

# ОТКРЫТАЯ РАЗРАБОТКА РУДНЫХ И УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Производственные процессы  
при добыче угля

Тема 2

# ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗРАБОТКИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Угольные месторождения, по сравнению с большинством месторождений других полезных ископаемых, имеют свои особенности, определяющие специфику ведения основных производственных процессов при их разработке.

К основным таким особенностям относятся:

1. Относительная **выдержанность элементов залегания** угольных пластов, наличие четких контактов между углем и вмещающими породами.
2. Относительно **небольшая прочность угля и пород вскрыши** на большинстве месторождений. Это приводит к относительно меньшему объему буровзрывных работ и способствует использованию **драглайнов, роторных экскаваторов и конвейерного транспорта**.
3. **Значительные размеры месторождений**, что способствует созданию фронта работ большой протяженности и благоприятствует применению **железнодорожного транспорта**.
4. Наличие **большого числа месторождений с горизонтальным и пологим падением пластов угля**, что создает благоприятные условия для **применения бестранспортной технологии**.

5. **Большие запасы угля** на месторождениях, что при высокой производственной мощности предприятия способствует использованию **оборудования большой единичной мощности**.
6. Наличие большого количества **пластов сложного строения** предопределяет необходимость производства **раздельной выемки**.
7. Наличие на большинстве месторождений нескольких пластов угля, различных по мощности. **Тонкие пласты требуют специальных методов их выемки**.
8. **Сложные гидрогеологические условия** на большом количестве угольных месторождений. Снижение устойчивости и несущей способности горных пород при их обводненности усложняет ведение горных работ.
9. **Склонность угля** на ряде предприятий к **самовозгоранию** или потере качества при его хранении **оказывает влияние на технологию** ведения горных работ.
10. **Небольшая изменчивость качественных показателей** угля на большинстве разрезов сводит управление этими показателями к снижению разубоживания и потерь угля.

## БУРОВЫЕ РАБОТЫ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

На ряде угольных месторождений породы вскрыши представлены мягкими, связными породами, не требующими их предварительной подготовки к выемке. В некоторых случаях в таких условиях буровзрывные работы ведутся только в зимний период для разрушения мерзлоты.

На большинстве карьеров, ведущих буровзрывную подготовку горных пород к выемке, вскрышные породы относятся к I классу по буримости с показателем буримости породы  $P_b = 1-5$ . К этому же классу относится и большинство крепких углей, требующих их подготовки перед выемкой. Для бурения в таких породах хорошие результаты показывают буровые станки вращательного действия с режущими долотами.

Однако на ряде месторождений вскрышные породы имеют большую прочность, относятся ко II-III классам по буримости. В этих условиях положительно зарекомендовали себя станки шарошечного бурения. При разработке таких месторождений буровзрывные работы являются важнейшим технологическим процессом, во многом определяющим успешное проведение всех последующих процессов. Такие условия разработки характерны для большинства разрезов Кузбасса, Нерюнгринского разреза и разрезов Экибастуза.

## Основные требования ФНП «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» (от 21.12.2020 г)

Рабочее место для ведения буровых работ должно быть обеспечено:

- очищенной и спланированной рабочей площадкой;
- документацией на производство буровых работ, с указанием размеров бурового блока, его месторасположения, количества и глубины скважин, расстояний от горнотранспортного оборудования до бровок уступа, а также его границы.

**Площадка (буровой блок) должна быть обозначена аншлагом** (предупредительными знаками).

Буровой станок должен быть установлен **на спланированной площадке** на безопасном расстоянии от верхней бровки уступа, согласно документации, но **не менее 2 м от бровки** до ближайшей точки опоры станка, а его продольная ось при бурении первого ряда скважин должна быть перпендикулярна бровке уступа. Установка бурового станка под другим углом к бровке уступа допускается при выполнении мероприятий по обеспечению безопасности работ, утвержденных техническим руководителем (главным инженером) угольного разреза.

Запрещается подкладывать куски породы под домкраты станков. При установке буровых станков на первый от верхней бровки уступа ряд скважин, управление станками должно осуществляться дистанционно.

Перемещение бурового станка с поднятой мачтой по уступу допускается по спланированной площадке. При перегоне бурового станка с уступа на уступ или под высоковольтной линией **мачта должна быть в сложен**, буровой инструмент - снят или закреплен.

Каждая **скважина**, диаметр устья которой более 250 мм, после окончания бурения должна быть **перекрыта**. Участки пробуренных скважин должны быть ограждены предупредительными знаками.

## БУРОВЗРЫВНАЯ ПОДГОТОВКА УГОЛЬНЫХ УСТУПОВ

При ведении взрывных работ на угольных уступах стремятся максимально сохранить структуру массива, что при выемке угля позволяет успешно вести отдельную разработку, добиваясь снижения засорения и потерь угля. Такие результаты достигаются при взрывании без развала или с минимальной его шириной. В то же время уголь после взрывания должен быть хорошо раздроблен, обеспечивая отгрузку потребителям угля с размерами кусков, не превышающих 300 мм. Таким образом, **взрыв заряда ВВ должен обеспечивать повышенный дробящий эффект при одновременном снижении фугасного действия.**

При взрывании угольных уступов для снижения ширины развала нашли применение наклонные скважины. В крупноблочном массиве лучшие результаты дают скважины уменьшенного диаметра 125-150 мм, при мелкоблочной структуре массива необходимая степень дробления достигается при скважинах диаметром 150-200 мм. Удельный расход ВВ при этом принимается 0,16-0,17 кг/т. При взрывании применяют схемы коммутации зарядов, обеспечивающие соударение кусков угля при интервалах замедлений 50-70 мс.

При взрывании угольного массива минимальный выход негабарита обеспечивается при соблюдении следующих параметров расположения скважин:

величина сопротивления по подошве уступа

$$W=(43...50)dc;$$

расстояние между скважинами в ряду:

$$a=(33...35) dc;$$

расстояние между рядами скважин

$$b=30 dc.$$

Конструкция заряда должна обеспечивать равномерное распределение ВВ в массиве, поэтому на угольных уступах находят применение **рассредоточенные заряды с воздушными промежутками**. Суммарная длина воздушных промежутков составляет 0,8-1 длины колонки заряда ВВ. При высоте уступа 10-11 м минимальная ширина развала достигается при соотношении суммарной длины воздушных промежутков к длине колонки заряда ВВ, равном 0,88-0,98.

При проведении взрывных работ **должны обеспечиваться меры для предупреждения пожаров**. Для взрывании применяются ВВ с нулевым кислородным балансом.

**Ширина развала после взрыва должна соответствовать ширине заходки экскаватора** и убираться за один его проход, так как вероятность самовозгорания угля в разрыхленном состоянии выше, чем в неразрыхленном массиве.

## ПРОИЗВОДСТВО БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ЗОНЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Ведение буровзрывных работ в зоне угольных пластов всегда чревато возможностью разрушения пластов взрывом, что влечет за собой увеличение потерь и разубоживания угля. Поэтому буровзрывные работы должны вестись с таким расчетом, чтобы **не допускать разрушения пластов взрывом** или сделать эти разрушения минимальными.

Параметры буровзрывных работ должны быть такими, чтобы **не допустить дробящего действия зарядов на пласт** и исключить сдвиговые деформации пласта, и в то же время обеспечить **качественное дробление вмещающих пород**

Наиболее просто вопросы дробления надугольной толщи без разрушения угольного пласта решаются при горизонтальном и пологом его залегании. В этом случае скважины в надугольной толще бурят **с недобуром до кровли пласта примерно на 1 м.**

При высоте уступа до 10 м могут применяться вертикальные скважины. При большей высоте уступа лучшие результаты получаются при бурении наклонных скважин.

При обурировании уступа с горизонтальной верхней площадкой (а) высота вскрышного уступа, а следовательно и длина скважины изменяются.

При разработке междупластья уступ имеет наклонную верхнюю площадку (б).

Схема расположения скважин на уступе и другие параметры взрывания определяются обычным способом.

Буровзрывные работы в сложных забоях при горизонтальном и пологом залегании угольных пластов ведут по схемам **с использованием рассредоточенных зарядов** в зоне угольного пласта

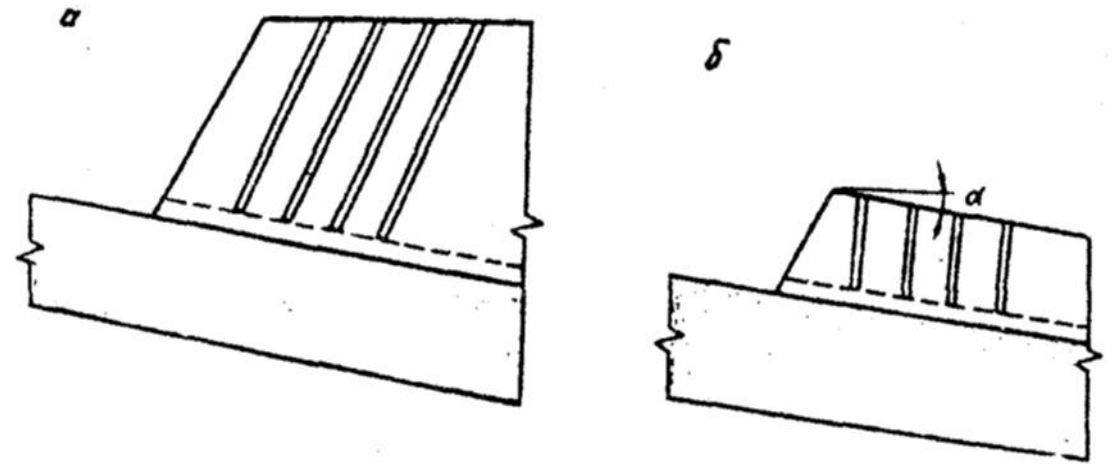


Схема обурирования вскрышного уступа в надугольной толще при пологом падении угольного пласта:  
а — при горизонтальной верхней площадке; б — при наклонной верхней площадке (при обурировании междупластья)

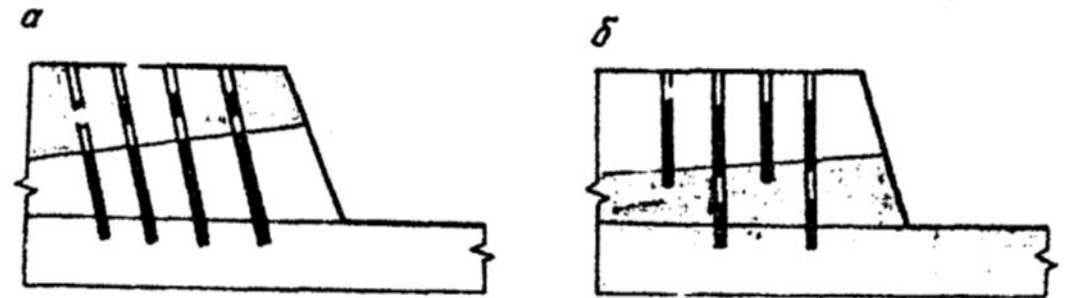
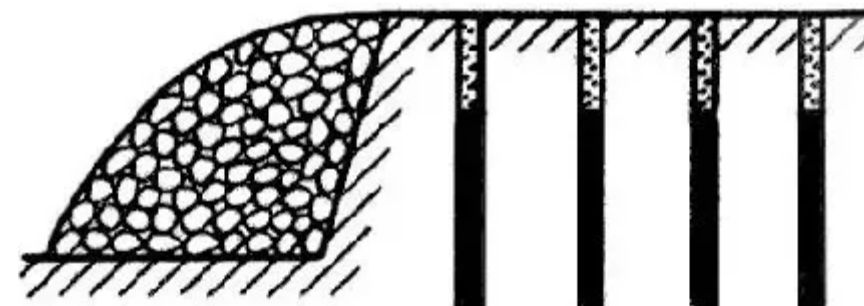
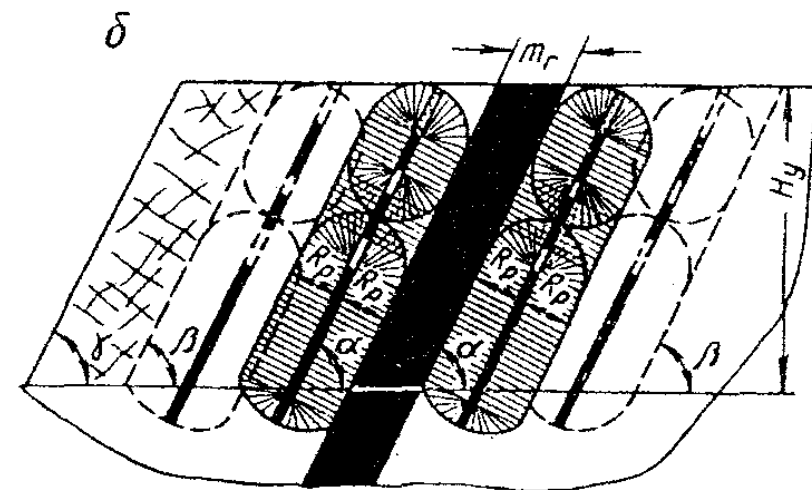
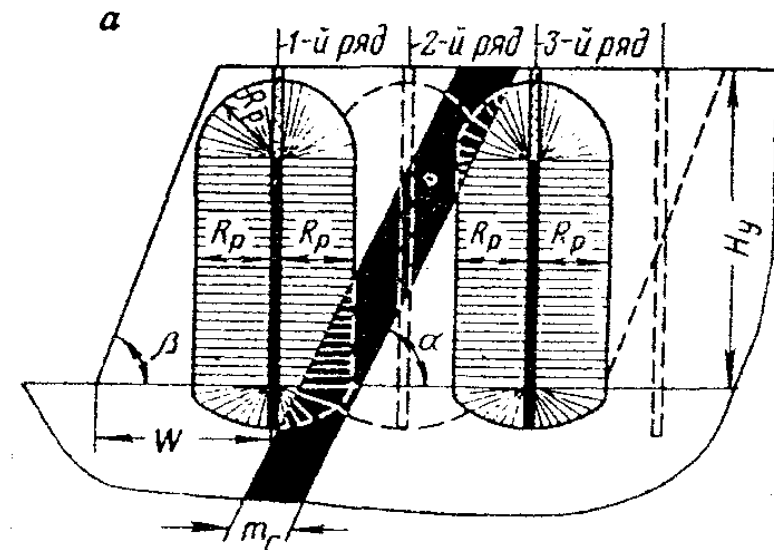


Схема обурирования блока при расположении угольного пласта в верхней (а) и нижней (б) частях уступа

Для качественного дробления вскрышных пород без нарушения целостности крутопадающего угольного пласта применяют:

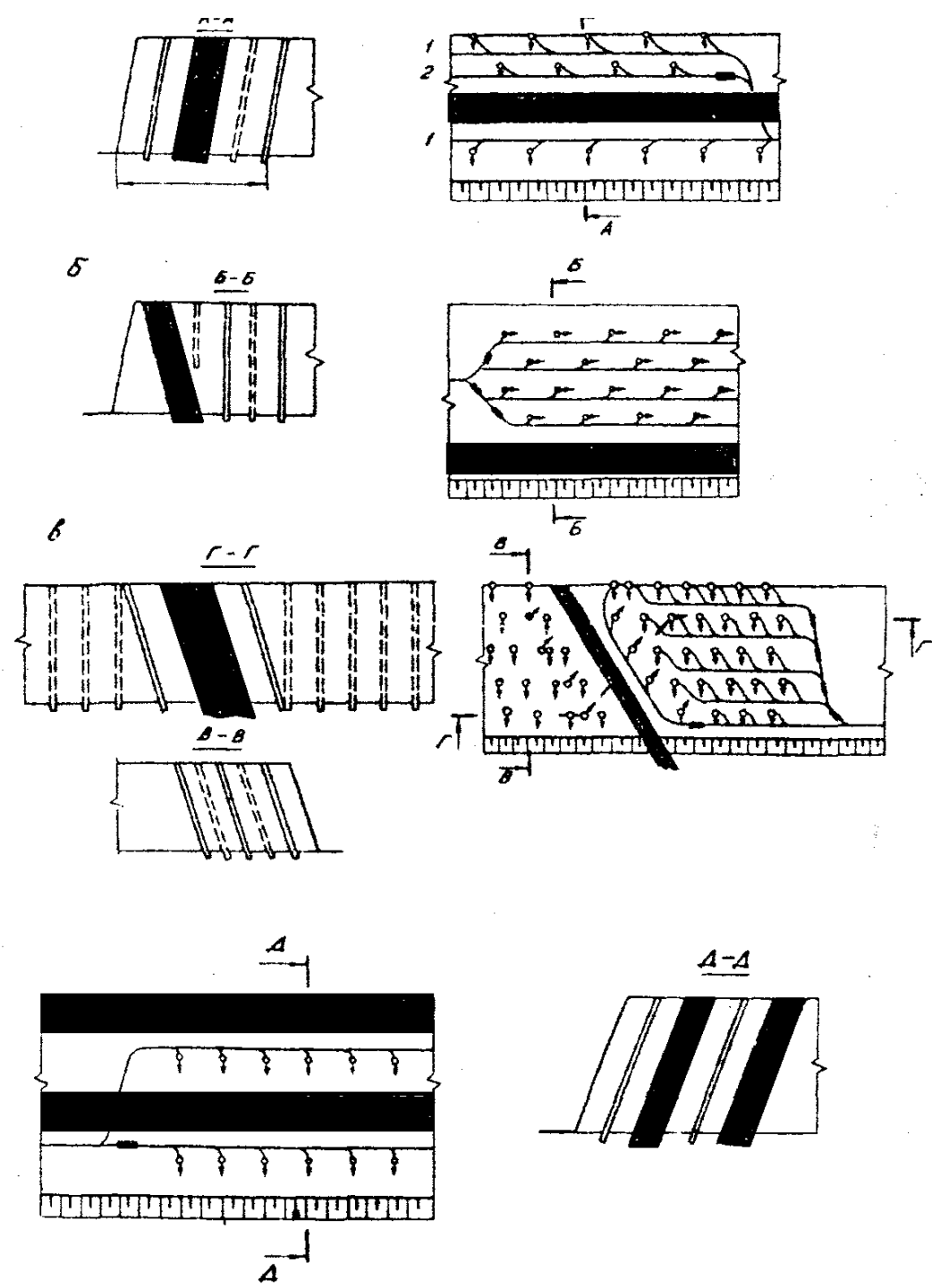
1. **наклонные скважины** с углами равными или близкими к углам падения пласта;
2. специальные **схемы инициирования** зарядов ВВ с направлением отбойки от пласта в сторону массива вскрышных пород;
3. **рассредоточенные заряды** ВВ, позволяющие равномерно распределить ВВ в массиве и снизить воздействие взрыва на угольный пласт;
4. **взрывание на неподобранный забой** с шириной подпорной стенки в пределах 1-2 линий сопротивления по подошве уступа.

Сущность схем обуривания блока заключается в оконтуривании пласта в пределах блока системой скважин, расположенных на некотором удалении от пласта, и размещении остальных скважин в блоке для обеспечения качественного дробления массива вскрышных пород. Расстояние оконтуривающих пласт скважин от кровли и почвы пласта должно равняться радиусу зоны дробления. При этом нарушений угольного пласта не происходит.



Схемы инициирования зарядов ВВ устанавливаются с учетом сохранения пласта от сдвиговых деформаций. Как правило, оконтуривающие скважины взрываются в последних сериях. При этом, независимо от положения пласта в пространстве в первую очередь из оконтуривающих пласт скважин взрываются скважины, пробуренные со стороны почвы пласта, а после, с определенным интервалом замедления, скважины со стороны кровли пласта.

Такая очередность взрывания обеспечивает минимальный опрокидывающий момент, действующий на пласт при взрыве. При наличии в блоке двух сближенных пластов в первую серию взрываются скважины междупластья. В дальнейшем порядок взрывания соответствует схемам инициирования зарядов при одном пласте.



## ПРОИЗВОДСТВО ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПЕРЕВАЛКЕ ВСКРЫШИ ДРАГЛАЙНАМИ

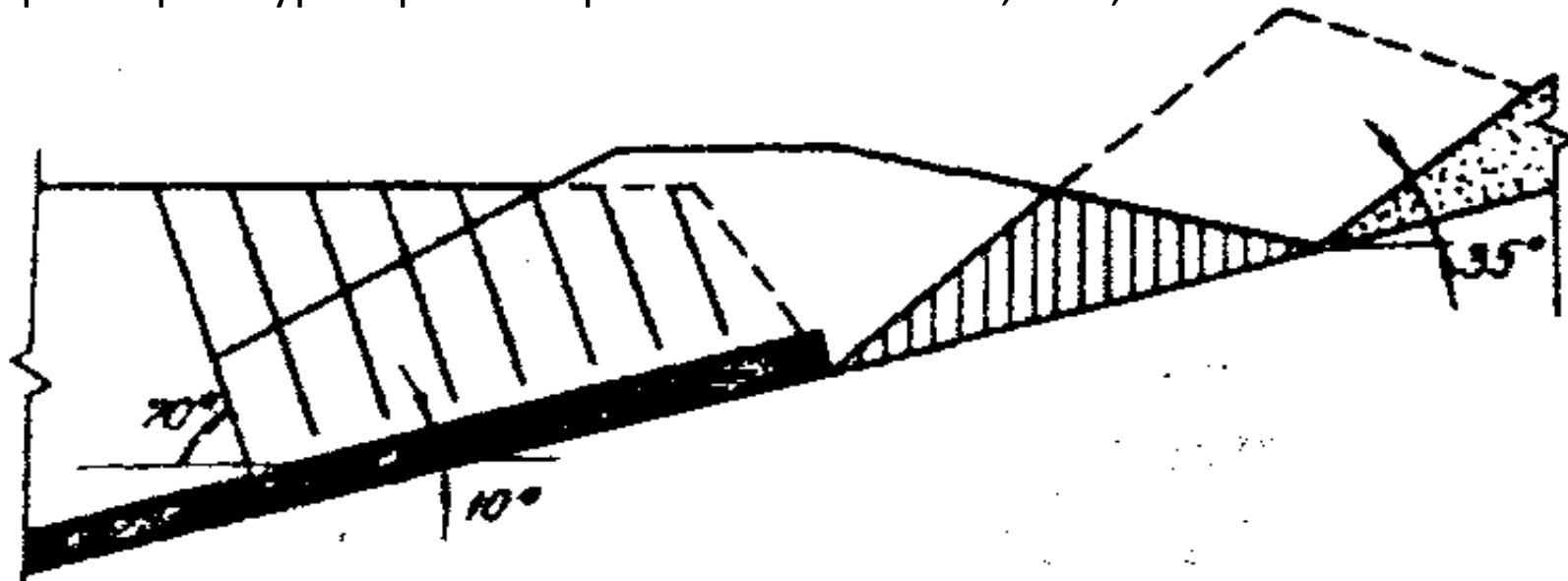
Требования к ведению буровзрывных работ при перевалке вскрыши во внутренние отвалы драглайнами следующие:

1. **Интенсивное дробление** вскрышных пород, обеспечивающее высокую производительность драглайнов.
2. Обеспечение **перемещения взрывом** максимально возможного по экономическим соображениям объема вскрышных пород во внутренний отвал при обеспечении нужного профиля развала.
3. Сохранение **целостности угольного пласта** при взрывных работах.
4. Взрывание пород должно быть произведено только в пределах заходки драглайна, не допуская образования заколов в массиве за ее пределами.

Для бурения скважин применяются буровые станки 2СБШ-200Н и СБШ-250МН. Диаметр скважин 216 и 244 мм. Угол наклона скважин в крупноблочных породах  $60^\circ$ , а в весьма крупноблочных породах  $75^\circ$ .

Обеспечение интенсивного дробления пород и перемещения части вскрыши в выработанное пространство достигается увеличенным расходом ВВ, который составляет для крупноблочных пород 0,63-0,77, а весьма крупноблочных 0,85-0,97 кг/м<sup>3</sup>. Причем меньшие величины относятся к высоте уступа 20-25 м, а большие — 35-40 м.

Эффективность взрывных работ при схемах с перевалкой вскрыши во внутренние отвалы может быть оценена **коэффициентом сброса**, определяемым как отношение объема вскрыши, перемещаемой в отвал взрывом ко всему взрываемому объему. На практике коэффициент сброса при правильно определенных параметрах буровзрывных работ составляет 0,24-0,29.



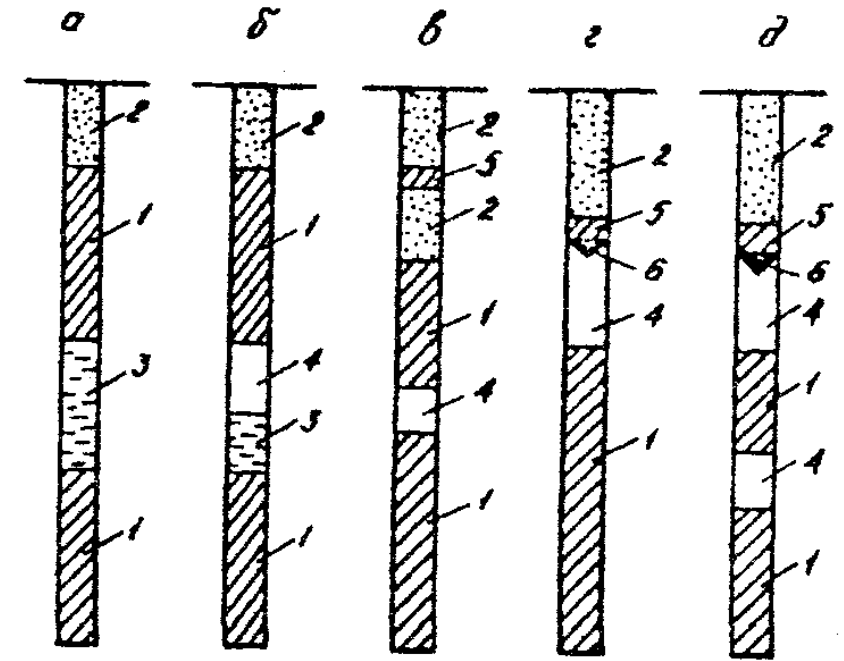
## КОНСТРУКЦИЯ ЗАРЯДОВ ВВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

На угольных разрезах широкое распространение получили **заряды ВВ с воздушными промежутками**. Их применение позволяет:

1. улучшить степень и равномерность дробления пород;
2. снизить удельный расход ВВ на 10-20%;
3. уменьшить в 1,3-1,6 раза сейсмическое воздействие взрыва на поверхностные сооружения;
4. снизить затраты на взрывные работы.

При взрывании обводненных пород с успехом применяется взрывание зарядов с водными и водно-воздушными промежутками с использованием для их образования находящейся в скважине воды

Для создания таких промежутков используются специальные скважинные затворы из полиэтилена. Длина водного промежутка принимается в пределах 0,17-0,28 длины колонки заряда ВВ. Длина водно-воздушного промежутка составляет 0,23-0,38 длины колонки заряда ВВ. Причем водная часть занимает 0,3-0,5 длины всего промежутка. Верхняя часть заряда составляет до 30-40% от массы заряда. Применение таких конструкций заряда ВВ позволяет по сравнению со сплошным зарядом повысить качество дробления, снизить выход негабаритов при снижении удельного расхода ВВ.



*Конструкция скважинных зарядов ВВ:  
а — заряд с водным промежутком; б — заряд с водно-воздушным промежутком; в, г, д — заряды с активной забойкой; 1 — заряд ВВ; 2 — забойка; 3 — водный промежуток; 4 — воздушный промежуток; 5 — активная забойка; 6 — бумажный пыж.*