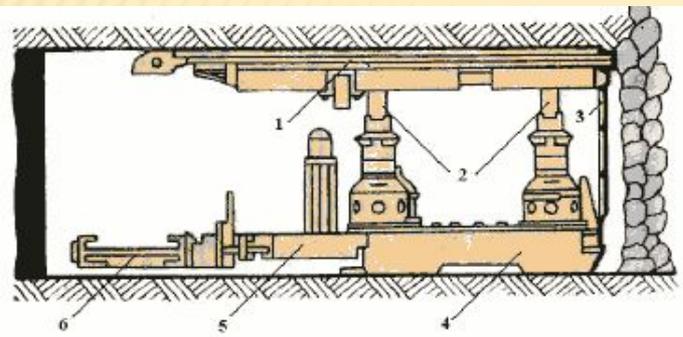
В зависимости от выполняемых функций эти крепи могут разделяться на **призобойные** и **посадочные**.

**Призобойная крепь** возводится в призобойном пространстве выработки и предназначена для предотвращения обрушения в нем пород кровли. **Посадочные крепи** – это специальные крепи, применяются для обеспечения периодического обрушения (садки) пород кровли за пределами призобойного пространства по заданной линии «обреза кровли».



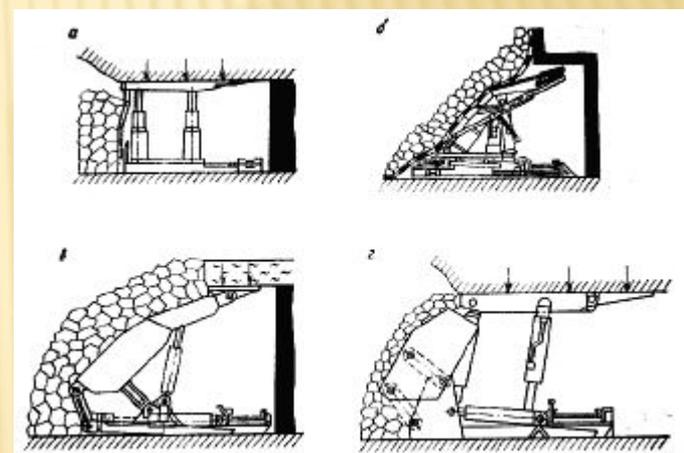
# Механизированные гидравлические крепи.

Механизированной называется крепь очистных комплексов и агрегатов, все секции которой кинематически связаны между собой и передвигаются с помощью домкратов вслед за продвижением забоя. Она состоит из отдельных секций, каждая из которых как правило имеет: основание-4, гидравлические стойки-2, верхняк-1, ограждение-3 и домкрат для передвижки-5.



Механизированная крепь ограждает призабойное пространство, механизмирует процесс крепления и управления кровлей. Секция механизированной крепи устанавливается в забое по всей длине лавы.

В зависимости от характера взаимодействия с породами кровли механизированные крепи разделяют на поддерживающие (а), оградительные (б), ограждительно – поддерживающие (в), поддерживающе – оградительные (г).



У **поддерживающих** (КМТ, КМ-87) механизированных крепей главную роль играют поддерживающие элементы, предотвращающие обрушение кровли в пределах рабочего пространства забоя. Оградительные элементы у крепей этого вида отсутствуют или являются вспомогательными.

У **оградительных** мехкрепей (КТУ) имеются только оградительные элементы, препятствующие проникновению обрушенных пород кровли в рабочее пространство. У крепей **ограждительно – поддерживающих** (ОКП) верхнее перекрытие одновременно поддерживает кровлю и ограждает рабочее пространство от обрушения пород. У крепей **поддерживающе – ограждительного** (КД-90, ДМ и др.) типа имеются поддерживающие и оградительные элементы, однако при этом основную роль играют поддерживающие элементы, а оградительные являются дополнительным средством защиты от проникновения пород кровли в рабочее пространство забоя. В настоящее время – самые распространенные.

## 2. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В ДЛИННОМ ЗАБОЕ

### 2.1 Общие сведения

**Длинные очистные забои** - забои, у которых длина более чем в 10 раз превышает ширину рабочего пространства. Такие забои получили широкое распространение в странах Европы, Азии и частично применяются на шахтах Северной Америки. У нас их еще называют *лавами*.

Длинный очистной забой имеет два выхода в две независимые подготовительные выработки, которые называют *концевыми участками очистного забоя* (лавы). Они являются началом и концом очистного забоя. *Началом забоя* считается участок, куда поступает свежая струя воздуха из подготовительной выработки, а *концом* - откуда она выходит.

### 2.2 Компоновка оборудования в очистном забое

Средства механизации производственных процессов включают: *выемочную машину, забойный конвейер, механизированную или индивидуальную крепь, а возможно и их комбинацию, крепь сопряжения или усиления на концевых участках забоя.*

По комплектации технологические схемы очистных работ разделяют на две группы:

- с передвижными механизированными крепями (механизированные комплексы и агрегаты);
- с индивидуальными крепями.

По горно-геологическим условиям применения:

- для разработки пологих пластов;
- для крутонаклонных и крутых пластов.

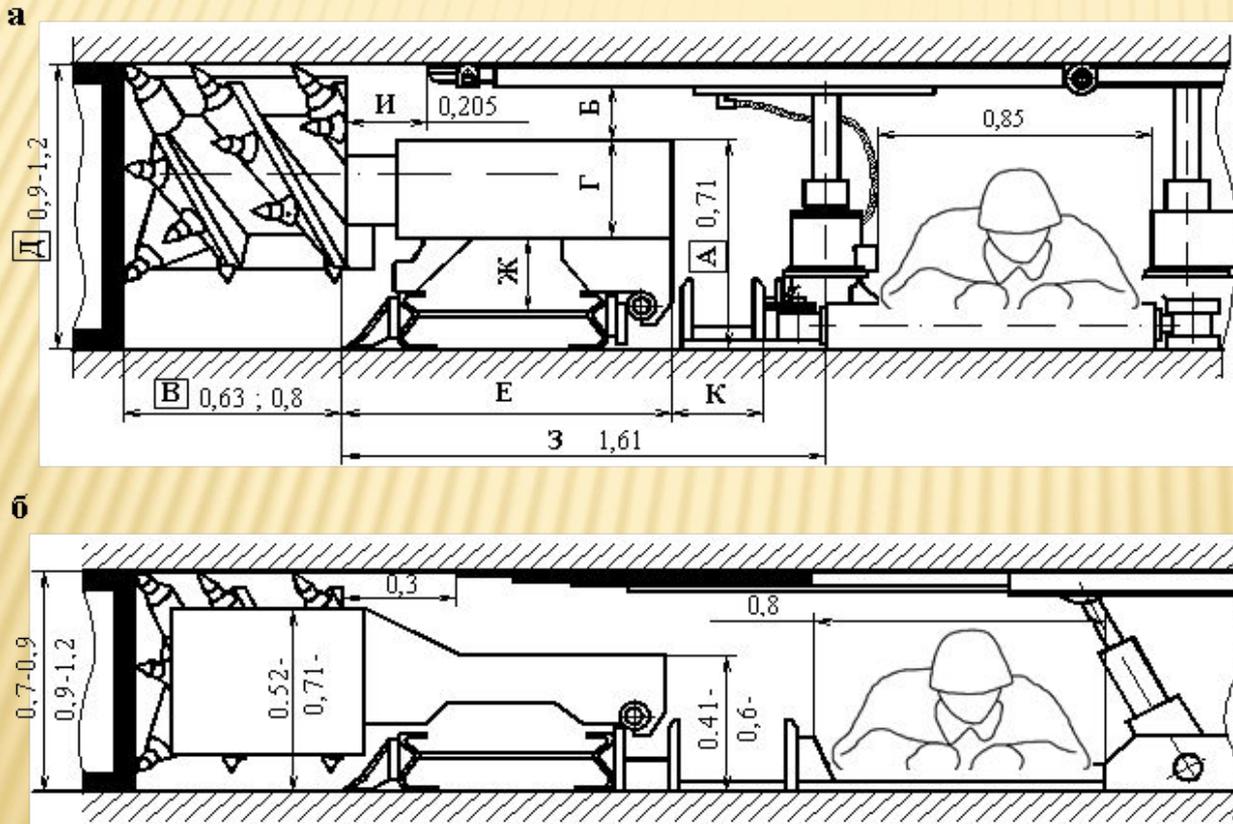
Технология выемки угля в длинных очистных забоях имеет гибкую структуру.

Схематичное изображение структуры технологии выемки угля в длинном очистном забое приведено на рис. 2.1.



## Компоновка оборудования комбайнового комплекса.

Схема компоновки оборудования зависит от минимальной вынимаемой мощности пласта и ее диапазона изменения, характера залегания пласта, устойчивости пород почвы, кровли и угольного забоя, их прочности, газоносности и др. факторов. Нижний предел вынимаемой мощности пласта определяется по конструктивным, технологическим параметрам и параметрам взаимодействия машин комплекса с учетом физиологических возможностей человека и условий применения конкретной компоновки машин комплекса.



Структура минимальной вынимаемой высоты пласта состоит из габаритных размеров машин комплекса по высоте, технологических параметров, влияющих на работу машин, и величины конvergенции вмещающих пород (опускание пород кровли и поднятие пород почвы).

Верхний предел вынимаемой мощности пласта определяется по максимальной раздвижности крепи по заднему ряду стоек крепи или по верхнему пределу регулирования высоты исполнительного органа от опорной поверхности забойного конвейера.

Рис. 2.2. Компоновочная схема очистного механизированного комплекса

## Компоновка оборудования стругового комплекса.

Схема компоновки оборудования при применении струговой установки может реализоваться в виде комплекса или агрегата. Компоновка в виде комплекса требует передвижки крепи после подвигания забоя на шаг ее передвижки. Струг находится в пространстве между забоем и забойным конвейером, а не на конвейере, как при комбайновой выемке. Исполнительными органами скрепероструговой установки УС2У являются *скрепероструги, скрепероструги со скреперотаранами, струги или тараны.*

Тип исполнительного органа выбирают в зависимости от горно-геологических условий. Установка работает в бесстоечном пространстве шириной не менее 1 м. Исполнительный орган прижимается к забою в результате перемещения приводной станции и обводного устройства в сторону забоя через каждые 0,3 м. Наиболее широко применяются струговые установки отрывного действия с опорной подконвейерной плитой «Райсхакенхобель» и скользящего типа «Гляйтхобель» (Рис. 2.3).

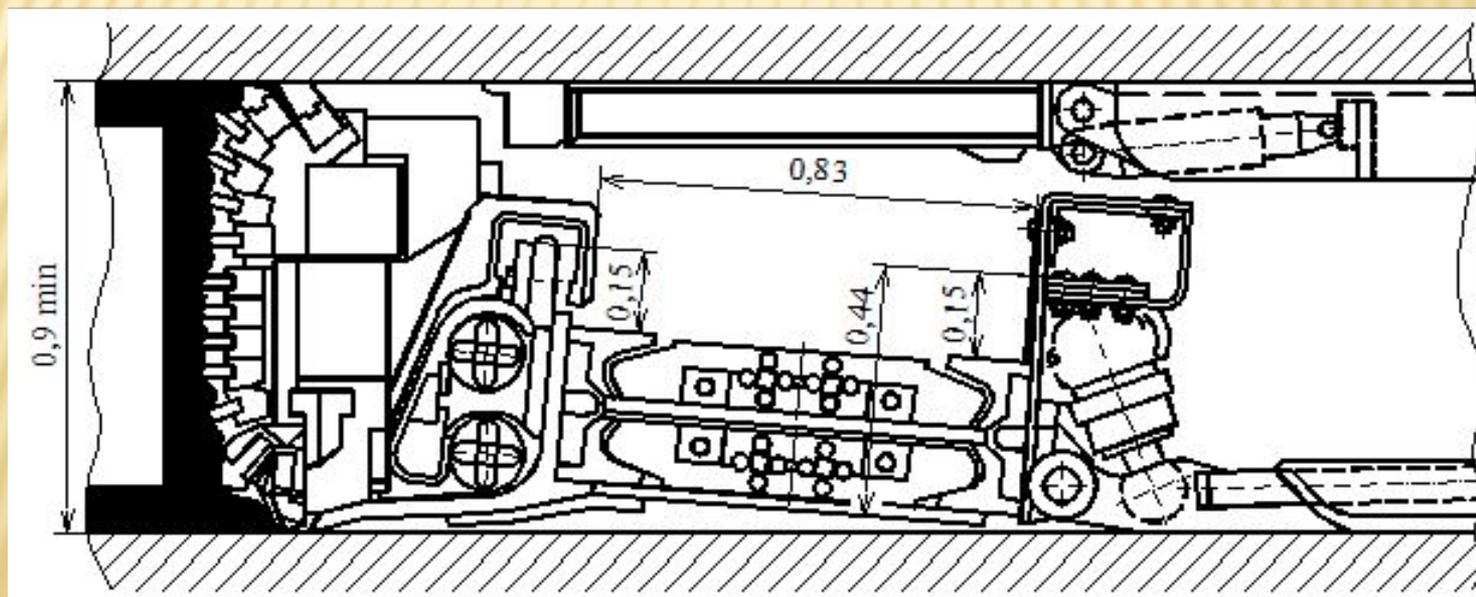


Рис. 2.3. Струг скользящего типа «Гляйтхобель»

## Компоновка оборудования в рабочем пространстве лавы с индивидуальной крепью.

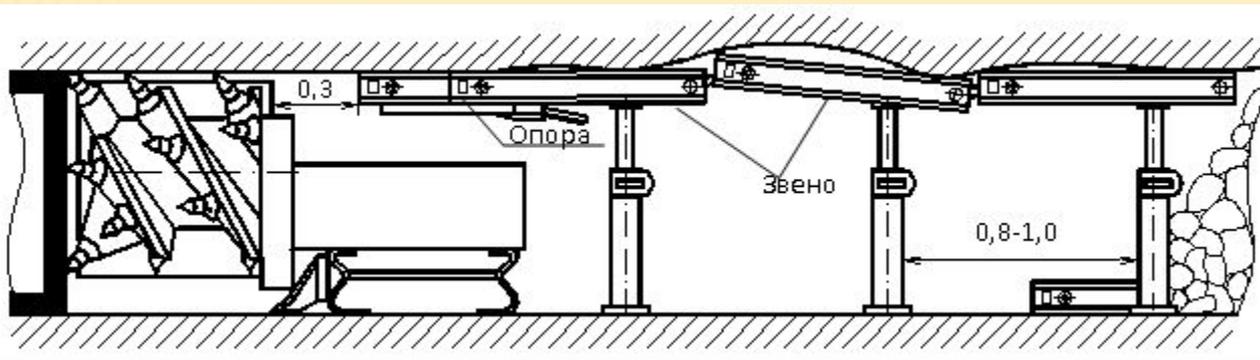
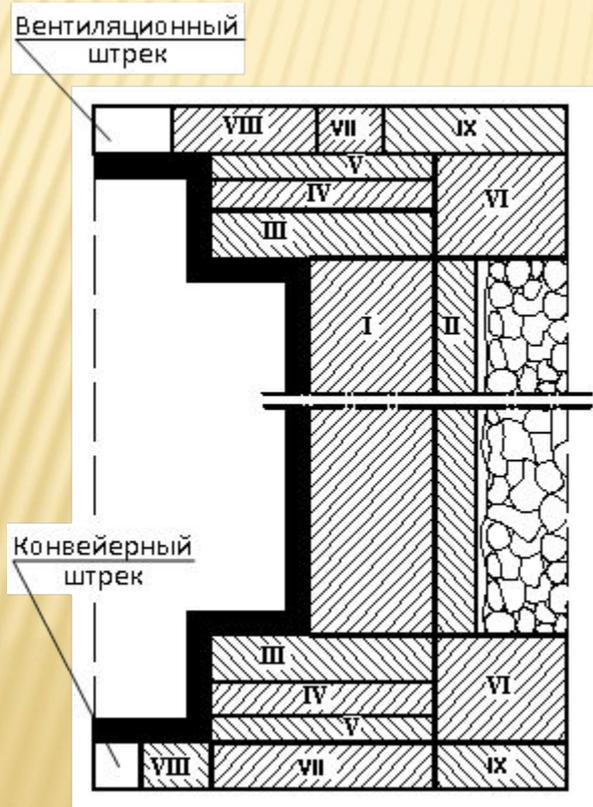


Рис. 2.4. Схема компоновки средств механизации забоев с индивидуальной крепью

По ширине рабочее пространство лавы разделяется на части при помощи стоек *индивидуальной и специальной крепи*, которые используются для крепления рабочего пространства очистных забоев и управления горным давлением (Рис. 2.4.)

## Компоновка технологических зон в очистном забое



В рабочем пространстве лавы и на сопряжении ее с подготовительными выработками выделяют следующие зоны: I - зона установки призабойной крепи; II – зона передвижки посадочной крепи (сокращения рабочего пространства); III - зона крепления ниши и части лавы до привода (конца) конвейера; IV - зона крепления на участке приводной (концевой) головки конвейера; V - зона крепления бровки лавы; VI - зона крепления для выполнения мероприятий по охране подготовительной выработки; VII - зона крепления сопряжения подготовительной выработки с лавой; VIII - зона усиления крепи выработки впереди лавы; IX - зона усиления или удаление крепи выработки за лавой.

### 2.3. Элементы технологии очистных работ

**Отбойка угля.** Механический способ отбойки угля получил широкое применение во всех странах мира.

Под *отбойкой угля* подразумевают отделение угля от массива, которое осуществляют при помощи исполнительных органов выемочных машин посредством резцов, шарошек, коронок и др. Процесс *выемки угля* сочетает в себе *разрушение* угольного массива и *погрузку* отбитого угля на забойный конвейер. В очистном забое этот процесс может выполняться:

- одной выемочной машиной;
- несколькими выемочными машинами (двумя – тремя);
- одновременно по всему забою;
- последовательно каждой из горных машин.

Угольные комбайны, врубовые машины, струги и скрепероструги производят разрушение полосы угольного пласта в одной точке с *фланга очистного забоя*, перемещаясь вдоль его линии. Таким образом, осуществляется *фланговая выемка* угольной полосы (рис. 2.10).

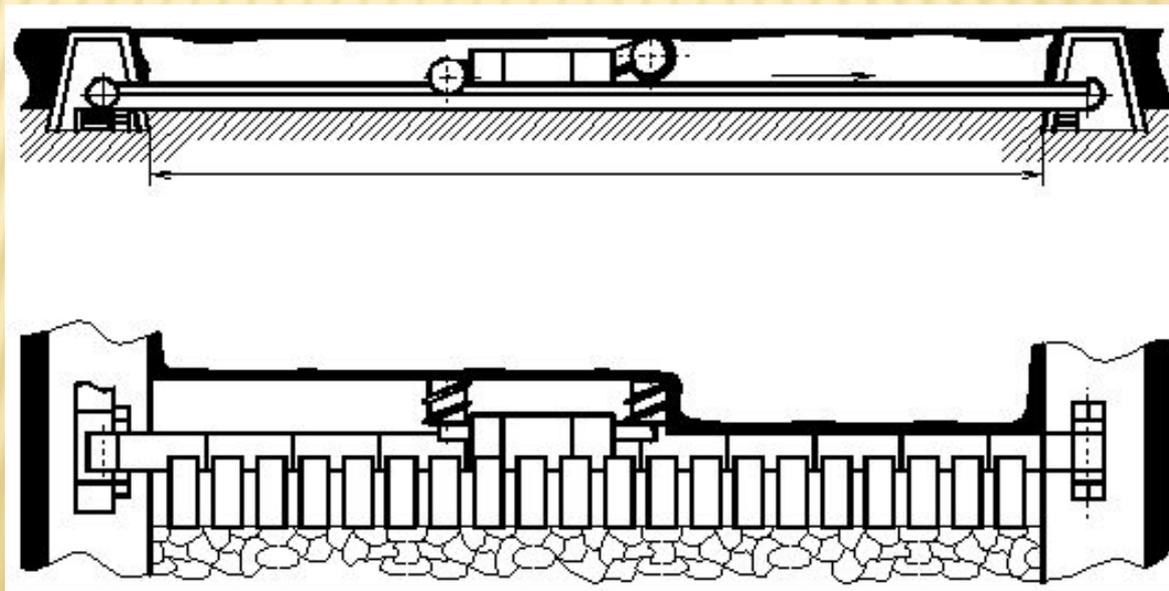


Рис. 2.10. Схема фланговой выемки угольной полосы

Выемочные агрегаты исполнительными органами разрушают угольный пласт одновременно в нескольких точках по всей длине очистного забоя. Разрушение происходит с фронта забоя на глубину равную величине подачи струга на забой, т.е. осуществляется *фронтальная выемка угля* (Рис. 2.11).

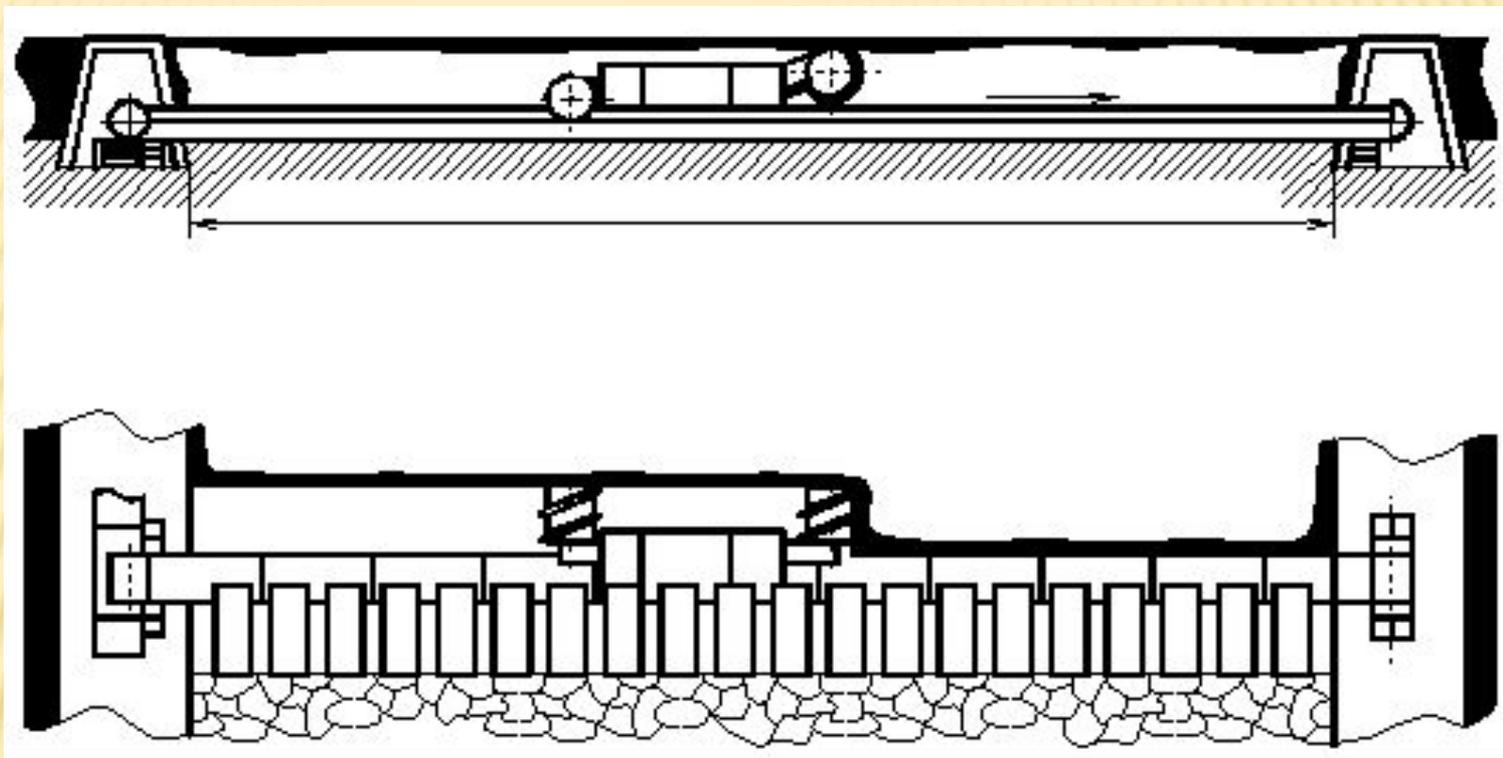


Рис. 2.11. Схема фронтальной выемки полосы угля

При ширине вынимаемой полосы угля за один проход выемочной машины по длине очистного забоя различают *узкозахватную* (до 1 м) и *широкозахватную* (более 1 м) выемку. Струги снимают полосу угля шириной 0,1-0,3 м.

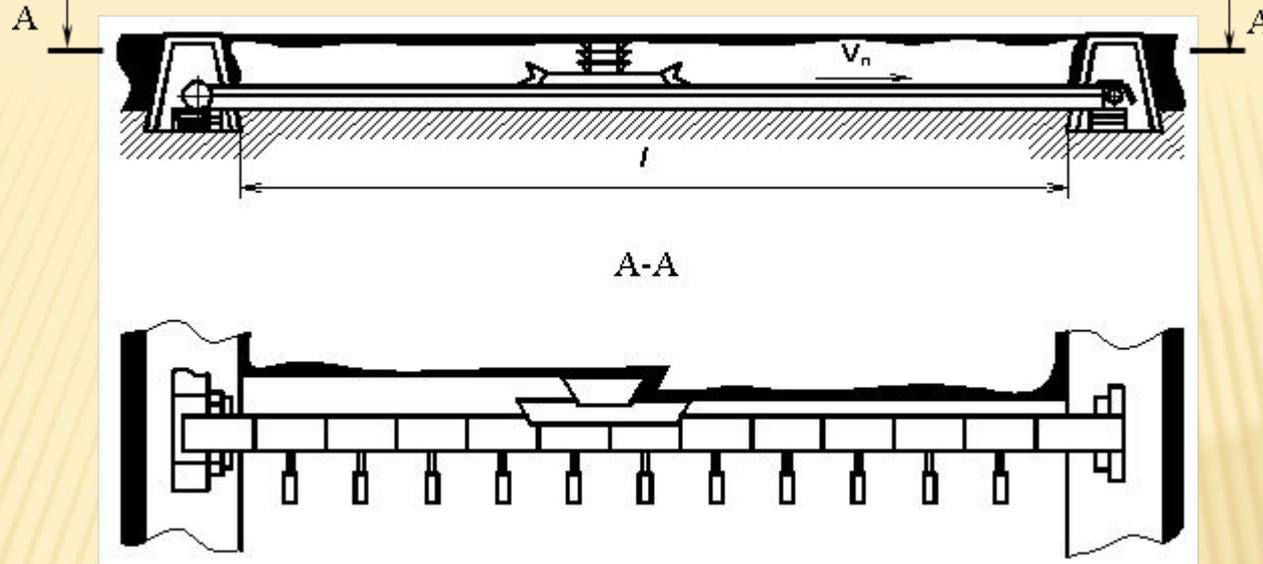


Рис. 2.13. Схема струговой выемки полосы угля

*Погрузка отбитого угля.*

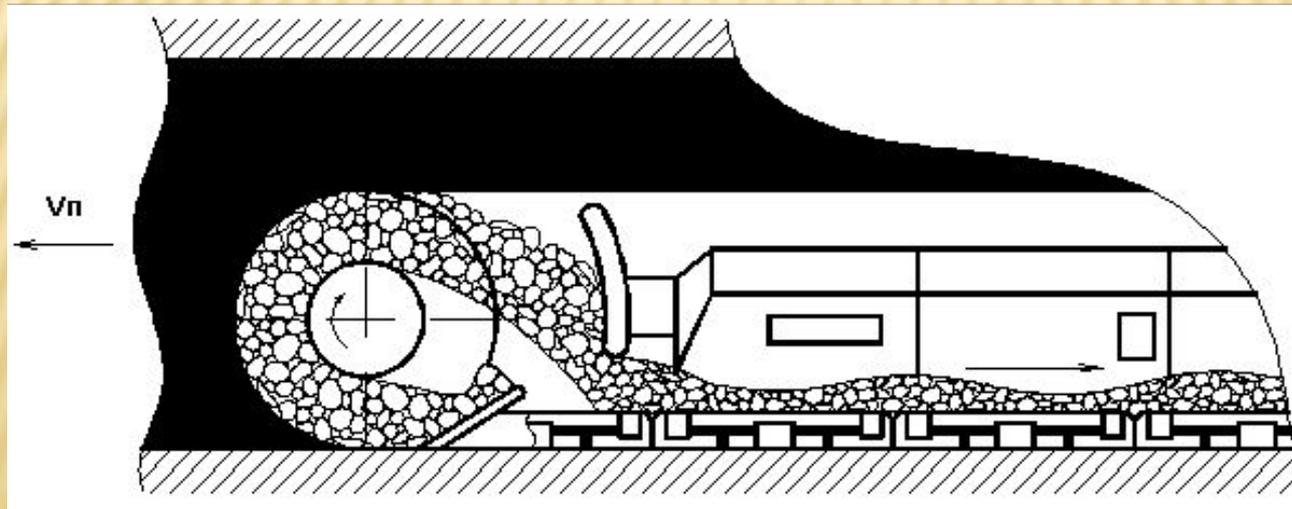
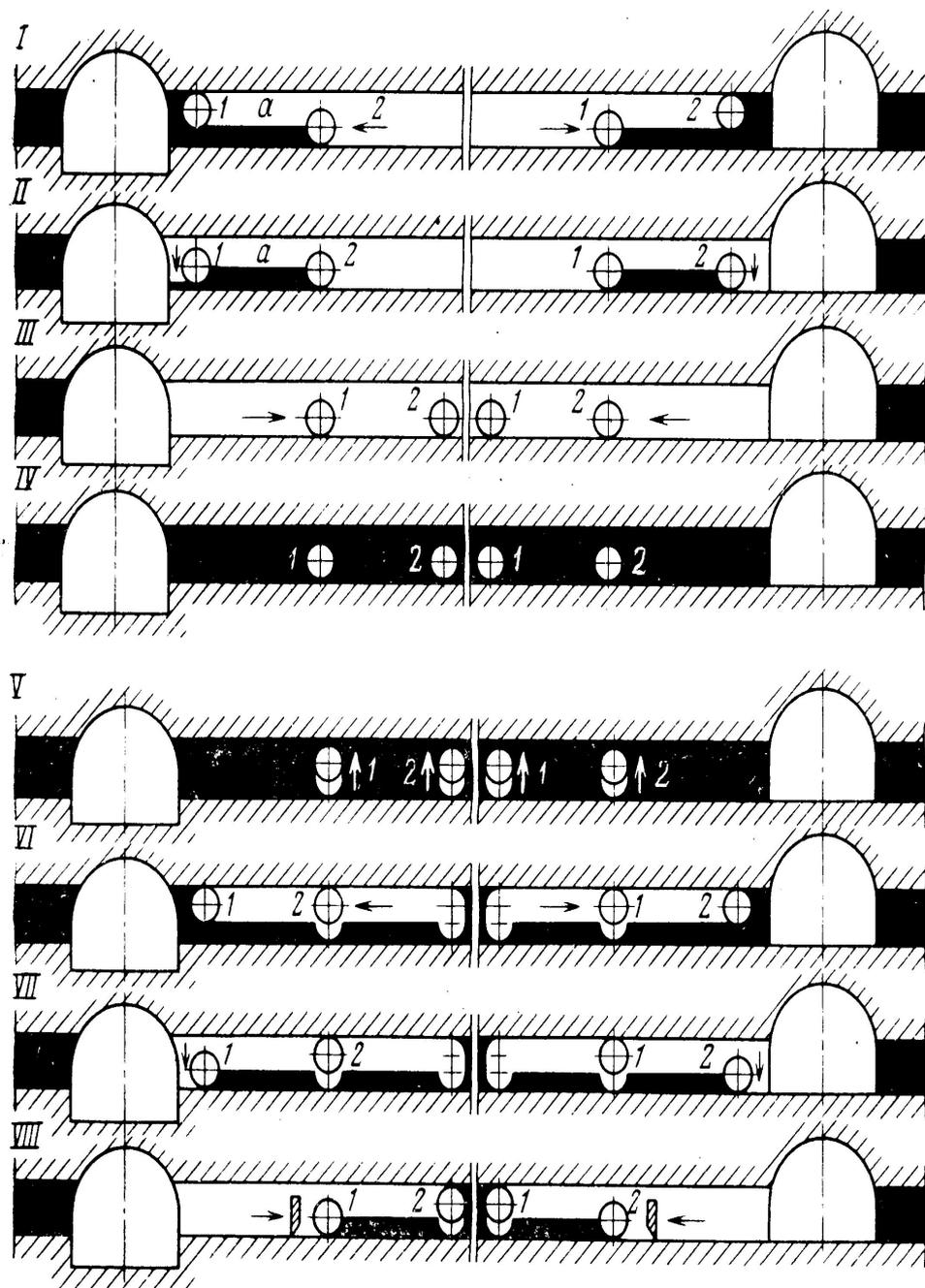
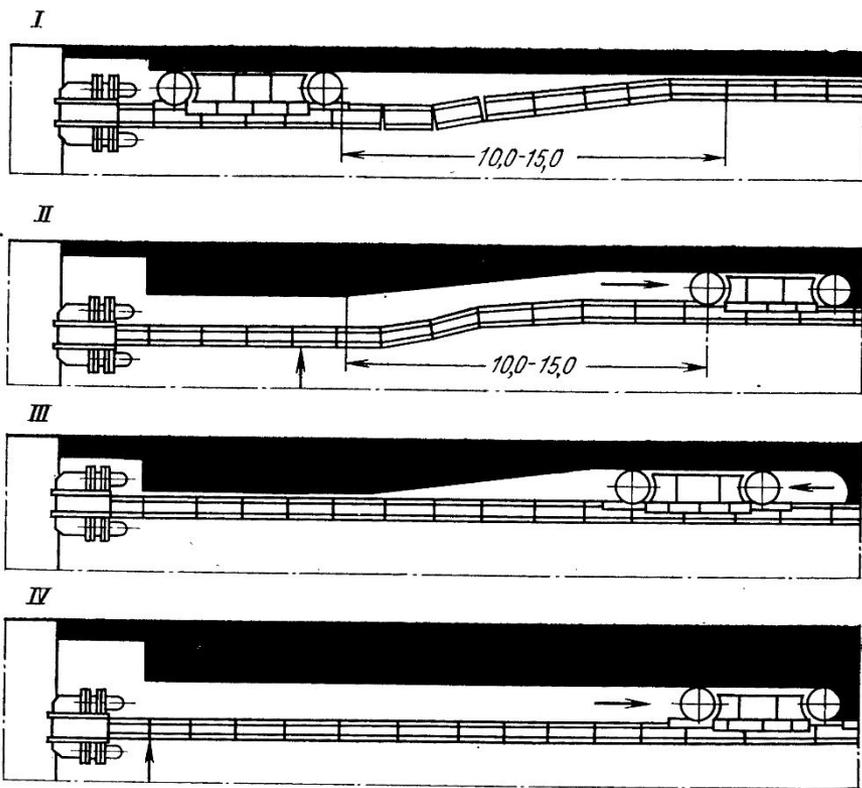


Рис 2.12. Схема отбойки и погрузки угля на конвейер

Часть отбитого угля от массива грузится на забойный конвейер исполнительным органом угольного комбайна. Оставшаяся отбитая часть угля, находящаяся на почве пласта, загружается на конвейер при помощи лемехов, подпорного или откидного щитка, которые закреплены на корпусе комбайна (Рис. 2.12).

Структура процесса выемки состоит из трех этапов: *подготовительного, собственно процесса выемки угля и заключительного.*

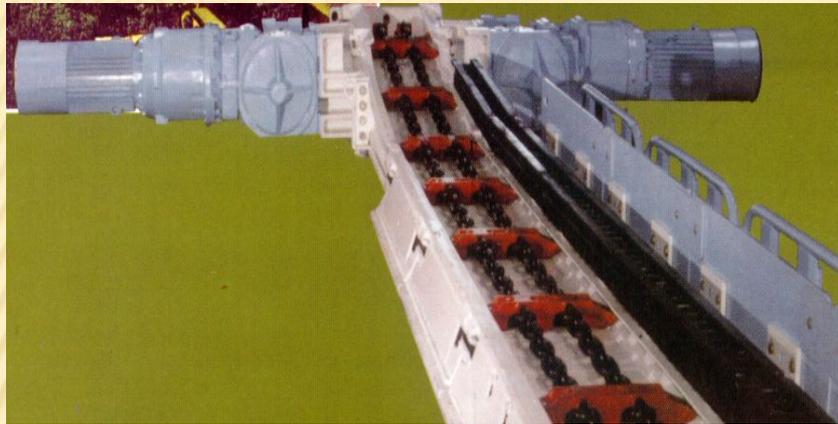
Подготовительный этап включает *осмотр и профилактический ремонт комбайна, зарубку исполнительного органа комбайна в пласт при нахождении его на концевых участках лавы.* Способ зарубки зависит от конструктивного исполнения комбайна и может выполняться *косыми заездами, фронтально и с ниши.*



Самозарубка комбайна в пласт: - *косыми заездами*

- *фронтально*

**Транспортирование угля по забою.** На пластах с углами падения  $0-35^\circ$  уголь вдоль забоя транспортируют скребковыми конвейерами.



Забойный конвейер - это основная конструкция, размещенная по всей лаве, выходящая в прилегающие подготовительные выработки и соединяющая все забойные машины в один технологический комплекс. Конвейер с вынесенными на штреки и установленными на специальные передвижные столы или на почву головками, является самой длинной в забое машиной ( $l_k = 250-320$  м). Одновременно он служит базовой конструкцией, которая направляет и несет комбайн.

Способы передвижки конвейеров в забое зависят от конструкций механизированной крепи и конвейера. Применяют *фронтальный* и *фланговый* способы передвижки става. Головки конвейера и часть става чаще всего перемещаются совместно на концах очистного забоя.

*Фронтальный способ* передвижки става применяется в лавах с благоприятной гипсометрией почвы и малым отжимом угля.

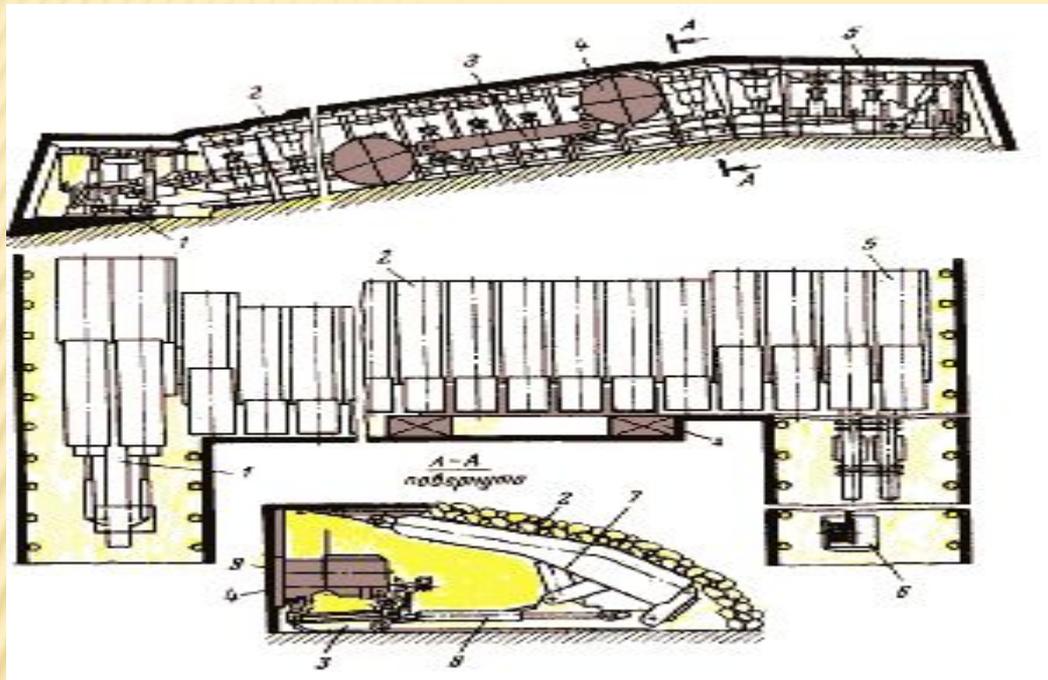
*Фланговый способ* применяется чаще и происходит без остановки комбайна и конвейера. Область применения способа - лавы со сложными условиями залегания пласта, при волнистой почве, наличии геологических нарушений, большем отжиме угля и др.

При отработке крутых пластов ( $\alpha > 55^\circ$ ) отбитый уголь движется по почве пласта, самотеком. Добытый уголь накапливается в нижней части очистного забоя, которая называется *магазинной*. Отгрузка его производится через специальные люки-лотки.

Самотечный способ транспортировки наиболее экономичный и обладает следующими преимуществами : простота; большая производительность; возможность накопления угля; отсутствие электромеханического оборудования и др.

Недостатки этого способа: неуправляемость и нерегулируемость процесса транспортирования; измельчение угля; пылеобразование; разлет кусков.

**Крепление забоя.** Процесс крепления очистного забоя зависит от вида применяемой в нем крепи.

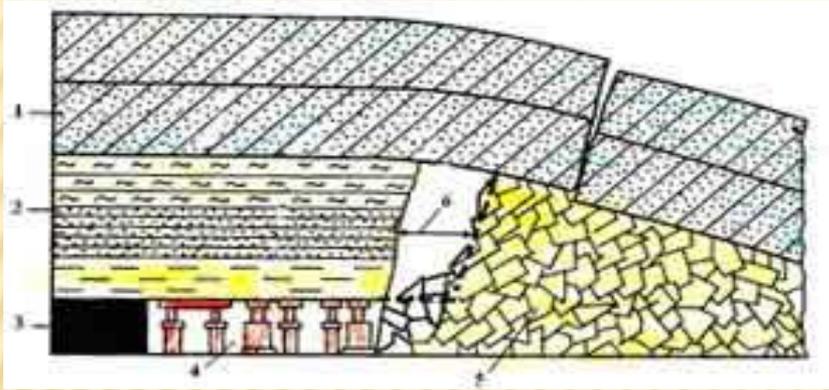


В комплексно механизированных забоях этот процесс осуществляется за счет передвижки секций крепи. В зависимости от порядка передвижки секций различают *последовательную, шахматную и паевую (групповую) схемы.*

В забоях с индивидуальными крепями, в зависимости от класса кровли, применяется призабойная крепь совместно со специальной (посадочной) крепью – кровли 2 и 3 классов, либо без нее – кровли 1 и 4 классов. Рабочее пространство крепят деревянными, гидравлическими или металлическими стойками трения совместно с металлическими или деревянными верхняками. Рамы крепи на пологих и наклонных пластах устанавливают перпендикулярно забою на крутых – параллельно.

Процесс крепления на пологих пластах заключается в переноске призабойной стойки крепи из заднего ряда в передний, с последующей передвижкой посадочного ряда специальной крепи, а на крутых пластах – в установке новой рамы крепи, при этом в качестве посадочной крепи часто используют органную крепь или удерживают кровлю на деревянных кострах.

**Управление кровлей.** В процессе выемки угля в очистной выработке обнажается кровля и почва, которые до начала выемочных работ находились в естественном напряженном состоянии. При подвигании очистного забоя это естественное состояние горного массива нарушается, в результате породы кровли в очистной выработке деформируются, расслаиваются и обрушаются. Для безопасного ведения работ по выемке угля, размещения выемочных и транспортных средств и движения воздуха в очистной выработке (лаве) оборудуется защищенное от обрушения пород пространство, называемое призабойным (рабочим).



Оно располагается между забоем и специальной (посадочной) крепью, ограждающей очистную выработку от выработанного пространства. При применении механизированных комплексов призабойное пространство ограждено мехкрепью. Выработанное пространство, поддерживать нецелесообразно и даже вредно.

При увеличении выработанного пространства увеличивается величина горного давления на крепь и на массив угля, что может привести к массовым обрушениям пород кровли, поломки крепи, завалу выработок, горным ударам, внезапным выбросам и прочим неприятностям. Для исключения негативных факторов проявления горного давления производят мероприятия по его регулированию.

**Управление горным давлением** – совокупность мероприятий по регулированию проявлений горного давления в рабочем пространстве очистного забоя в целях обеспечения безопасных производственных условий для эффективной и наиболее полной выемки полезного ископаемого. Эти мероприятия сводятся к *погашению выработанного пространства полным обрушением кровли, частичной или полной закладкой выработанного пространства, плавным опусканием кровли и другими способами.*

## Управление горным давлением полным обрушением кровли.

*Способ полного обрушения пород кровли* – основной способ управления кровлей применяемый в забоях с механизированными крепями.

Полное обрушение на пластах пологого и наклонного падения в лавах, закрепленных индивидуальными крепями можно вести при соблюдении следующих условий:

- мощность пласта не менее 0,5 м - крепь металлическая;
- мощность пласта не менее 0,7 м - крепь деревянная;
- почва в лаве не допускает значительного вдавливания опорных поверхностей стоек;
- выработанное пространство не заполнено большим количеством пород от прослоек из пласта, вывалов и др.

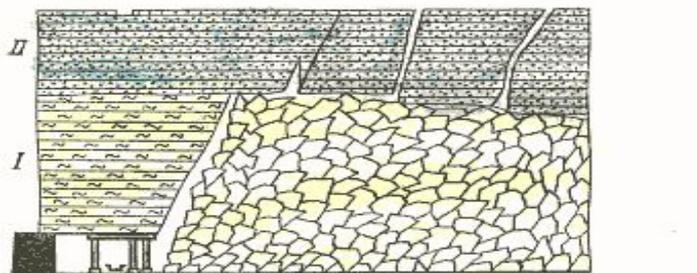
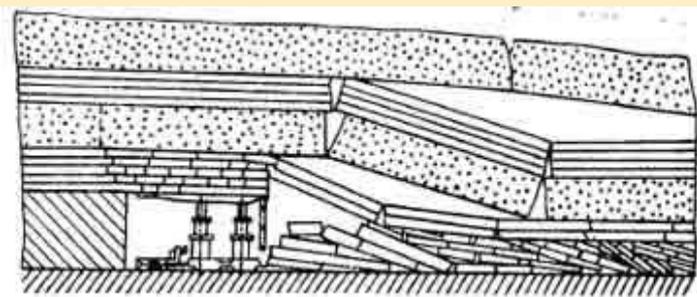


Схема обрушения непосредственной (I) и сдвижения основной (II) кровли

Полное обрушение заключается в том, что по мере подвигания очистного забоя породы кровли в выработанном пространстве обрушаются. Обрушающиеся породы непосредственной кровли разрыхляются и заполняют выработанное пространство до основной кровли, подбучивая её. Основная кровля растрескивается и ложится на непосредственную. Тем самым исключается зависание консоли основной кровли на больших площадях, что приводит к уменьшению давления пород кровли на призабойное пространство, угольный пласт и крепь очистного забоя. В настоящее время это наиболее распространенный способ управления горным давлением.

Расстояние, через которое осуществляется обрушение пород кровли, называют **шагом обрушения** или **шагом посадки**. Величина шага обрушения зависит от типа призабойной крепи, технологии или средств механизации очистных работ, свойств пород кровли и других факторов. При механизированных крепях шаг посадки равен шагу передвижки крепи.

## **Полная закладка выработанного пространства.**

Сущность управления горным давлением полной закладкой заключается в заполнении выработанного пространства пустой породой, называемой закладочным материалом. Применение полной закладки обеспечивает существенное снижение потерь полезного ископаемого в недрах. Уменьшаются сдвиги пород подрабатываемого горного массива и опускания земной поверхности. Т.е. разработка месторождений с полной закладкой является одним из мероприятий по охране недр и окружающей среды. Однако, возведение закладочного массива является трудоемким *дополнительным* процессом, который увеличивает себестоимость добываемого полезного ископаемого.

В настоящее время находят применение гидравлическая, пневматическая, гидропневматическая, твердеющая, самотечная и механическая закладки.

В качестве закладочного материала применяют песок, гравий, дробленые коренные породы, отходы обогатительных фабрик, тепловых электростанций, породы шахтных отвалов.

При гидравлической закладке, закладочный материал доставляют в выработанное пространство потоком воды по трубам. При пневматической – потоком воздуха. При самотечной – под действием своего веса ( на крутопадающих пластах). Механическая закладка – метателями, конвейерами и пр.

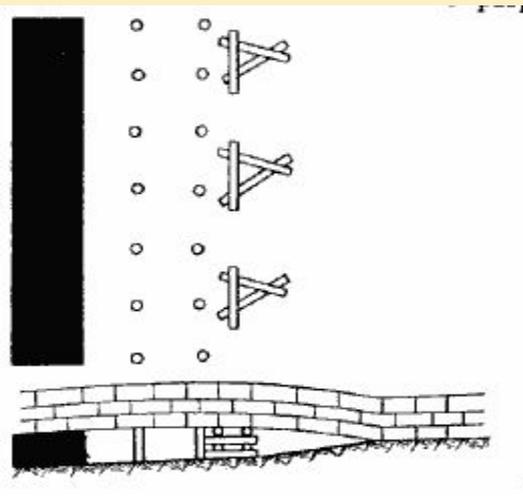
*Полную закладку выработанного пространства породами или материалами* рекомендуется применять в следующих условиях:

- для охраны ответственных сооружений и водоемов на поверхности;
- при слабых, склонных к сползанию породах почвы или весьма слабых породах кровли и почвы на пластах крутого падения;
- под пожароопасными участками и участками, опасными по прорывам воды;
- при отработке мощных пластов крутого падения с самовозгорающимися углями, отработке пластов крутого падения, опасных по внезапным выбросам угля и газа.

## **Частичная закладка выработанного пространства.**

Применяют при наличии в непосредственной кровле труднообрушаемых пород. Для этого вслед за подвиганием очистного забоя в выработанном пространстве выкладываются из пустых пород бутовые полосы, на которые опускаются породы основной кровли.

## Управление кровлей плавным опусканием.



*Плавный прогиб пород кровли* рекомендуют применять в случаях, когда кровля изгибается; без разрывов сплошности в выработанном пространстве очистного забоя. Специальная и призабойная крепи для этого способа должны быть податливыми и переноситься за каждым циклом очистных работ. Этот эффективный и безопасный способ управления применяется на пластах в очень ограниченном объеме.

## Удержание кровли на кострах.

*Удержание боковых пород индивидуальными крепями* в выработанном пространстве применяется широко при отработке тонких и средней мощности пластов крутого падения. Рабочее и выработанное пространство очистного забоя крепится индивидуальной деревянной крепью, которая не извлекается. В пространстве деревянные костры располагают в шахматном порядке. Плотность крепи составляет один костер на 8-10 м<sup>2</sup> площади выработанного пространства. Костры выкладываются по падению через 3-4 м, а по простиранию - через 2,7 м, т. е. между тремя рядами стоечной крепи. В плане костер имеет трапециевидную форму. Она делает костер удобным для выкладки. Расход лесоматериалов достигает 50-70 м<sup>3</sup> на 1000 т добытого угля. Трудоемкость возведения крепи составляет около 70% общей трудоемкости работ по забою.

## 2.4. Технология выемки угля на пологих пластах угольными комбайнами с индивидуальной крепью

**Область применения.** Угольные пласты независимо от крепости угля и устойчивости боковых пород, где по габаритным размерам могут применяться угольные комбайны в сочетании с индивидуальными крепями и присутствием людей в очистном забое.

**Выемка угля.** Забойный конвейер отстает от забоя на расстояние 150 мм. Разрушение угля происходит с фланга забоя. Перемещаясь вдоль забоя по ставу забойного конвейера или по почве пласта, комбайн снимает полосу угля равную ширине захвата исполнительного органа. При наличии двух исполнительных органов у комбайна первый поднимают к кровле пласта, а второй – у почвы пласта. Положение исполнительных органов регулируется по гипсометрии пласта. Зарубка комбайна в пласт осуществляется на концевых участках очистного забоя по одной из схем описанной ранее.

**Погрузка угля** на забойный конвейер производится исполнительным органом комбайна, который располагается у почвы пласта. Не погруженная часть угля грузится на конвейер щитком или лемехом.

**Транспорт.** Вдоль очистного забоя уголь транспортируют скребковым забойным конвейером с которого уголь пересыпается на конвейер, расположенный в откаточном штреке

**Передвижка конвейера.** К забою конвейер передвигается участками длиной 6-9 м на удалении от комбайна на 11-20 м. Передвижка конвейера осуществляется переносными или стационарными гидродомкратами.

**Крепление.** Рабочее пространство состоит из трех дорог. Первая для размещения комбайна и конвейера, вторая – для прохода людей и третья - для установки посадочных стоек и размещения крепежного материала. Индивидуальная крепь состоит из металлических стоек трения или гидравлических стоек равного сопротивления и металлических верхняков или обаполов. При неустойчивых боковых породах вслед за выемкой угля производят временное крепление участка забоя, который находится в промежутке между комбайном и передвинутым к забою конвейером. Устанавливают стойку под распил. Отставание крепи от заднего исполнительного органа комбайна определяется исходя из устойчивости боковых пород и не может быть меньшим, чем на шаг установки крепи.

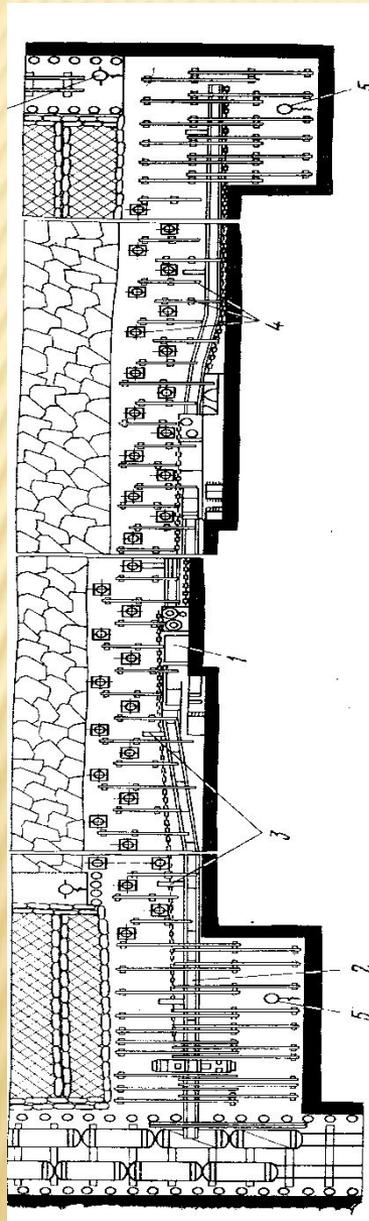
Стойки крепи устанавливают под металлические верхняки после передвижки става забойного конвейера. На верхняки навешивают консольный верхняк в сторону забоя, который перекрывает пространство над забойным конвейером. Таким образом, образуется рамки крепи в направлении подвигания забоя.

Шаг установки призабойной крепи равен ширине захвата исполнительного органа или кратен ему, т.е. составляет 0,8-1,2 м.

**Управление состоянием массива горных пород** (горным давлением) осуществляется, в большинстве случаев, обрушением пород кровли на металлические посадочные стойки «тумбы».

**Концевые операции** выполняются в последовательности, которая описана выше.

**Проветривание** очистного забоя осуществляется за счет общешахтной депрессии.

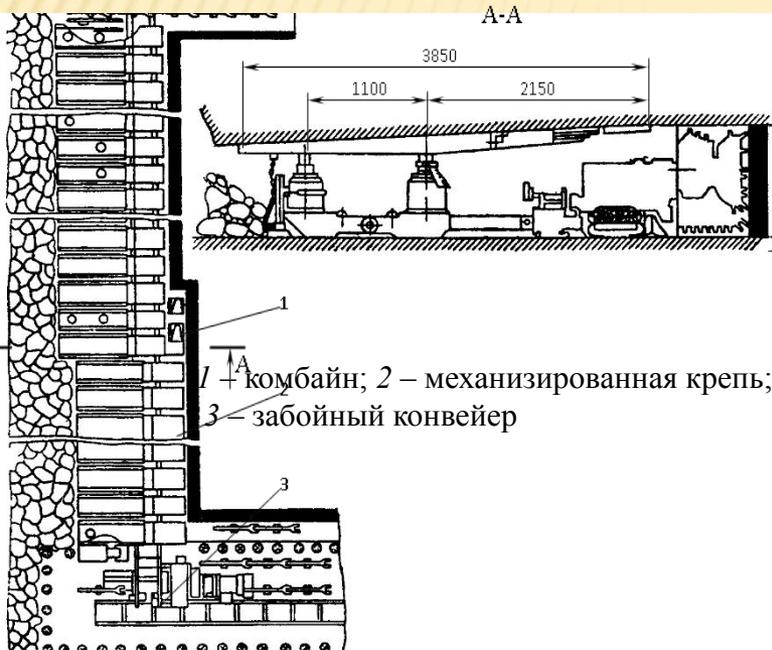


1 – комбайн; 2 – забойный конвейер; 3 – гидродомкраты передвижки конвейера; 4 – индивидуальная призабойная и посадочная крепи;

## 2.5. Технология выемки угля на пологих пластах комбайнами с механизированной крепью

**Область применения.** Тонкие, средней мощности и мощные пласты с любыми горно-геологическими условиями.

**Технологическая схема очистных работ** с узкозахватными комбайнами и механизированной крепью включает процесс выемки (отбойку и погрузку) угля, его транспортирование вдоль забоя, крепление, передвижку конвейера, управление состоянием массива и концевые операции.



Средства механизации очистной выемки состоят из узкозахватного комбайна с шириной захвата исполнительного органа 0,63 или 0,8 м, кабелеукладчика, изгибающегося скребкового конвейера, гидродомкраты передвижки конвейера, механизированной крепи (рис.).

**Выемка и погрузка угля** комбайном производится аналогично, как и при индивидуальном креплении. Верхняки секций крепи не достают забоя на расстоянии 150-300 мм.

**Транспорт.** Вдоль очистного забоя уголь транспортируют скребковым забойным конвейером и пересыпается на конвейер, расположенный в откаточном штреке.

**Крепление.** Вслед за проходом комбайна секции крепи разгружаются и подтягиваются к ставу конвейера. Для удовлетворительного состояния пород кровли необходимо процесс крепления производить в зоне активного сближения боковых пород,

которое вызвано выемкой угольного уступа комбайном. При распоре секции стойки крепи быстро выходят на режим несущей способности и препятствуют сближению пород. Управление процессом крепления осуществляется с секции расположенной рядом.

**Передвижка конвейера** происходит гидродомкратами после отхода комбайна на расстояние равное стреле изгиба конвейера или его передвигают одновременно по всему забою вместе с комбайном для выемки очередной полосы угля.

**Управление состоянием массива горных пород** происходит при передвижке секций крепи, независимо от принятого способа управления горным давлением.

**Проветривание** очистного забоя осуществляется за счет общешахтной депрессии.

## 2.6. Технология выемки угля на пологих пластах струговыми установками

**Область применения.** Выемка угля струговыми установками применяется на угольных пластах с относительно устойчивой кровлей, допускающей ее обнажение шириной 1,1-1,3 м на время продолжительности процесса выемки. Струговые установки работают как с механизированными так и с индивидуальными крепями.

**Технологическая схема** очистных работ с применением струговой установки состоит из *струговой установки, скребкового конвейера, домкратов передвижки, механизированной или индивидуальной и посадочной крепи* (рис.).

**Выемка угля.** В начале технологического цикла струг находится в нише, а гидродомкраты передвижки струговой установки прижимают став конвейера к забою. При выемке струг, двигаясь между угольным забоем и ставом забойного конвейера, скалывает уголь от массива и грузит его конвейер. За один проход он снимает полосу угля до 150 мм. При достижении стругом конца очистного забоя выполняется реверс, и струг движется в обратную сторону.

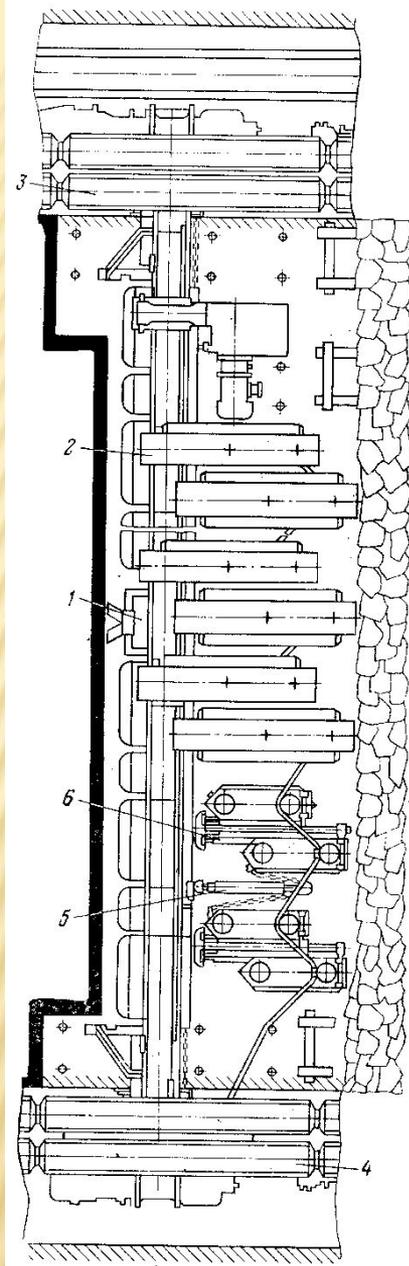
**Крепление.** При струговой выемке, как правило, применяют комплектные рамные крепи, а в сложных горно-геологических условиях - кустовые или щитовые крепи.

Комплектные рамные крепи могут работать как по «заряженной», так и по «незаряженной» схеме. При работе струговой установки с индивидуальной крепью применяют гидравлические стойками, которые имеют постоянное сопротивление. Стойки и верхняки располагают прямолинейно.

**Транспорт.** Вдоль очистного забоя уголь транспортируют скребковым забойным конвейером, который находится в составе струговой установки. Передвижка конвейера к забою происходит одновременно с выемкой угля в забое.

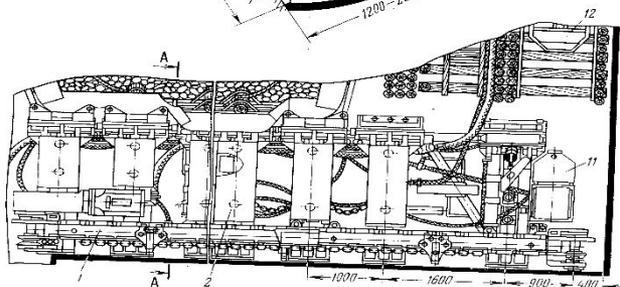
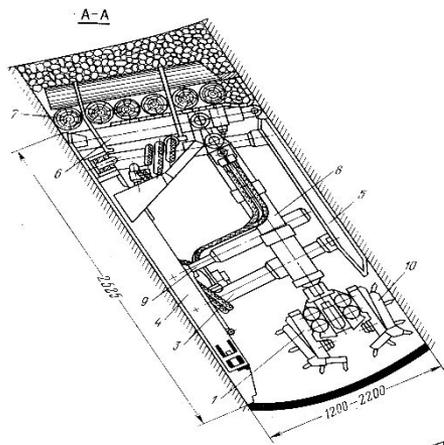
**Проветривание** очистного забоя осуществляется за счет общешахтной депрессии непрерывно.

**Управление состоянием массива горных пород** определяется паспортом крепления и управления горным давлением в очистном забое.



- 1 – струговая установка; 2 – механизированная крепь;  
3, 4 – крепи сопряжения; 5 – прижимающие гидродомкраты;  
6 – гидродомкраты передвижки.

## 2.7. Технология выемки угля конвейеростругами щитовых агрегатов



1 – конвейероструг; 2 – механизированная щитовая крепь; 3 – гидростойка; 4 – основание; 5 – перекрытие; 6 – раздвижная рама; 7 – накатник из бревен; 8 – гидродомкрат подачи; 9 – гидродомкрат качания; 10 – каретка со скребками и резцами; 11 – насосная станция; 12 – скип для доставки материалов

Особенностью применения щитовых агрегатов на крутонаклонных и крутых пластах заключается в том, что выемка угля производится в забое конвейеростругом фронтально по падению пласта полосой 40-60 м. **Технологическая схема** очистной выемки угля щитовыми агрегатами на крутых пластах состоит из конвейероструга, механизированной щитовой крепи, деревянного накатника, гидродомкратов качания и подачи, насосной станции и скипа для доставки лесоматериалов по вентиляционной печи, лестничного и грузового отделений (рис.).

**Выемка угля в забое.** Уголь разрушается резцовыми каретками, снабженными зубками, которые перемещаются по направляющей балке цепью. Во время зарубки конвейероструг подается на забой домкратами вертикальной подачи по всей длине забоя на глубину 0,3-0,4 м. Затем домкратами качания подается к кровле пласта по всей длине забоя одновременно. Выемка полосы угля конвейеростругом осуществляется несколькими заходками, начиная от кровли пласта путем подачи на забой и поднятия конвейероструга гидродомкратами вертикальной подачи.

**Транспорт угля.** Вдоль забоя до углеспускной печи уголь транспортируется скребками, закрепленными консольно на круглозвенной калиброванной цепи, которая движется у почвы пласта. По углеспускной печи к откаточному штреку уголь движется под действием силы гравитации. Для управления движением по углеспускной печи устраивают гасящие скорость устройства и у люка выгрузки оставляют часть угля, чтобы гасить удар на конструкции люка.

**Крепление и управление горным давлением.** После выемки полосы угля конвейероструг распирается с помощью специальных стоек между почвой и кровлей пласта. Секции щитовой крепи разгружаются и принудительно подтягиваются домкратами вертикальной подачи до упора маятниковых опор в забой. Затем секции распираются. При посадке секций крепи происходит обрушение пород на деревянный настил, который укладывают заблаговременно на секции.

## 3. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В КОРОТКОМ ЗАБОЕ

### 3.1. Общие сведения

К коротким очистным забоям относят: *камеры, короткие столбы, камеры пройденные бурением с расширением или без расширения*. Они свойственны следующим системам разработки: *камерным; камерно-столбовым и короткими столбами*. Из забоев камер добывают 25-50%, а из заходок - 50-75% извлекаемых запасов угля. Потери угля составляют 25-50% (в особо благоприятных условиях - 12-18%).

При разработке угольных пластов скорость подвигания забоя такова, что процессы крепления и управления горным давлением упрощаются или полностью отсутствуют. Особенностью технологии является то, что между смежными забоями оставляют целики угля. При этом потери угля достигают 20-40%.

Высокие потери и пожароопасность существенно ограничивают применение камерных систем разработки.

**Область применения** выемки угля в коротких забоях ограничивается горно-геологическими условиями залегания пластов:

- породы кровли устойчивые и средней устойчивости;
- полезные ископаемые любой крепости;
- при газоносности пласта до 15 м<sup>3</sup>/т;
- пласты не склонные к горным ударам;
- глубина разработки 200-300 м.

С увеличением глубины разработки возрастает напряжение в междуканерных целиках. В этих условиях необходимо увеличивать ширину целиков, что приводит к уменьшению ширины камер и возрастанию потерь до 20%. Вследствие больших потерь угля в междуканерных целиках технологию выемки угля в коротких забоях целесообразно применять при разработке месторождений с повышенной зольностью угля и сланца, а также на пластах со сложным залеганием.

### 3.2. Классификация технологии

Технология выемки полезных ископаемых в коротких очистных забоях классифицируется по основным признакам: *способу выемки полезного ископаемого, по виду камеры и по способу разрушения массива* (рис. 3.1).

# Технология выемки полезных ископаемых в коротких забоях

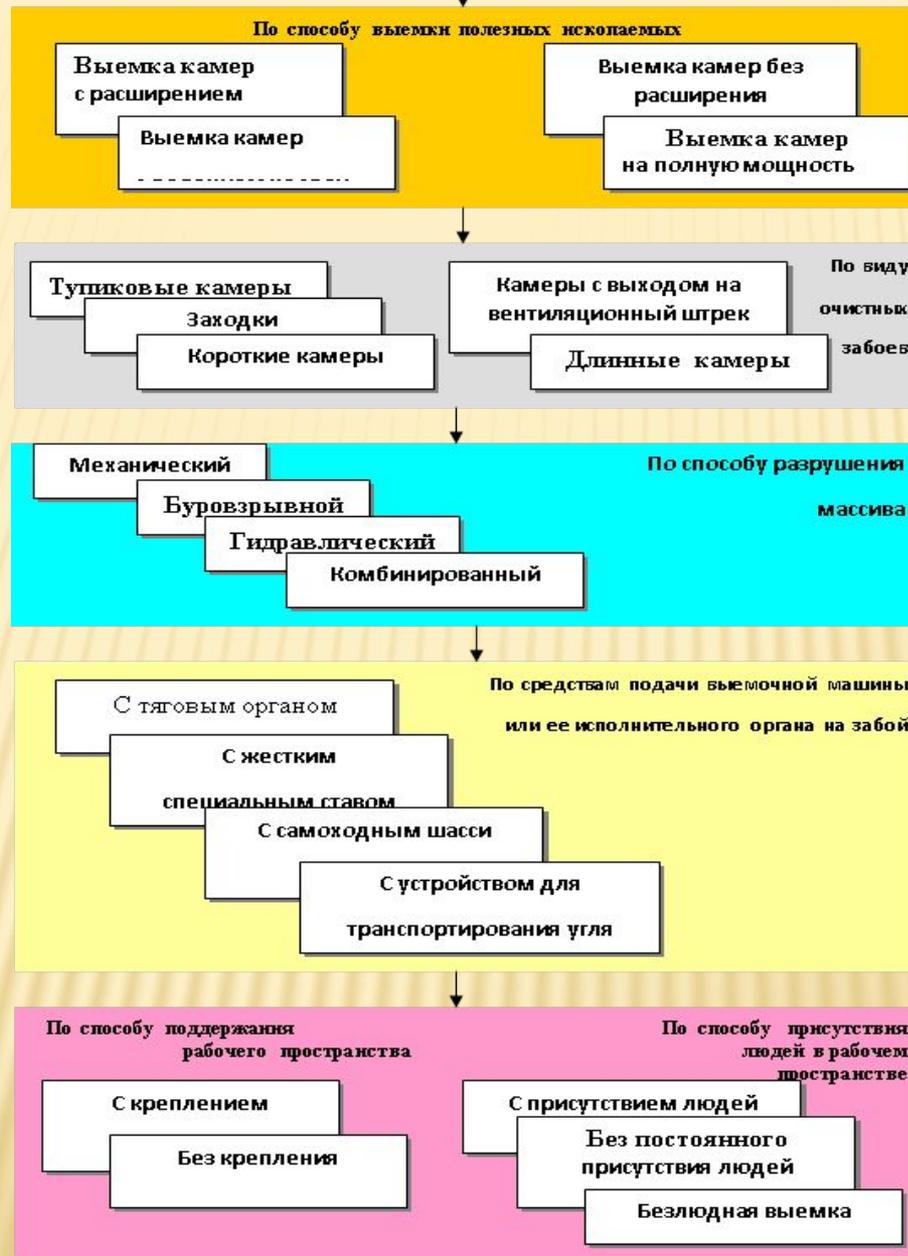


Рис. 3.1. Классификация технологии выемки полезного ископаемого в коротких очистных забоях

### 3.3. Технологии выемки полезного ископаемого в тупиковых забоях

Технология выемки полезных ископаемых в тупиковых очистных забоях осуществляется в два этапа и имеет гибкую структуру. На первом этапе проводят камеру, а на втором – выемку угля заходками.

Число элементов, слагающих структуру, может изменяться в зависимости от горно-геологических условий и принятых средств механизации производственных процессов. При любых изменениях в технологии постоянными ее элементами остаются: *отбойка и погрузка полезного ископаемого в транспортные средства, транспортирование его вдоль забоя, концевые операции (подготовительные и заключительные) и управление состоянием горного массива.*

Выполнение технологии осуществляется в тесной взаимосвязи со *вспомогательными операциями, с организацией работ и процессов обеспечения и вентиляции забоя* при неукоснительном соблюдении правил безопасности.

В технологическую схему могут дополнительно вводиться такие элементы технологии, как *крепление рабочего пространства, передвижка забойного конвейера (переноска решетаков и т.д.).*

#### ***Технология выемки угля заходками.***

**Область применения.** На пластах, где выемка угля в коротких заходках ограничивается горно-геологическими условиями залегания пластов:

- мощность 0,9-3,5 м при углах падения до 12°
- породы кровли устойчивые и средней устойчивости;
- угли любой крепости;
- при газоносности пласта до 15 м<sup>3</sup>/т;
- глубина разработки 200-300 м.

Технологическая схема выемки угля заходками с применением американского комплекса «Джой» в коротких забоях при камерно-столбовой системе разработке приведена на рис. 3.3. Она успешно применялась на шахтах Донбасса и Кузбасса, а также шахтах многих угольных бассейнов мира.

**Технологическая схема** для выемки угля заходками состоит из комбайна, телескопического ленточного конвейера, самоходной вагонетки и машины для бурения шпуров и установки анкерной крепи.

**Выемка угля** в камере начинается от конвейерного до вентиляционного штрека с проведения камеры шириной 3,5-3,8 м (рис. 3.3, а).

Исполнительный орган коротко-забойного комбайна обеспечивает проведение заходки шириной 3,6-4,5 м и высотой 1,1-2,4 м. Камеры проводят на расстоянии 7-9 м друг от друга. Длина камер достигает до 180 м. По окончании проведения камеры образуется выемочный столб. **Крепление кровли в камерах** осуществляется анкерной крепью по мере движения комбайна. Плотность установки крепи определяется устойчивостью кровли. Наиболее часто ее устанавливают по сетке 1,5×1,5 м. Для установки крепи используют устройства, смонтированные на корпусе комбайна. На период возведения крепи комбайн останавливают, выполняют бурение шпуров и устанавливают анкерную крепь. В это время в работе комбайна возникает технологически непреодолимый перерыв, который снижает его производительность. Во избежание этого технологического недостатка применяют специальные машины для установки анкерной крепи, действующие независимо от комбайна.

**Транспорт.** При зарубке комбайна в новую камеру уголь грузится в самоходную вагонетку емкостью 6,7 м<sup>3</sup>. В этот период использовать телескопический конвейер нельзя из-за небольшого расстояния. После удаления комбайна от конвейерного штрека на 20 м монтируют телескопические конвейеры. В дальнейшем разрушенный комбайном уголь транспортируется на длину до 300 м телескопическим ленточным конвейером. Натяжная головка конвейера подвигается вслед за комбайном благодаря специальному устройству для укладки ленты длиной 30,5 м, расположенному на приводной секции конвейера. Приводная и натяжная секции конвейера имеют самостоятельный гусеничный ход.

**Проветривание** камер во время их проведения осуществляется вентиляторами местного проветривания или камеры сбивают между собой каждые через 30 м, чтобы их можно было проветривать за счет общешахтной депрессии.

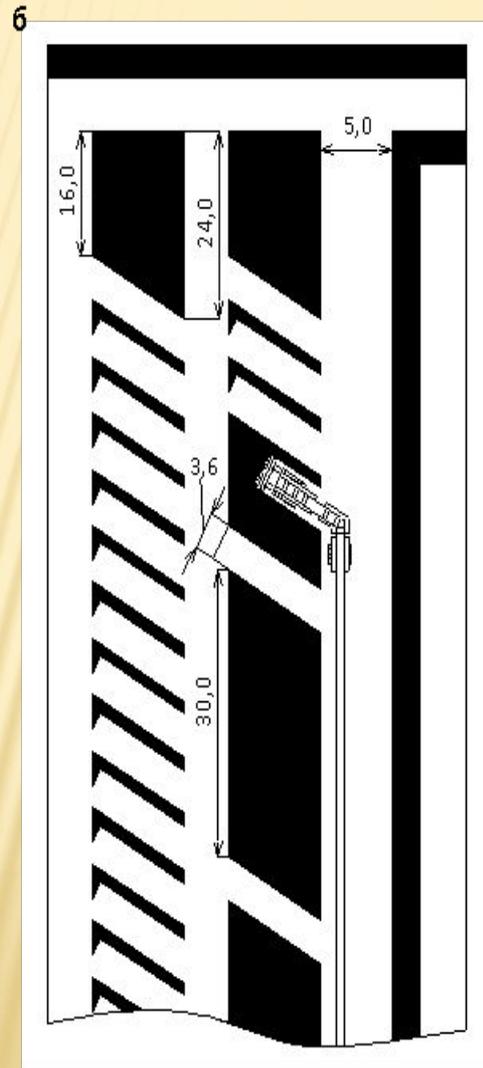
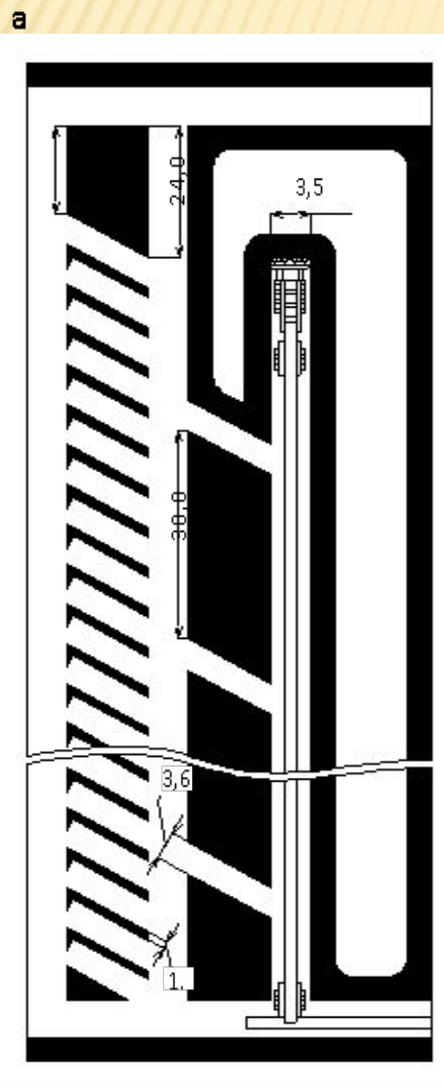
**Выемка угля в заходках.** Для удобства маневра комбайна при зарубке в заходку камеру расширяют до 5 м и сопряжение крепят анкерной крепью или заходки располагают под углом 60° к оси камеры. В столбе выемку угля заходками производят в обратном порядке. Первая заходка располагается на расстоянии ширины охранного целика 16-24 м (рис. 3.3,б).

**Крепление.** Крепь в заходках не устанавливают.

**Проветривание** заходок осуществляется за счет диффузии воздуха, который движется по камере за счет общешахтной депрессии.

**Управление кровлей.** Специальные мероприятия по управлению кровлей не производят. Кровля постепенно опускается на оставляемые между заходками целики угля шириной 1 м.

**Производительность** труда по участку достигает 25-50 т на выход.

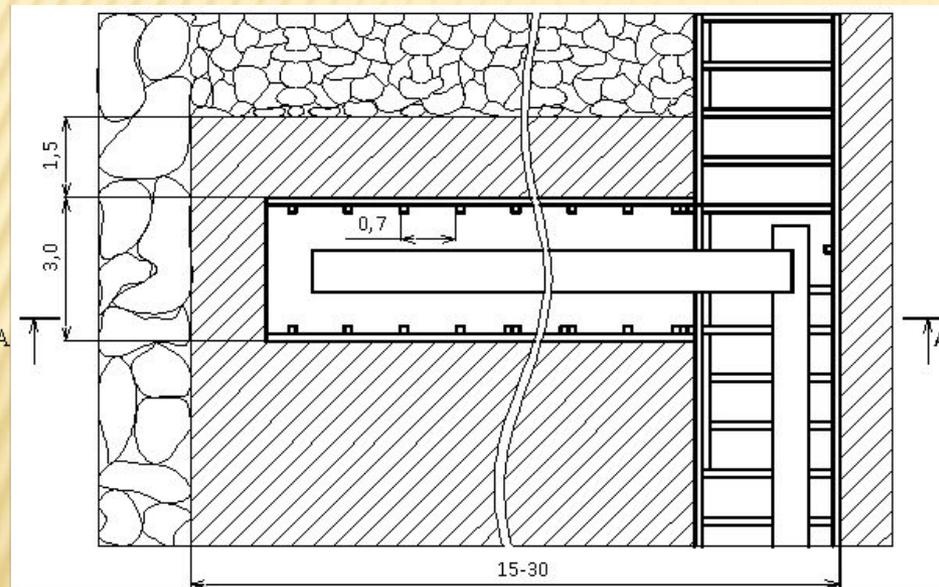


## Технология выемки марганцевого пласта заходками.

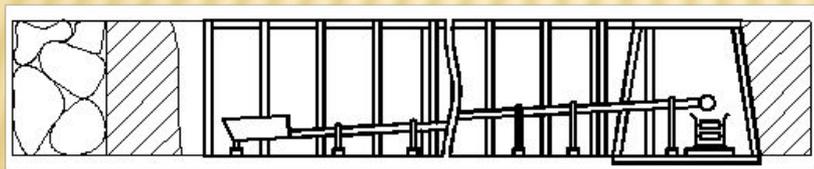
**Область применения.** Технология выемки марганцевого пласта узкими заходками может применяться при любой мощности зеленых глин, залегающих в непосредственной кровле. Применяют два вида систем разработки:

- длинными столбами с выемкой руды короткими заходками - 15-20 м;
- длинными столбами с выемкой руды длинными заходками - 30-35 м;

**Технологическая схема** выемки руды заходками включает комплекс очистного оборудования, который состоит из комбайна типа КМШ на гусеничном ходу или отбойных молотков, ленточных конвейеров и индивидуальной металлической крепи, выполненной из спецпрофиля. Заходка представляет собой обычную горизонтальную выработку, которая имеет ширину очистного забоя 3,5 м и проходится длиной до 35 м. Ширина рудного целика между заходками составляет 0,54-0,5 м. Технологическая схема выемки пласта марганцевой руды приведена на рис. 3.4.



А-А



**Выемка руды в заходке.** Выемку руды осуществляют комбайном, который обрабатывает фронт забоя и грузит отбитую руду на ленточный конвейер. Отбойку руды можно вести отбойными молотками и затем грузить ее погрузочной машиной. При ширине целика равной 1,0-1,5 м вначале проходят заходку на всю длину. Затем целик отрабатывают в обратном порядке.

**Транспорт.** Руду в заходке транспортируют телескопическим ленточным конвейером. Далее по выемочному штреку другим конвейером до панельного штрека. По панельному и главному штреку руду транспортируют в вагонетках с помощью электровозов.

**Крепление рабочего пространства.** При подвигании забоя на расстояние 0,5-0,7 м устанавливают раму крепи, выполняют затяжку по кровле и с боков выработки, а конвейер удлиняют.

После демонтажа оборудования заходка погашается в направлении от забоя к выемочному штреку путем извлечения крепи.

**Проветривание.** Заходка проветривается за счет диффузии и высвободившегося сжатого воздуха при работе отбойных молотков, погрузочных машин или комбайна, которые работают на пневматической энергии. Непосредственно к заходкам свежая струя воздуха не попадает. Она проходит по выемочному штреку на расстоянии 20-30 м от заходки по вентиляционной сбойке.

**Управление горным давлением.** После отработки заходки кровлю обрушают. Крепь из заходов извлекают лебедкой и используют повторно. После извлечения крепи кровля в заходке обрушается естественно без каких-либо дополнительных средств. После обрушения кровли приступают к выемке пласта следующей заходкой.

**Демонтаж оборудования.** По окончании выемки руды конвейер демонтируют и комбайн перемещают в нишу следующей заходки.

**Организация работ.** В заходке работают двое рабочих, которые выполняют все работы по отбойке руды, уборке ее и креплению. За смену они проходят заходку на 1,5 м и устанавливают две крепежные рамы. Отбивается около 25 т руды, т. е. производительность труда забойного рабочего составляет около 12т/смену.

Посадку кровли осуществляет специальная бригада, укомплектованная квалифицированными рабочими. Заходку длиной 30 м отрабатывают за 6-7 дней.

*Достоинством* этой системы является возможность вести разработку неустойчивых руд, залегающих в таких же неустойчивых породах. В этих условиях применять другие более эффективные системы разработки, например системы с открытым выработанным пространством, невозможно.

*Недостатком* системы является низкая производительность труда и значительный объем не поддающихся механизации работ по возведению крепи и обрушению кровли.

### ***Технология выемки угля с весьма тонких и тонких пологих пластов длинными камерами.***

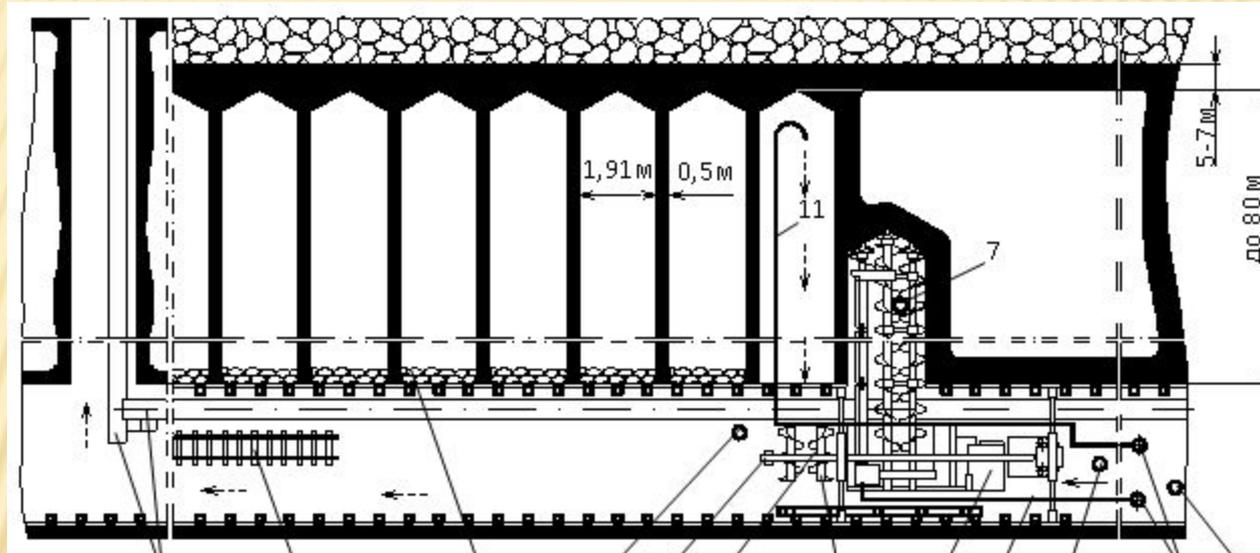
**Область применения.** Технология выемки угля может применяться при разработке весьма тонких и тонких пологих угольных пластов мощностью 0,6-0,9 м с углом падения до  $12^0$  при помощи бурошнековой машины БЗМ-1М и комплекса БШК-2Д.

Бурошнековые машины и комплексы могут применяться для выемки угля в охранных целиках, на небольших участках с забалансованными запасами, ограниченными геологическими нарушениями, на выемочных участках с подготовленными к отработке запасами угля.

Эксплуатация машин и комплексов не разрешается на выбросоопасных и угрожаемых пластах, а также на пластах с самовозгорающимися углями.

Бурошнековая машина БЗМ-1М и бурошнековый комплекс БШК-2Д применяются на шахтах Донбасса и подтвердили свою высокую эффективность.

**Технологическая схема** выемки угля одной бурошнековой машиной или комплексом приведена на рис 3.6. Выемка угля производится путем выбуривания угля тупиковыми выемочными камерами. Глубина камеры достигает до 75 м, а ширина - 1,61-2,13 м в зависимости от диаметра коронок. Исполнительный орган установки состоит из спаренного шнекового бура и буровых коронок. Вращение и подача шнекового бура на забой осуществляются бурошнековой машиной. При схемах двухстороннего бурения камер длина направленного бурения удваивается. С одного пункта установки машина бурит две камеры в обе стороны от выемочного штрека. **Транспорт.** Сдвоенный шнековый став, выдает уголь из камеры на конвейер, который расположен на выемочном штреке. По штреку уголь транспортируется конвейером или перегружателем.



1 - бурошнековая машина, 2 - скребковый конвейер, 3 - вентиляторы ВМ-6, 4 - вентиляционный трубопровод, 5 - монорельс, 6 - тельфер, 7 - датчики АКМ, 8 - датчик ИСНВ, 9 - напочвенная дорожка, 10 - шнеки по расчету, 11 - жесткий вентиляционный трубопровод, 12 - воздухонепроницаемая перемычка

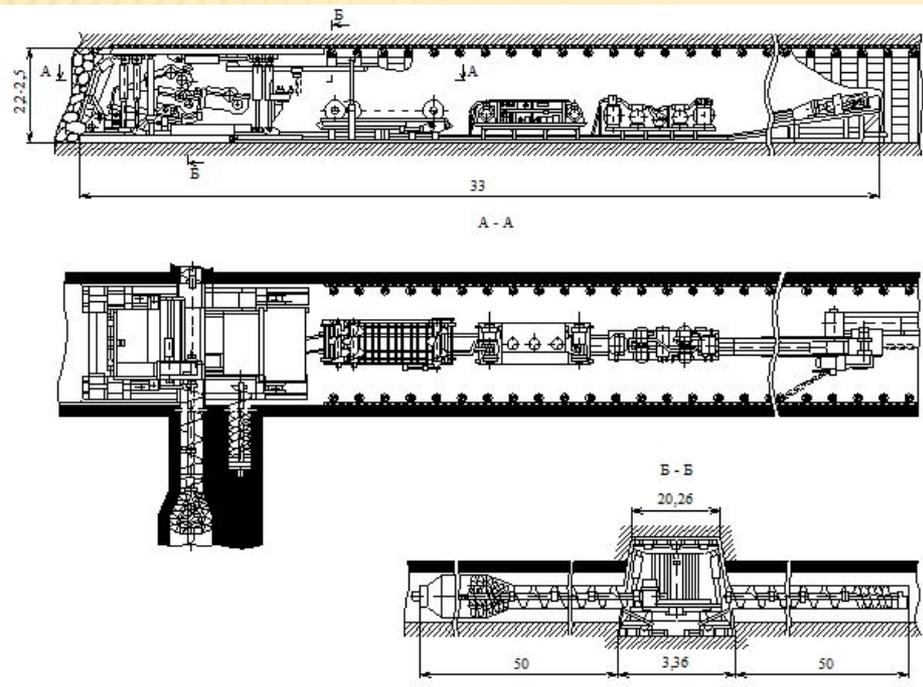
**Крепление камер** не производят, и выемка ведут без присутствия людей в забое.

**Проветривание.** При выемке газоносных пластов выемочные полосы проветриваются вентиляторами местного проветривания при помощи вентилятора местного проветривания и жесткого воздушного трубопровода. Он входит в состав бурошнековой машины и располагается рядом со шнеками.

**Управление горным давлением.** Между выемочными полосами оставляют охранные целики угля шириной до 0,8 м. Кровля давит на целики и плавно опускается в выработанном пространстве. При необходимости поддержания выемочного штрека для повторного использования оставляют опорные целики или производят пневматическую закладку камер дробленой породой.

## Технология выемки угля с разбуриванием пилотной скважины на пологих пластах.

**Область применения.** Пологие тонкие и средней мощности угольные пласты со сложными горно-геологическими условиями, не склонные к внезапным выбросам и горным ударам, выемка охранных целиков.



**Технологическая схема** бурошнековой выемки угля, где разбуривание скважин происходит при обратном ходе бурового става с помощью разбуривающих коронок, приведена на рис.

**Выемка угля** заключается в первоначальном бурении пилотной скважины при прямом ходе бурового става. Ее диаметр должен быть значительно меньше мощности пласта и диаметра разбуривающей скважины.

Технологический цикл выемки угля складывается из ряда последовательно выполняемых операций. В начале машину устанавливают на месте бурения последующей скважины. После этого при минимальной скорости вращения и небольшой скорости подачи осуществляют забуривание боковых коронок.

В дальнейшем приступают к бурению и наращиванию шнековых ставов. При достижении предельной глубины скважины раскрывают специальный расширитель и приступают к выемке пласта на полную мощность при обратном ходе бурового става. Буровой став извлекают и его составные части подвешивают в обратном порядке на монорельсе.

**Транспорт.** Уголь к выемочному штреку доставляется шнековым ставом, а по штреку перегружателем и конвейером.

**Крепление.** Скважины не обсаживаются и люди в забое не присутствуют.

**Проветривание.** Забой проветривают через буровой став.

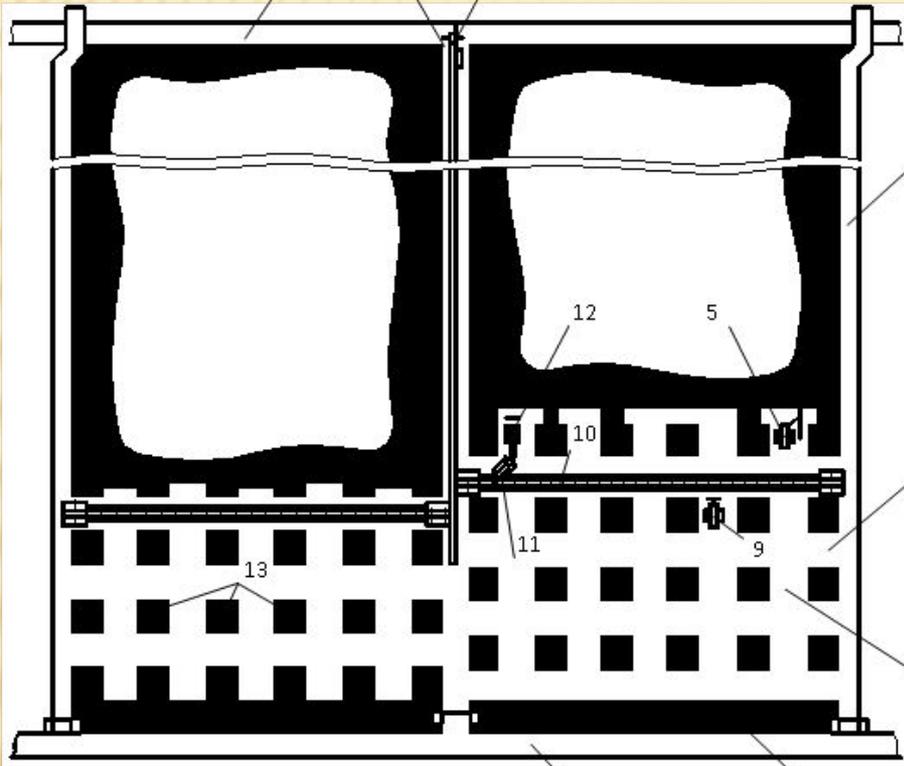
На выемочном участке необходимо периодически выполнять ряд вспомогательных работ: погашать выемочные штреки по мере передвижения бурошнековых машин, переносить перегружатель, укорачивать конвейер, переносить монорельс, доставлять материалы и др.

При работе на пластах с устойчивыми боковыми породами возможно применение *технологической схемы со складированием шнекового бура в ранее пробуренной скважине.*

## Технология выемки угля в коротких камерах

### Технология выемки угля в камерах буровзрывным способом с оставлением столбчатых целиков.

**Область применения.** Сложная структура пласта, крепкие прослои, трудноуправляемая кровля, высокая тектоническая нарушенность и водообильность на угольных и сланцевых шахтах. Породы кровли представлены из чередующихся слоев известняка, мергеля, горючих и глинистых сланцев и отличающихся высокой естественной устойчивостью на предельных пролетах длиной до 40 м. Поддержание основной кровли осуществляется междукамерными целиками. Технология выемки угля при камерной системе разработки со столбчатыми целиками приведена на рис. 3. 14.



1 - панельные штреки; 2 - сборный штрек с размещенным в нем ленточным конвейером 3; 4 - боковой штрек; 5 - самоходная бурильная установка; 6, 7 - соответственно продольная и поперечная камеры; 8 - охранный целик; 9 - бульдозер; 10 - скребковый конвейер; 11 - перегружатель; 12 - погрузочная машина; 13 - столбчатые целики

**Технологическая схема** состоит из комплекса очистного оборудования: погрузочная машина, самоходная машина для бурения шпуров по углю, челноковые вагонетки и машины для бурения шпуров под анкерную крепь и для их установки. Для погрузки угля в камеры применяют погрузочные машины непрерывного действия с загребными лапами конвейерного типа. Машины передвигаются при помощи гусеничных движителей. В панельном штреке устанавливают ленточный конвейер для транспортирования угля к штреку главного направления, где уголь перегружают в вагонетки.

**Технология буровзрывной выемки угля в камере** выполняется в следующей последовательности: в забое камеры бурят шпуры по углю по принятой схеме, отводят на безопасное расстояние очистную технику, заряжают ВВ в шпуры, монтируют взрывную сеть и производят подрыв зарядов. После этого проветривают камеру.

**Транспорт.** Взорванный уголь грузят углепогрузочной машиной в самоходную вагонетку и доставляют до главной транспортной выработки, где он разгружается в вагонетки состава или на магистральный конвейер. Обычно одну углепогрузочную машину обслуживают две самоходные вагонетки. **Крепление.** После уборки угля специальной машиной бурят шпуры в кровле камеры и устанавливают в них анкерную крепь.

## 4. ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОТРАБОТКИ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

### 4.1. Способы управления горным давлением и классификация систем разработки рудных месторождений

1. Поддержанием вмещающих пород:
  - а) путем оставления части руды в целиках;
  - б) отбитой (замагазинированной) рудой;
  - в) креплением;
  - г) закладкой выработанного пространства;
  - д) креплением и закладкой.
2. Обрушением вмещающих пород в выработанном (нерабочем) пространстве.

*Способ управления горным давлением положен в основу классификации систем разработки рудных месторождений. Системы разработки делят на следующие классы.*

#### **Класс I. Системы разработки с открытым выработанным пространством.**

1. Камерно-столбовая система.
2. Система подэтажных штреков.
3. Этажно-камерная система.

Поддержание пород в выработанном пространстве осуществляется целиками из руды.

#### **Класс II. Системы разработки с магазинированием руды.**

1. Система с магазинированием и отбойкой руды из очистного забоя.
2. Система со сплошным магазинированием руды.

Поддержание пород в выработанном пространстве, как и в предыдущем классе, осуществляется целиками и дополнительно отбитой рудой, временно оставленной в блоке.

### **Класс III. Системы разработки с закладкой.**

1. Система горизонтальных слоев с закладкой.
2. Система с подработкой боковых пород и закладкой.

Основным средством поддержания является закладка.

### **Класс IV. Системы разработки с креплением.**

1. Система с распорной крепью.

Средством поддержания пород в выработанном пространстве является крепь. Иногда кроме крепи оставляют и целики.

### **Класс V. Системы разработки с креплением и закладкой.**

1. Система со станковой крепью и закладкой.

При системах этого класса поддержание осуществляется крепью и закладкой.

### **Класс VI. Системы разработки с обрушением вмещающих пород.**

1. Система длинных столбов.
2. Системы слоевого обрушения.

### **Класс VII. Системы разработки с обрушением руды и вмещающих пород.**

1. Система подэтажного обрушения.
2. Система этажного принудительного обрушения с отбойкой руды глубокими скважинами.
3. Система этажного самообрушения.

При системах VI и VII классов породы над выработанным пространством обрушают.

### **Класс VIII. Комбинированные системы разработки.**

К комбинированным относят системы разработки мощных месторождений, при которых этаж делят на камеры и междукамерные целики, относительно близкие по размерам, вырабатываемые одно временно или последовательно различными системами

В классификации перечислены только основные системы разработки. Имеется большое количество различных вариантов систем, описание которых можно найти в учебных пособиях и монографиях.

## 4.2. Камерно-столбовая система разработки

Сущность системы заключается в том, что при разработке горизонтальных или наклонных залежей в результате выемки руды образуются камеры, отделенные одна от другой правильно расположенными целиками в виде столбов или стен.

Применяют систему при разработке устойчивых руд, залегающих в устойчивых вмещающих породах. Мощность залежи более 1 м. Подготовительные работы сводятся к проведению откаточных, штреков 1, и вентиляционных штреков 2 (рис. 4.1.). Подготовку полевыми штреками применяют, если почва залежи неровная.

Залежи мощностью до 10 м разрабатывают одним уступом. При мощности пласта 15—20 м его разбивают на два уступа, каждый из которых разрабатывают самостоятельно и совершенно одинаково.

Ширина забоя составляет 15—20 м. Отбойку руды производят горизонтальными шпурами глубиной 3 м. Бурят их с помощью самоходной бурильной установки, на которой располагается четыре перфоратора с автоподачиками; управление дистанционное. Такая установка позволяет бурить в забоях высотой до 10 м. Можно вести отбойку руды вертикальными скважинами при высоте забоя до 20—30 м.

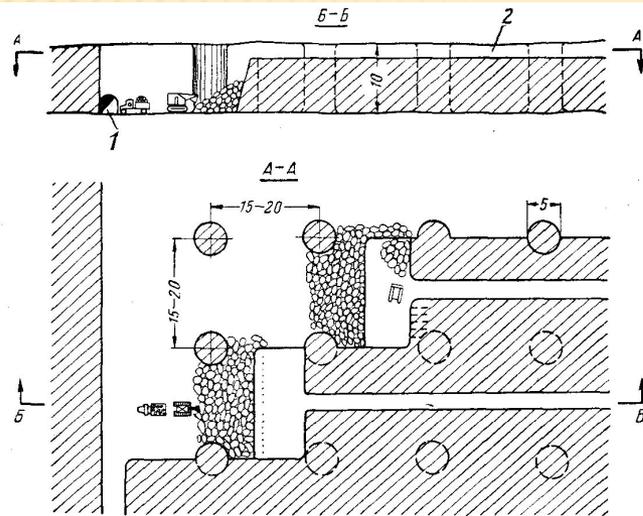


Рис. 4.1. Камерно-столбовая система разработки

Отбитую руду экскаваторами или мощными погрузочными машинами грузят в автосамосвалы или самоходные вагонетки грузоподъемностью 10—15 т. С помощью этих средств руду доставляют по рудным откаточным штрекам прямо к стволу шахты или до рудоспусков, по которым она поступает к полевому откаточному штреку.

**Организация работ.** В панели, имеющей в плане размер 100 X 100 м, может работать на каждом из уступов одна бурильная установка, один экскаватор и два автосамосвала. Для обслуживания этого оборудования потребуется шесть рабочих (бурильщик и его помощник, машинист экскаватора с помощником и два шофера). Производительность очистного забоя составит около 1000 т в смену.

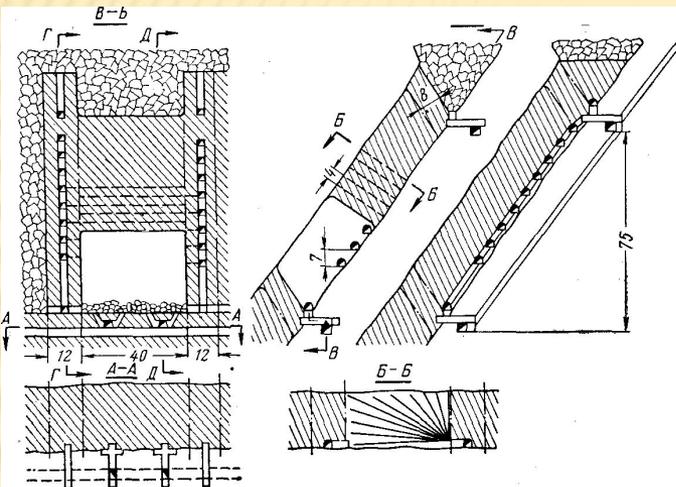
Поддержание пород в выработанном пространстве осуществляют целиками из руды, которые имеют форму отдельных столбов (круглых или прямоугольных) или сплошных стен. Для крепления кровли камер иногда применяют штанговую крепь

Проветривание камер осуществляют свежей струей воздуха, поступающей по откаточным штрекам. Воздух омывает камеры и затем отводится к вентиляционному штреку и далее к вентиляционному стволу. Потери руды в благоприятных условиях, когда оставляют целики круглого сечения, равны 10—15% и повышаются до 50—60%, если целики имеют форму стен. Разубоживание руд незначительное.



#### 4.4. Этажно - камерная система

Этажно-камерная система отличается от системы подэтажных штреков только тем, что производится отбойка не вертикальных, а горизонтальных или слабонаклонных слоев руды (рис. 4.3.).



Отбойку ведут скважинами, для бурения которых проходят восстающие и буровые камеры.

При этой системе толща руды в кровле камеры постепенно уменьшается и только в последний период отработки потолочина достигает своей проектной толщины. Это позволяет разрабатывать более слабые руды, чем системой подэтажных штреков.

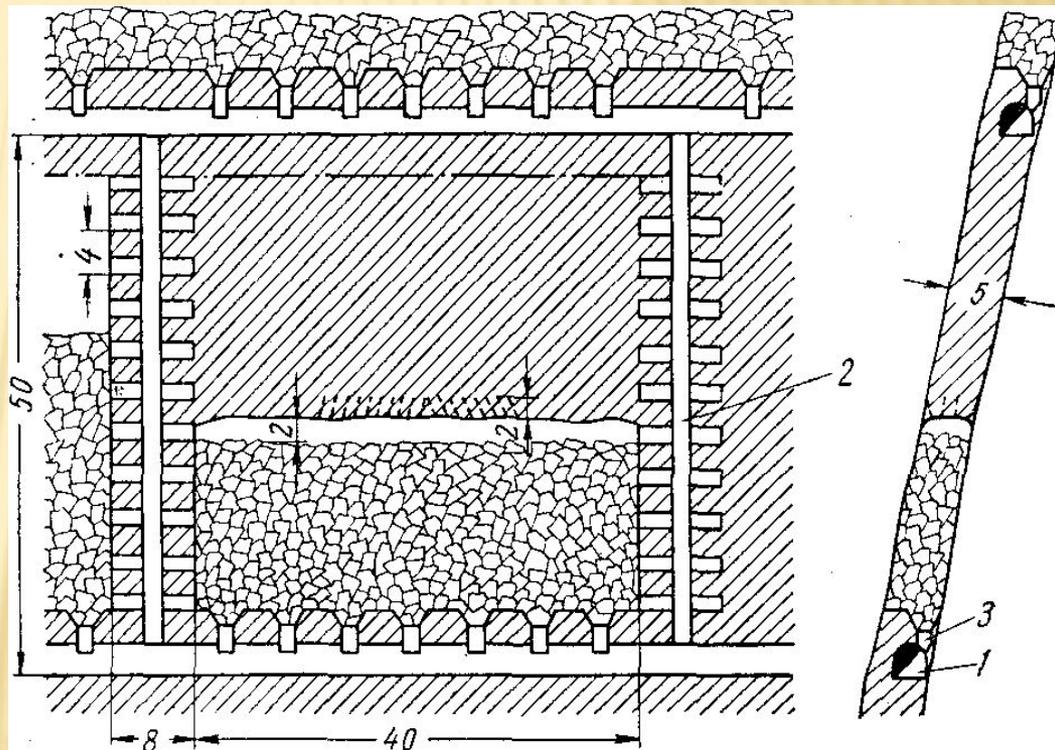


Рис. 4.4. Система разработки с magazинированием руды

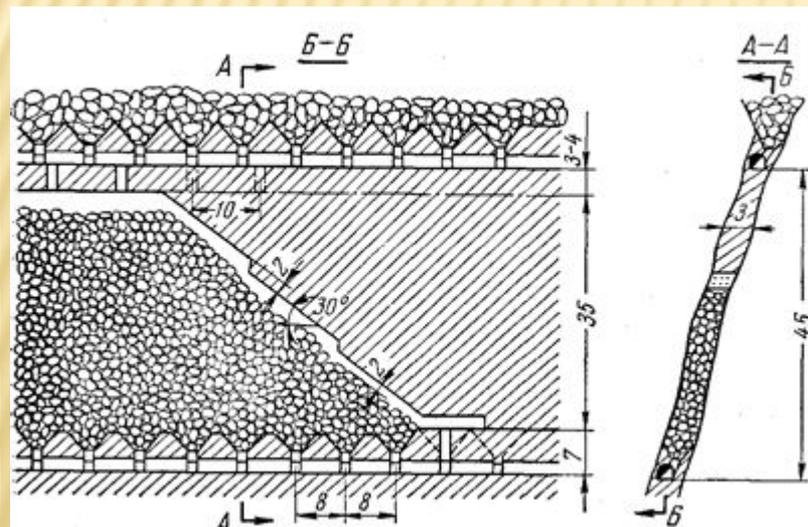


Рис. 4.5. Система со сплошным magazинированием руды

#### 4.5. Система горизонтальных слоев с закладкой

Сущность системы заключается в том, что разработку крутопадающей залежи небольшой мощности ведут слоями снизу вверх с закладкой выработанного пространства после отработки каждого слоя (рис. 4.6).

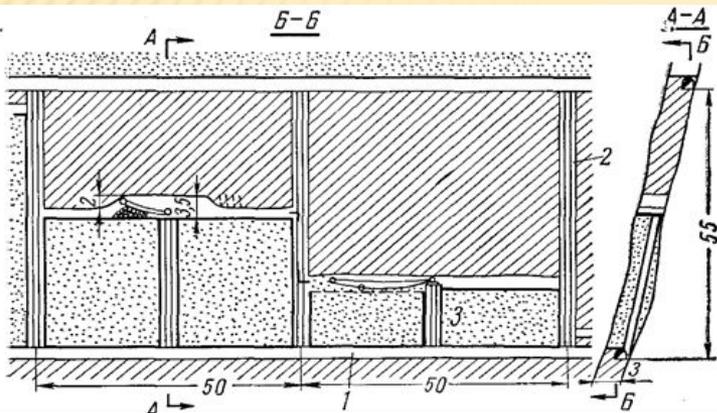


Рис. 4.6. Система горизонтальных слоев с закладкой

Применяют систему обычно при разработке крутопадающих жильных месторождений, когда требуется предохранить поверхность от обрушения. Руда должна быть устойчивой, так как она закладкой не поддерживается, вмещающие породы могут быть более слабыми. Руда ценная, так как себестоимость добычи высокая, а потери руды небольшие. В редких случаях систему применяют при разработке мощных крутопадающих или пологих месторождений.

**Подготовка.** Откаточный штрек 1 проходят по рудному телу. Через 40—60 м проходят рудные восстающие 2 в три отделения. Крепят их венцовой крепью вплотную.

**Очистные работы.** Отбойку руды при выемке первого слоя производят горизонтальными шпурами так же, как при проходке выработок.

После отработки первого слоя в центре блока на высоту 1,5 м наращивают восстающий 3 в три отделения. Сплошную венцовую крепь восстающего устанавливают возле лежащего бока. Центральное отделение этого восстающего является ходовым и вентиляционным, а два крайних — рудоспускными.

На почву первого слоя укладывают настил из двух рядов бревен, первый ряд по простиранию, второй вкрест простирания. Этот настил нужен для того, чтобы в последующем, когда будет отрабатываться нижележащий этаж, закладка не попала в руду.

Затем первый слой на высоту 1,5 м заполняют закладкой, которую подают с вентиляционного горизонта по закладочным отделениям восстающих. В пределах слоя закладку распределяют с помощью скреперной лебедки, которую устанавливают в центре блока возле восстающего или на крепи восстающего. Иногда применяют гидравлическую закладку. На поверхности закладки укладывают плотный настил из 50-мм досок, чтобы не просыпалась и не терялась в закладке рудная мелочь. Это особенно важно при разработке высокоценных руд. В этом случае иногда делают настил из двух слоев досок с прослойкой брезента между ними. Отбойку руды ведут вертикальными шпурами, которые бурят телескопными перфораторами. Отбойку начинают с центра и подвигают уступы по направлению к флангам блока. Отбитая руда попадает на настил, по которому ее скрепером доставляют к рудоспускам, расположенным в центре блока.

## 4.6. Система этажного самообрушения

Сущность системы заключается в том, что рудное тело подсекают на площади, достаточной для последующего самообрушения руды в пределах блока на всю высоту этажа. Выше располагаются обрушившиеся вмещающие породы. Руду выпускают через выпускные отверстия и доставляют к откаточным выработкам (рис. 4.7). Применяют систему при разработке крутопадающих или горизонтальных месторождений мощностью более 40 м. Руда должна быть сильно трещиноватой и склонной к обрушению в кусках размером до 50—70 см, которые можно выпустить. Руда должна быть не склонной к слеживанию, самовозгоранию или окислению, так как в обрушенном виде она длительное время находится в блоке.

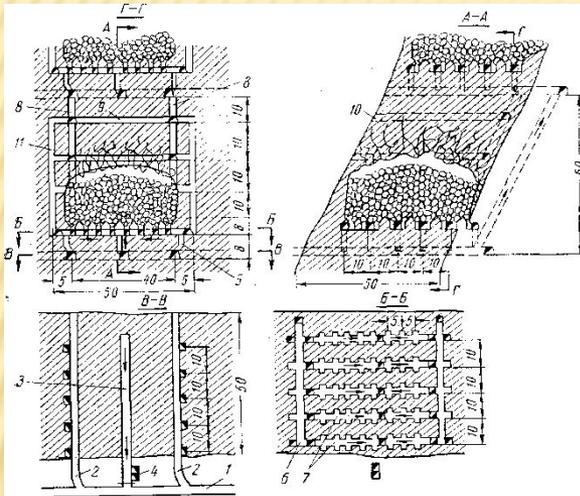


Рис. 4.7. Система этажного самообрушения

Скреперные установки работают одновременно во всех штреках, поэтому производительность блока получается большой.

Если выпуск руды ведется чрезмерно интенсивно, то между сводом и обрушившейся рудой может образоваться свободное пространство большой высоты. Это поведет к обрушению пород висячего бока и большому разубоживанию руды. Если выпуск руды прекратить, то обрушившиеся породы подпрут свод, и обрушение прекратится. Оно начинается вновь, когда будет возобновлен выпуск руды. Размер блока вкрест простирания равен мощности залежи, а по простиранию не превышает 40—50 м. С увеличением размера блока :по простиранию месторождения растет горное давление на днище блока и скреперные штреки, поэтому нельзя принимать блок чрезмерно большим. Высоту этажа принимают равной 60—100 м. Порядок отработки блоков. Шахтное поле разбивают на участки длиной 200—400 м. В каждом из таких участков отработывают одновременно по одному блоку.

В каждом из таких участков отработывают одновременно по одному блоку, затем после полной отработки блока, заполнения выработанного пространства пустыми породами и их уплотнения приступают к отработке соседнего, блока. Блоки отработывают- один за другим, между блоками целиков не оставляют.

**Проветривание блоков.** Свежий воздух поступает по откаточным штрекам и ортам и по ходкам поднимается на скреперные штреки. Далее воздух движется по штрекам к центру блока и по коротким вертикальным выработкам опускается на вентиляционный орт, расположенный на уровне откаточного горизонта. На вентиляционный горизонт загрязненный воздух поднимается по вентиляционному восстающему, расположенному против центра блока.

Проветривать приходится только скреперные штреки, так как рабочих в других выработках нет. Все скреперисты находятся на свежей струе воздуха. **Технико-экономические показатели.** Потери руды достигают 30%. Разубоживание составляет 10—20% и определяется требованиями, предъявляемыми к качеству руды.

**Литература:** Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых: Учебник для Вузов / Бондаренко В.И., Кузьменко А.М., Грядущий Ю.Б., Гайдук В.А., Колоколов О.В., Табаченко Н.М., Почепов В.Н. – Днепропетровск, 2003. – 708 с.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**