

УДК 622.232.7.

КОМБИНИРОВАННЫЙ СПОСОБ РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ВЫЕМКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ С ПОРОДНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ

Виктор Никитович Лабутин

Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, 630091, Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, 54, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории бурения и технологических импульсных машин, тел. (383)217-09-63, e-mail: LabVN@yandex.ru

Рассмотрена принципиальная возможность применения комбинированного способа разрушения (разрушение ударом и резанием) при выемке угольных пластов с породными включениями.

Ключевые слова: удар, резание, разрушение, уголь, порода, пласт, угольный комбайн, выемочная машина.

COMBINED BREAKING TECHNOLOGY FOR COAL WITH ROCK INTERCALATIONS

Victor N. Labutin

Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 630091, Russia, Novosibirsk, 54 Krasny prospect, PhD Eng, Senior Researcher, tel. (383)217-0963, e-mail: LabVN@yandex.ru

The author analyzes applicability of the breaking technology that combines impact fracture and cutting in extraction of coal beds with rock intercalations.

Key words: impact, cutting, breaking, coal, rock, coal shearer, winning machine.

Среди традиционных способов разрушения углей и горных пород наибольшее распространение получили буровзрывной и механический (резание и ударное разрушение). Изыскание новых физических методов разрушения не дали пока серьезных положительных результатов в горной промышленности, поэтому совершенствование традиционных способов на сегодняшний день продолжает оставаться актуальной задачей.

Буровзрывной способ, наряду с главным своим преимуществом - универсальностью, имеет ряд серьезных недостатков. Несмотря на проводимую в последнее время его модернизацию: использования новых ВВ, совершенствования средств бурения, схем взрывания и т.п., повышающих его технологичность и безопасность, этот способ продолжает вызывать беспокойство за последствия его широкого применения. Ниже рассматривается оценка принципиальной возможности применения комбинированного способа, сочетающего известные преимущества резания и ударного разрушения.

Области эффективного применения способов разрушения определяются физико-механическими свойствами и прежде всего сопротивляемостью разрушаемого материала. На рис. 1 представлены осредненные зависимости удельной энергоемкости разрушения от прочности горных пород (1 - резание; 2 - ударное; 3 - буровзрывное разрушение), полученные на основе анализа работы исполнительных органов горных машин в различных горно-

геологических условиях. Согласно графику, удельная энергоемкость ударного способа находится на уровне наименее энергоемкого буровзрывного и значительно ниже разрушения резанием. Причем с увеличением прочности породы относительная эффективность ударного разрушения по сравнению с резанием повышается.

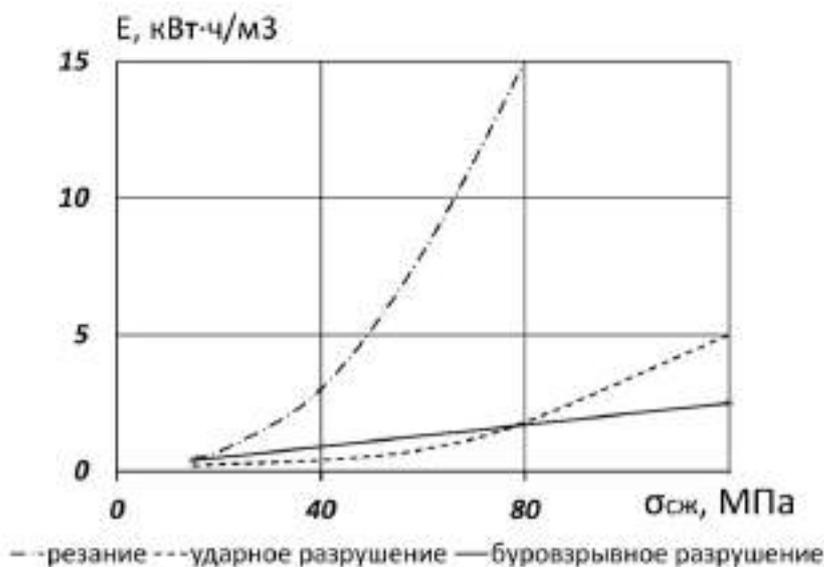


Рис. 1. Зависимость удельной энергоемкости разрушения от прочности горной породы

В современной добыче угля подземным способом доминирует единый подход к комплексной механизации на основе использования узкозахватной комбайновой и струговой технологий, ориентированных на реализацию в стабильных качественных горно-геологических условиях. Однако прочность отдельных структурных элементов разрушаемого угольного массива может меняться в широких пределах: от пластов простого строения, весьма слабых и хрупких с сопротивляемостью углю резанию до 120 кН/м, которые могут эффективно разрушаться угольными многолезцовыми исполнительными органами, до участков с местными замещениями пласта частично или полностью боковыми породами с сопротивляемостью резанию 400÷1000 кН/м, которые могут эффективно разрушаться только ударными исполнительными органами. На таких участках для переводов комплексов через участки нарушений применяют буровзрывную технологию разрушения пластов с присечкой боковых пород.

Известно, что для снижения энергозатрат на разрушение угля и уменьшения выхода мелких фракций необходимо повышать толщину стружки. Об этом свидетельствуют осредненные зависимости удельной энергоемкости разрушения угля (рис. 2) и выхода продуктов разрушения (рис.3) от толщины стружки, составленные на основании экспериментальных данных [1-5]. Перевод современных шнековых комбайнов на режим работы с большими толщинами стружек приводит к резкому возрастанию динамических нагрузок и снижению надежности машин, а поддержание

постоянной толщины стружки невозможно вследствие кинематики роторных исполнительных органов. Поэтому зона реальных максимальных значений толщин стружки современных выемочных машин с роторными исполнительными органами составляет 50-60 мм [1], что является главным фактором, определяющим фракционный состав извлекаемого из недр угля. Так, выход штыба (класс 0-6) по отношению к общему объему добычи по данным [5] для узкозахватных комбайнов находится в пределах 35÷45%. При использовании ударного способа разрушения за счет увеличения толщины стружки можно в 2-4 раза снизить выход продукта разрушения мелкой фракции (рис. 3).

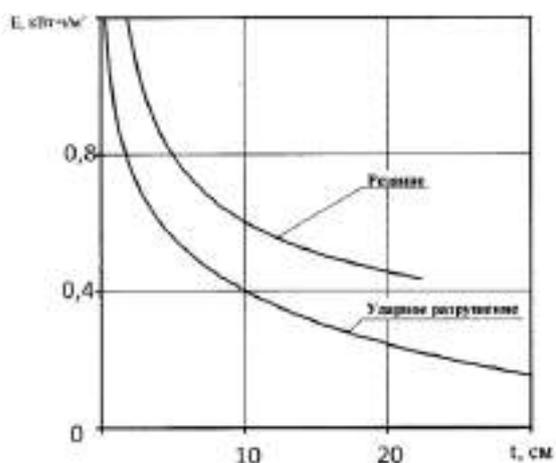


Рис. 2. Зависимость удельной энергоемкости разрушения угля от толщины стружки

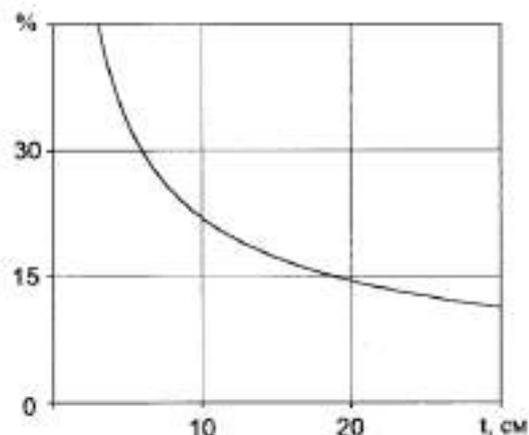


Рис. 3. Зависимость выхода продукта разрушения класса (0-25 мм) от толщины стружки

В связи с этим, с целью повышения эффективности процесса добычи угля из пластов сложного строения, содержащих породные пропластки и твердые включения, предлагается использовать комбинированный способ разрушения забоя, сочетающий обычное резание и ударное разрушение, с помощью которого можно избирательно, в рациональных режимах производить разрушение резанием или ударом отдельных элементов угольного забоя в зависимости от их прочности. При этом достигается раздельная, селективная выемка породных прослоек и угля. Схема выемочной машины флангового действия, оснащенной шнековым и ударным исполнительными органами, представлена на рис.4. Она состоит из корпуса 1, в котором размещены приводные устройства исполнительных органов и подачи комбайна, поворотных редукторов-рукоятей 2, с помощью которых исполнительные органы меняют свое положение по мощности пласта, шнека 3, оснащенного резцами. Ударные устройства 4 закреплены на поворотной плите 5 с помощью телескопической стойки 6 и шарнира 7. Количество ударных устройств выбирается в зависимости от мощности угольного пласта

и породных прослоек. Перемещается выемочная машина по ставу конвейера 8.

Во избежание нежелательного контакта резцов шнекового органа с породой взаимное расположение исполнительных органов должно быть таким, чтобы траектории их движения вдоль забоя, обозначенные на рис. 4 А и В, проходили друг от друга на расстоянии не менее толщины разрушаемого слоя Н, снимаемого ударным инструментом.

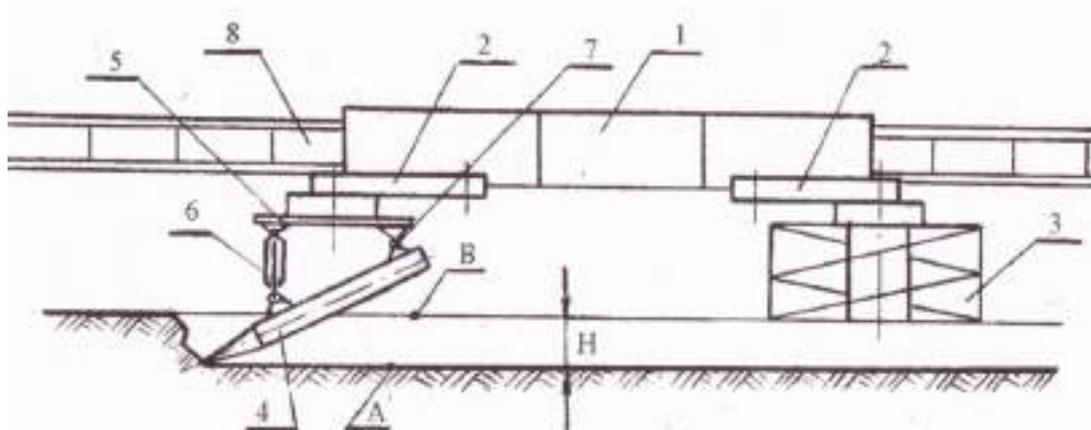


Рис. 4. Схема компоновки комбайна с режущим и ударным исполнительными органами

Работа выемочной машины осуществляется следующим образом. Ударный исполнительный орган 4 с помощью поворотного редуктора-рукояти 2 и плиты 5 устанавливается в плоскости забоя для разрушения породного прослойка и фиксируется в исходном положении. С помощью телескопической стойки 6 выбирается необходимый для зарубки угол атаки, включается шнековый орган 3 и механизм подачи, перемещающий выемочную машину вдоль лавы. В конце лавы, после выхода исполнительных органов из забоя, выемочная машина останавливается. Ударные устройства поворачиваются на 180° и ориентируются на разрушение очередного прослойка обратным ходом машины, при условии невозможности их разрушить за один проход. После разрушения всех породных прослоек выемочная машина подвигается к забою на величину вынутаго слоя породы Н.

Технология отработки угольных пластов с породными прослойками и твердыми включениями зависит от их количества, толщины и крепости. На примере угольного пласта с одним породным прослойком (см. рис.5) показана технологическая последовательность срезов отдельных участков забоя.

1. Ударный орган вынимает слой породы 1 толщиной Н, а шнек выполняет функцию зачистки почвы и погрузки отбитой горной массы на конвейер.

2. Шнек вынимает слой угля 2 толщиной Н, освобожденный от породы; ударный орган, следуя за шнеком, вынимает очередной слой породы 3.

3. Ударный орган вынимает слой породы 4, шнек – нижнюю пачку угля 5 толщиной 2Н.

4. Шнек вынимает верхнюю пачку угля 6 толщиной 2Н, ударный орган – слой породы 7 толщиной Н.

Первые две операции технологического процесса подготовительные, а, начиная с третьей позиции, выемочная машина работает в установившемся режиме. За один цикл работы машины (2 хода вдоль лавы) ударным исполнительным органом вынимается 2 слоя породного прослойка, а шнеком нижняя и верхняя пачки угля. Подвигание забоя за цикл составляет 2Н. В качестве ударного исполнительного органа могут быть использованы пневматические и гидравлические ударные устройства с энергетическими параметрами, обеспечивающими эффективное разрушение породных прослоек и твердых включений.

Энергетические параметры ударных устройств исполнительного органа выемочной машины можно выбрать согласно рекомендациям [7] по «погонной ударной энергии» - энергии, отнесенной к длине лезвия клиновидного инструмента, необходимой для эффективного разрушения, которая должна быть не ниже $120-150 \text{ Дж/м}10^{-2}$. Тогда при длине лезвия инструмента 0.15 м энергия единичного удара ударного устройства должна быть не менее 1800 Дж, а частота ударов не ниже 6 с^{-1} .

Технологический цикл работы комплекса с выемочной машиной, оснащенной ударным и режущим исполнительными органами включает в себя два рабочих хода машины вдоль лавы, во время которых производится отбойка породного прослойка (2 стружки толщиной по 0.3 м) ударным исполнительным органом и отбойка угольных пачек толщиной по 0.6 м с одновременной зачисткой кровли и почвы шнековым органом. Концевые операции включают в себя работы, связанные с подготовкой машины к рабочему ходу в обратном направлении (реверсирование и

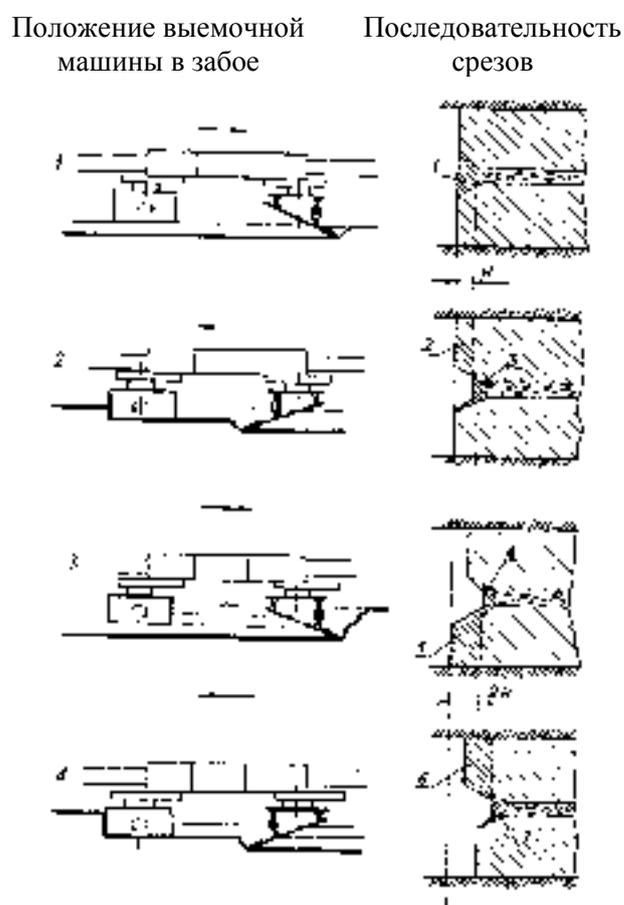


Рис. 5. Схема выемки угольного пласта с породными прослойками выемочной машиной

установка исполнительных органов на рабочий ход в забое), а также с перемещением скребкового конвейера и крепи на забой. Общее подвигание угольного забоя за один цикл составит 0.6 м.

При принятой скорости подачи 12 м/мин время одного цикла составит - 47 мин, в том числе отбойка породных прослоек и угля - 17 мин; время, затраченное на вспомогательные операции, согласно данным [5] можно принять 30 мин. Техническая производительность выемочной машины при массе отбитого угля за один цикл 156 т составит - 3.3 т/мин. При наличии в угольном пласте несколько породных прослоек для его полной очистки от породы потребуется большее число ходок выемочной машины, соответственно снизится и производительность выемки угля из забоя.

Таким образом, применение комбинированного способа разрушения, сочетающего резание с ударом, позволяет решить проблему выемки угольных пластов с породными прослойками и твердыми включениями, исключив при этом небезопасный и дорогостоящий буровзрывной способ разрушения.

Комбинированный способ позволяет вести процесс выемки угля из забоя в рациональном режиме при минимальных удельных энергозатратах, с производительностью отбойки сопоставимой с выемкой угля средней крепости современными узкозахватными очистными комбайнами, а также сокращает выход штыба угля (класса 0.6 мм) более чем в 2 раза.

Кроме того, комбинированный способ, основанный на поэтапном ударном разрушении крепких породных прослоек с последующим разрушением разупрочненной части забоя резанием может найти применение при добыче неоднородных по строению и прочностным свойствам продуктивных пластов рудных, россыпных, жильных месторождений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Габов В.В. Разработка и теоретическое обоснование модульных комплексов избирательного действия для добычи угля: Автореферат дис...докт. техн. наук/ СПГГИ. – СПб., 1999.- 50с.
2. Кичигин А.Ф., Игнатов С.Н., Лазуткин А.Г., Янцен И.А. Механическое разрушение горных пород комбинированным способом. – М.: Недра, 1972.-С.20-26.
3. Федулов А.И., Лабутин В.Н. Ударное разрушение угля. – Новосибирск: Наука, 1973.- 125с.
4. Федулов А.И., Иванов Р.А. Ударное разрушение мерзлых грунтов. - Новосибирск: Наука, 1975.- 128с.
5. Солод В.И., Зайков В.И., Первов К.М. Горные машины и автоматизированные комплексы. – М: Недра, 1974.- 502с.
6. Федулов А.И., Лабутин В.Н. Ударное разрушение мерзлых грунтов грунтов и горных пород // ФТПРПИ. – 1995. - №5.- С.57-62.
7. Маттис А.Р., Лабутин В.Н., Лысенко Л.Л. Методика определения энергетических параметров привода ударных зубьев ковша активного действия // ФТПРПИ. – 1995. № 5. – С. 62–68.