

# Системы разработки с обрушением

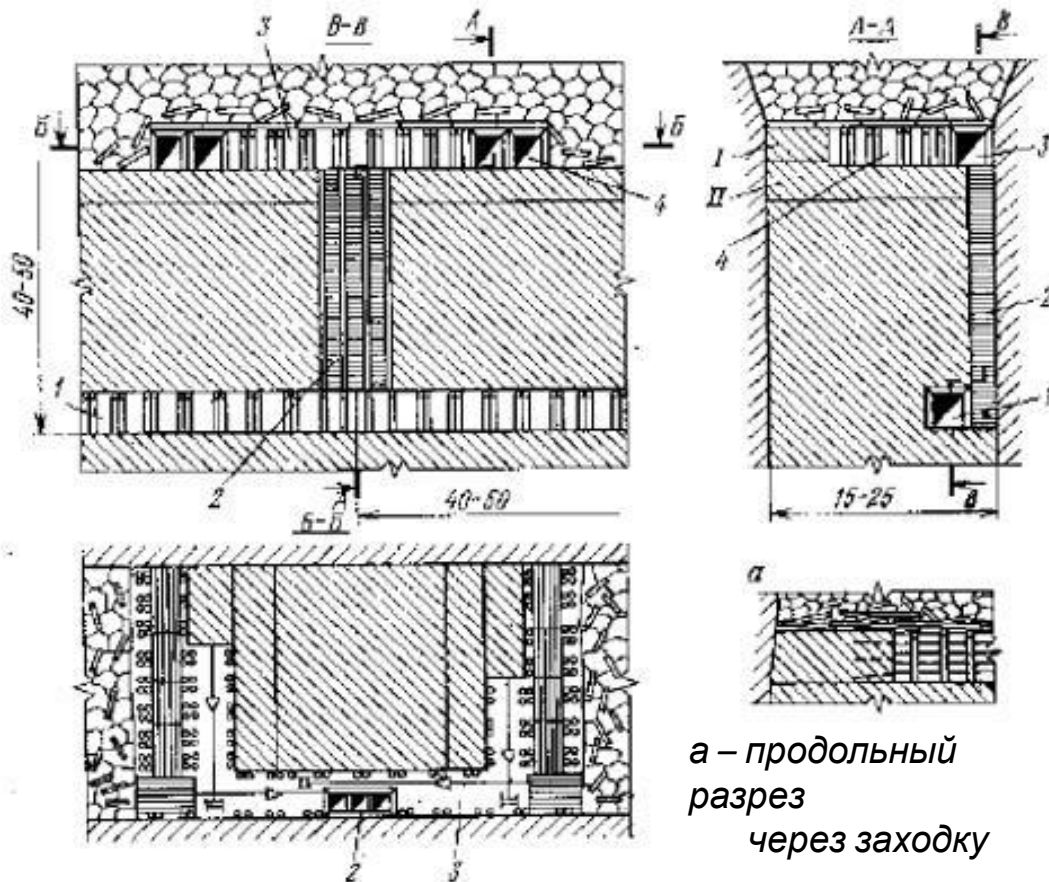
Системы разработки с обрушением можно применять, если допускается обрушение поверхности.

## Система слоевого обрушения

Систему слоевого обрушения можно применять при отработке крутопадающих рудных тел мощностью более 3 м, а также рудных тел мощностью более 5 м с любым углом падения при неустойчивых и средней устойчивости ценных рудах, залегающих в неустойчивых и средней устойчивости вмещающих породах и легко обрушающихся. Эту систему можно применять при крепких и устойчивых вмещающих породах и наличии предохранительной подушки из обрушенной породы или при систематической принудительной посадке налегающих пород.

Очистную выемку каждого блока производят сверху вниз горизонтальными слоями I, II и т. д. К выемке нижележащего слоя приступают после полной отработки верхнего, укладки на почву отработанного слоя плотного древесного настила (мата) и обрушения на него покрывающих пород. Таким образом, перед началом отработки каждого слоя между поверхностью руды и обрушенными породами находится перекрытие, под защитой которого и ведется отработка нижележащего слоя.

Выемку слоя начинают с проведения из восстающего под защитой мата слоевого штрека 3 шириной 2,5-3 м и высотой, равной высоте слоя (2,8-3 м). Очистная выемка состоит в отработке слоя от границ блока к центру заходками 4 последовательно (по одной).



*а - продольный  
разрез  
через заходку*

Цикл выемки заходки включает: обустройство забоя шпурами глубиной 1-1,5 м; зарядание и взрывание; проветривание вентиляторами местного проветривания, подающими воздух из откаточного штрека в заходки по трубам; скреперную уборку руды; крепление заходки рамами вразбежку.

Руду скреперуют дважды — сначала вдоль заходки до слоевого штрека, затем по слоевому штреку до рудоспускного отделения восстающего. Устье рудоспускного отделения восстающего расширяют и руду к нему скреперуют с двух сторон лебедками, установленными над рудоспуском или рядом с ним.

Когда заходка достигла висячего бока, на почву ее укладывают настил из досок, горбылей или круглого леса, который вместе с ранее накопленным матом имеет два назначения: обеспечить безопасность проведения выработок в нижеследующем слое и предупредить разубоживание руды.

После укладки настила крепь в заходке обрушают небольшими зарядами или выбивают, в результате чего лежащий на крепи мат и налегающие пустые породы опускаются вниз, заполняя заходку.

По условиям безопасности между обрушенной и работающей заходками оставляют не менее одной и не более трех необрушенных заходок.

К моменту, когда очистные работы в блоке (этаже) опустятся до уровня кровли откаточного штрека, подготовка нового этажа должна быть закончена; откаточный штрек выработанного этажа может выполнять функции первого слоевого штрека нового этажа.

## Система подэтажного обрушения

Систему подэтажного обрушения можно применять для отработки крутопадающих рудных тел мощностью более 3 м, а также при мощности более 7 м с любым углом падения при неустойчивых и средней устойчивости бедных рудах, залегающих в неустойчивых и средней устойчивости вмещающих породах, легко обрушающихся вслед за выемкой руды.

Систему подэтажного обрушения можно применять в устойчивых и крепких рудах и вмещающих породах при условии создания искусственной подушки из обрушенных пород.

Система подэтажного обрушения может применяться с гибкими разделяющими перекрытиями.

Высота подэтажа определяется проектом с учетом применяемого оборудования, качества руды, способа выпуска, физико-механических свойств руды, пород и других факторов.

## Система этажного обрушения

Систему этажного обрушения можно применять при разработке крутопадающих рудных тел мощностью более 10 м и мощных рудных тел с любым углом падения при бедных рудах, не склонных к слеживанию, залегающих в устойчивых и средней устойчивости породах. Вмещающие породы должны обрушаться крупными кусками.

Система этажного обрушения применяется в двух основных вариантах: с естественным и принудительным обрушением руды. При естественном обрушении руда должна легко обрушаться небольшими кусками при ее подсечке; при принудительном обрушении руда может быть любой крепости и устойчивости.

Порядок отработки этажа при этажном обрушении может быть одностадийным (панельным) и двухстадийным (блоковым).

*Отработку запасов* блока можно производить в две стадии с предварительной выемкой компенсационных камер или в одну стадию с отбойкой руды в зажиме. Выбор способа отработки определяется технико-экономическим сравнением. При отработке рудных тел с неустойчивыми и трещиноватыми рудами следует отдавать предпочтение вариантам системы с одностадийной выемкой. При вариантах с двухстадийной выемкой объем компенсационных камер принимать с учетом разрыхления руды при отбойке.

При разработке пологих и наклонных (до 35°) месторождений и развитом фронте очистных работ параметры блоков и последовательность их отработки следует выбирать такими, чтобы было обеспечено регулярное (планомерное) самообрушение налегающих пород.

Отбойку руды при системах принудительного этажного обрушения осуществлять взрыванием глубоких скважин.

При одностадийной выемке, а также выемке компенсационных камер отбойку руды можно осуществлять послойно или секционно (несколькими слоями).

Обрушение целиков и потолочин на компенсационные камеры производить, как правило, в один прием. При массовых взрывах применяется короткозамедленное взрывание.

При естественном этажном обрушении кусковатость руды регулировать скоростью ее обрушения и выпуска. Не допускать чрезмерного отставания обрушения от поверхности выпускаемой руды.

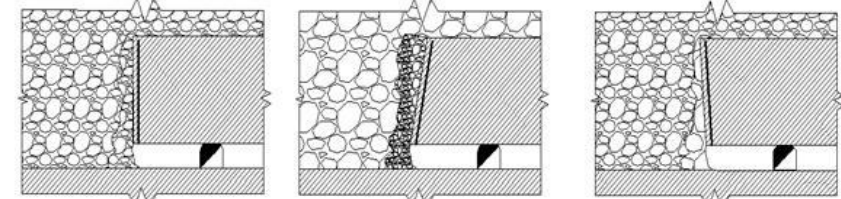
## Вариант системы разработки подэтажного обрушения с отбойкой руды из буродоставочных ортов и торцовым выпуском руды.

Подготовительные работы заключаются в проведении полевого (1п) и рудного (1р) штреков откаточного горизонта, а также участков восстающих (2) и участков рудоспусков (3)

Нарезные работы заключаются в проведении на каждом подэтаже полевых доставочных штреков (4) и разгрузочной камеры (5) с рудоскатом (6), пройденными в районе каждого рудоспуска. Кроме этого, проводятся буродоставочные орты (7), отрезной штрек (8) и вентиляционные штреки (9).

Очистная выемка. Оработка каждого подэтажа начинается с выемки в районе висячего бока «вырезной» секции (10). Для того, чтобы по мере выемки вырезной секции не происходило уменьшения ее ширины, отбойка в ней производится скважинами, пробуренными с некоторым «перебуром».

Отбойка руды в обрабатываемой секции производится веерами скважин, которые сразу пробуриваются на всю ширину секции, с тем чтобы повысить интенсивность отбойки и сократить время отработки секции. Бурение осуществляется самоходными буровыми установками для бурения скважин. Угол наклона забоя можно выбирать в зависимости от соотношения размеров кусков руды и обрушенных пород:



При средней кусковатости

При мелкокусковой

При крупнокусковой

За одну отбойку взрывают 1-2 веера скважин. После взрыва приступают к погрузке руды веерными погрузочно-доставочными машинами, которые доставляют руду от торцевого забоя по подэтажным буродоставочным ортам на доставочный штрек (9) и по нему к разгрузочной камере (5) участкового рудоспуска. По рудоспуску руда перепускается на откаточный горизонт, на котором, как правило, должна быть организована кольцевая откатка по рудному (а) и полемому (б) откаточным штрекам, соединенным через каждые 300-500м ортами.

При такой схеме откаточный штрек должен быть двухпутевым, то есть один путь занимает загружаемый состав, а другой предназначается для движения составов с других участков рудника. Управление горным давлением заключается в нахождении такого порядка отработки секции в подэтаже, чтобы создать благоприятные условия для самообрушения вмещающих пород.

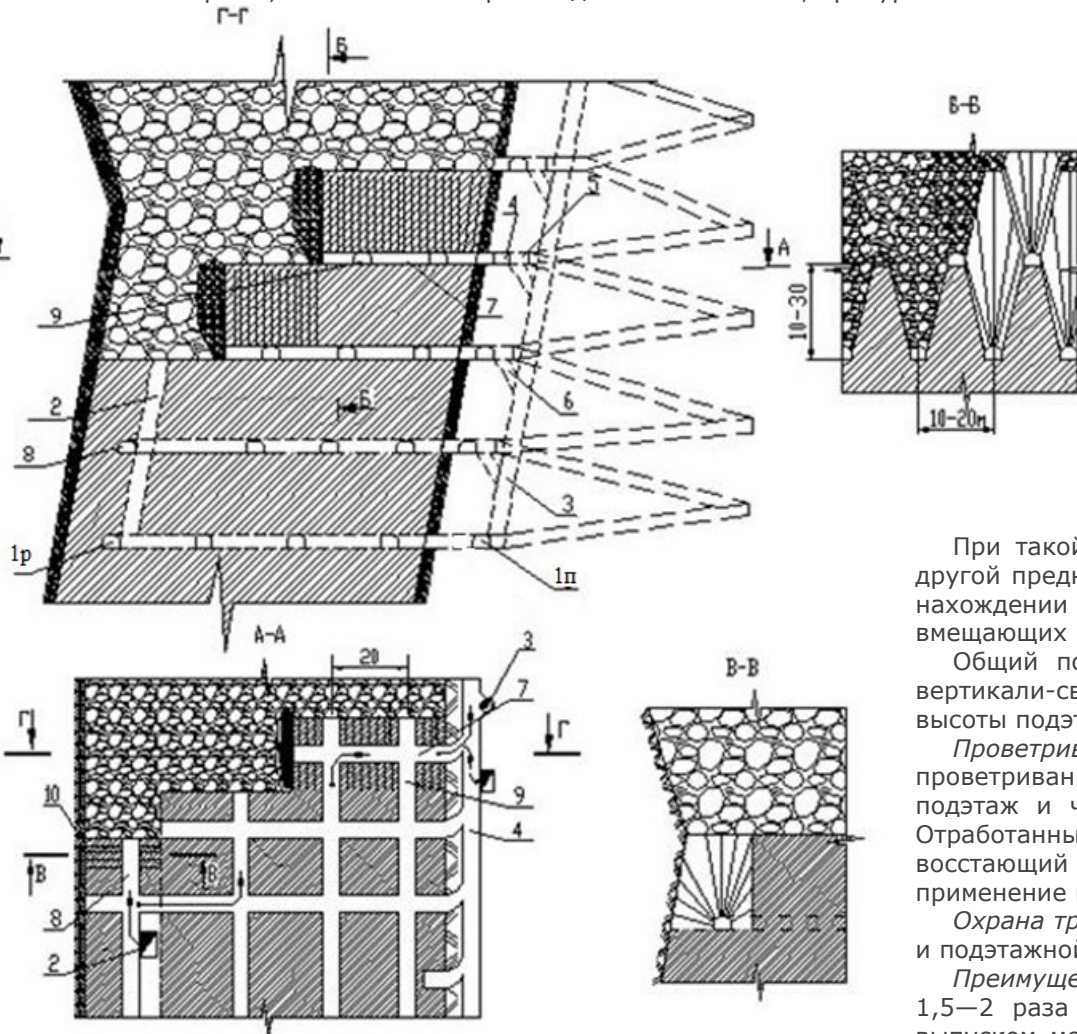
Общий порядок отработки месторождения по горизонтали – от центра к флангам. Порядок отработки этажа по вертикали-сверху вниз, при этом отставание нижних подэтажей по отношению к верхним должно составлять не более высоты подэтажа.

Проветривание. Поскольку очистной забой тупиковый, проветривание его затруднено. С целью обеспечения проветривания забоя проходится вентиляционный штрек (9). Свежий воздух из рудного восстающего (2) поступает на подэтаж и через буродоставочные орты и вентиляционный штрек попадает в район производства очистных работ. Оработанный воздух из буродоставочных ортов поступает на доставочный штрек (4) и через ближайший вентиляционный восстающий поступает на вентиляционный горизонт. Проветривание самого забоя – принудительное. Здесь необходимо применение вентилятора местного проветривания.

Охрана труда – правила общие для систем этого класса и такие же, как в системах с открытым очистным пространством и подэтажной отбойкой.

Преимущества варианта. Применение торцевого выпуска дает возможность повысить допустимое сечение выработок в 1,5–2 раза и, следовательно, применять более крупные и высокопроизводительные машины. Система с торцовым выпуском менее «травматична» по отношению к массиву. Структурное ослабление массива технологического блока по сравнению с вариантами системы с донным выпуском снижается в 2–3 раза, что благоприятствует его применению на большой глубине разработки. Число очистных забоев в блоке увеличивается в 2–3 раза, что способствует возможности применения селективной выемки руды по сортам и стабилизации качества руды.

Технико-экономические показатели. Производительность забойного рабочего – более 100 (до 200) т/см-чел, потери – 10-30%, разубоживание – 10 -30%.



## Системы этажного обрушения

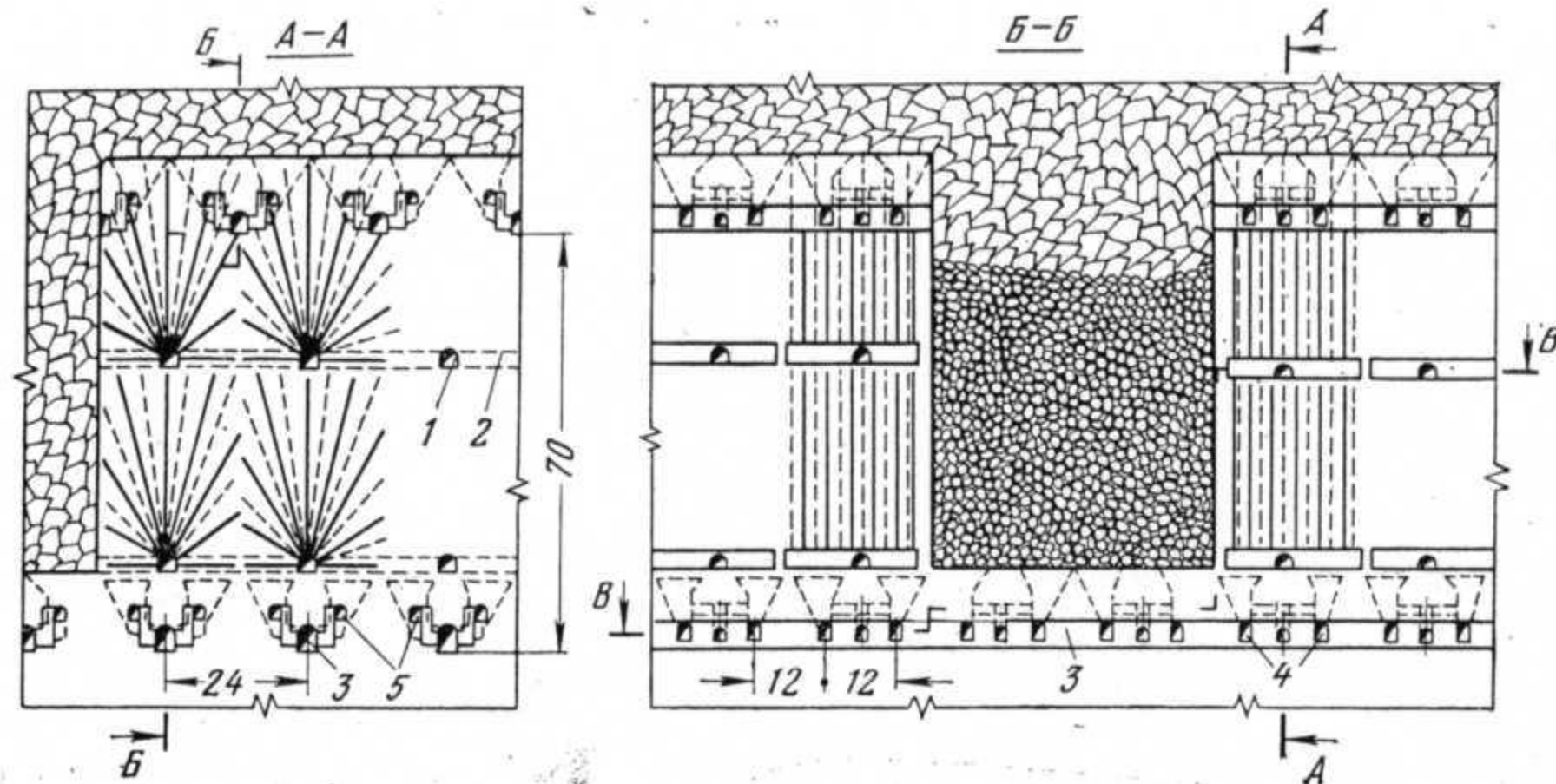
*Сущность.* Отбойка руды осуществляется большими участками на всю высоту этажа (блока), а выпуск руды производится под обрушенными породами. Главное и принципиальное отличие данной системы от систем разработки подэтажного обрушения заключается в том, что система этажного обрушения имеет один горизонт выпуска.

Все системы принудительного этажного обрушения делятся на 2 группы:

1. принудительное этажное обрушение с одностадийной выемкой без образования компенсационных камер («в зажатой среде»).

2. принудительное этажное обрушение с двухстадийной выемкой, когда вначале отрабатывается компенсационная камера (или пространство), а затем производится отбойка основных запасов.

Этажное принудительное обрушение с отбойкой в зажиме и донным выпуском руды



: 1 — буровой орт; 2 — соединительный штрек, 3 — конвейерный орт; 4 — выработки для вибропитателей; 5 — контрольные ходки

Руду отбивают подряд по длине этажа, панели (или блока, если панель разделена на блоки).

Часть блока шириной 12—18 м отделяют от массива щелью шириной 6—10 м, имеющей потолочину.

Затем обрушают на щель за один прием отрезанную от массива часть блока и примерно такую же по размеру часть с другой стороны. Вертикальные комплекты скважин взрывают с замедлением, начиная от щели, при этом второй и последующие комплекты работают в зажиме. Эта модификация позволяет взрывать более широкие слои, что важно там, где отбойка в зажиме в чистом ее виде возможна лишь небольшими слоями.

## Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой — вариант с торцевым выпуском руды

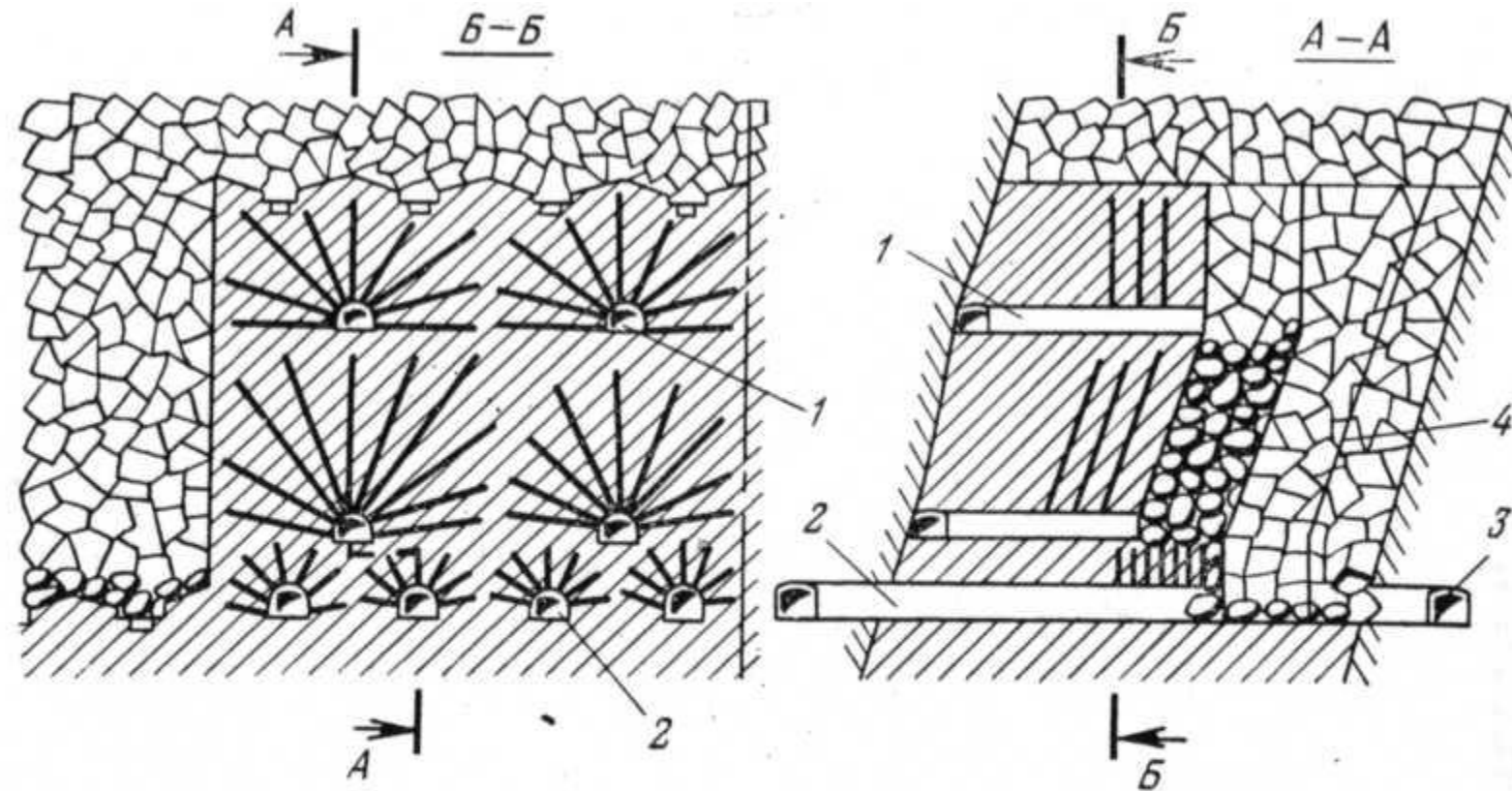
Добычной горизонт в блоке готовят только ортами или штреками. Руду отбивают скважинами в зажиме. После отбойки каждого слоя выпускают всю руду.

На выпуске и доставке руды используют самоходное оборудование или передвижные вибропитатели в комплексе с секционными виброконвейерами.

Угол наклона и толщину слоев выбирают по условиям максимального извлечения руды при выпуске и достаточной устойчивости массива. Наклон забоя в сторону взорванной части блока под углом около  $75^\circ$  возможен лишь при устойчивой руде. Он улучшает извлечение руды, если обрушенные породы мельче, так как при данном положении слоя они не просочатся в руду. Если руда значительно мельче обрушенных пород, то возможен обратный наклон забоя в сторону массива под углом  $80-70^\circ$ .

Толщина отбиваемого слоя  $8-12$  м (зависит от высоты блока). Снизу, на высоту  $8-12$  м, толщина слоя может быть уменьшена до  $3-6$  м для оставления временного выступа, обеспечивающего более полный выпуск из вышележащей части слоя. Этот выступ или разбуривают обособленно, или образуют за счет недозаряда скважин (в последующем их заряжают и взрывают). Проветривание местное или по спаренной вентиляционной выработке.

Технико-экономическая оценка. При крепкой руде производительность труда забойного рабочего составляет от  $50-70$  до  $110$  т/смену. Производительность блока от  $50-150$  до  $200$  тыс. т/мес. Потери и разубоживание руды  $10-20$  %. Удельный расход подготовительно-нарезных выработок  $1,5-4$  м на  $1000$  т.



1 — буровые выработки; 2 — доставочные выработки; 3 — вентиляционный штрек; 4 — контур отрезной щели

Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой имеет перед системой с компенсационными камерами следующие преимущества: устраняется необходимость выемки камер; уменьшается выход негабарита при обрушении блока; снижается на  $20-30\%$  объем подготовительно-нарезных выработок; обеспечивается непрерывность работ по подготовке, разбуриванию, обрушению и выпуску руды; повышается концентрация горных работ; работы более однотипны в связи с отсутствием стадии камерной выемки; используются преимущества отбойки в зажиме.

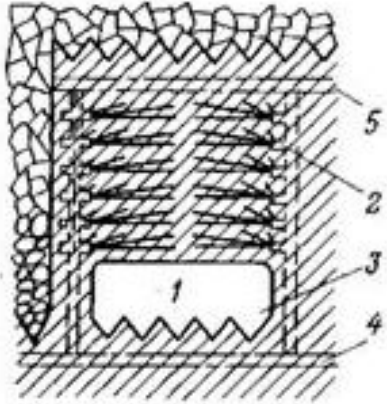
С другой стороны, извлечение чистой руды гарантируется лишь в объеме частичного выпуска ( $20-25\%$ ), что меньше объема компенсационных камер ( $30-35\%$ ).

Исключается возможность совмещения работ по вертикали в различных этажах (тогда как компенсационными камерами можно добывать руду при любом состоянии работ сверху). Пункты добычи руды строго заданы порядком сплошной выемки, что может мешать усреднению качества рудной массы в масштабе рудника.

Этажное принудительное обрушение со сплошной выемкой обычно заслуживает предпочтения перед системой с компенсационными камерами. Исключение составляют следующие случаи: условия неблагоприятны для отбойки в зажиме; нельзя обрушать налегающие породы в первый период отработки этажа; необходимая стабильность качества рудной массы не может быть обеспечена при постоянных пунктах выпуска руды; относительно неблагоприятные условия для выпуска руды под налегающими обрушенными породами (например, интенсивное просачивание пустых пород).

Системы принудительного этажного обрушения с двухстадийной выемкой подразделяются на варианты:

1. принудительное этажное обрушение на горизонтальные компенсационные камеры, когда обрушаемый массив руды располагается над подсечными камерами высотой до 10—15 м;
2. принудительное этажное обрушение на вертикальные компенсационные камеры, когда основная часть обрушаемого массива располагается сбоку от камер, имеющих высоту 35—40 м и ширину до 10—12 м.



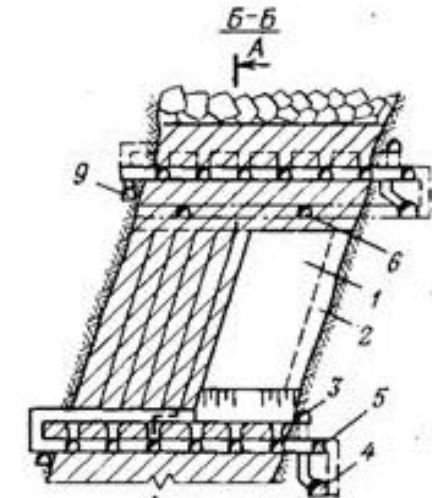
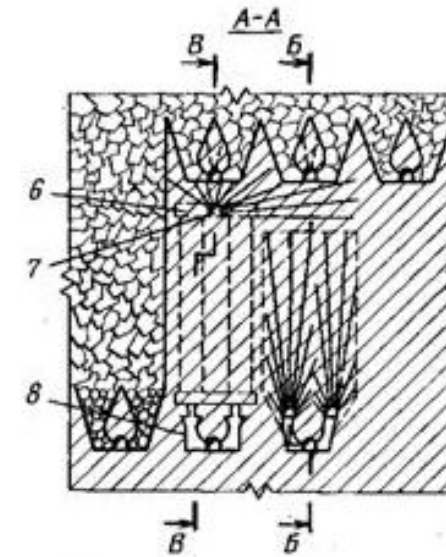
Этажное обрушение на горизонтальные компенсационные камеры

В блоке вынимают 25—35 % руды компенсационными камерами, а затем обрушают на них сразу (с замедлением по комплектам скважин) всю остальную часть блока. Отбойка руды скважинная, реже — минная; выпуск донный.

Компенсационные камеры почти всегда вертикальные (рис. 10, а, б). Система разработки камер — с подэтажной отбойкой или этажно-камерная. Могут применяться горизонтальные подсечные камеры (см. рис. 3.10, в).

Длина блока по простиранию 30—100 м и более, что позволяет разместить в нем от 1—2 до 4—5 камер. Скважины или шпуры для образования воронок взрывают мгновенно, а остальные скважины с коротким замедлением по комплектам. При необходимости обрушают принудительно часть устойчивых налегающих пород.

Против этажного принудительного обрушения со сплошной выемкой производительность труда забойного рабочего ниже на 10—30%.



Этажное обрушение на вертикальные компенсационные камеры

