

УДК622.233.5

Канд. техн. наук БЕССОНОВ Ю.Д.

Национальная горная академия Украины, г. Днепропетровск, Украина

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОРОНКИ И ГОРНОЙ ПОРОДЫ В КОЛЬЦЕВОМ ЗАБОЕ

В работе приводятся результаты экспериментальной оценки эффективности ударного взаимодействия кольцевой коронки и горной породы применительно к условиям ударно-вращательного бурения разведочных скважин с использованием гидроударников. Оценка эффективности произведена по двум показателям: энергоемкости и коэффициенту использования энергии ударного импульса.

Экспериментальные исследования проведены на физической модели ударной системы гидроударника, выполненной в натуральную величину. Она состоит из молотка переходника наковальни, колонковой трубы длиной 4500 мм и коронки с подкоронником. Экспериментальные цилиндрические молотки при постоянном диаметре имели различную длину и массу (см. табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики ударных систем

№ п/п	Наименование	Масса, кг	Длина, мм	Диаметр, мм		Площадь поперечного сечения, см ²	Примечание
				Наружный	Внутренний		
1	Молоток	20	545	80	–	50	Торец плоский
2	-//-	35	820	-//-	–	-//-	-//-
3	-//-	50	1260	-//-	–	-//-	-//-
4	Колонковая труба	65	3000	108	94,5	22	Соударяемая поверхность переходника скруглена, радиус скругления 200 мм

Площадь поперечного сечения молотков больше, чем сечение колонковой трубы, поэтому форма ударных импульсов была ступенчатой [1]. Основные результаты исследования получены для трех значений скоростей соударения: 1,5; 2,0 и 3,0 м/с. Пределы скоростей соударения характерны для отечественных гидроударников. В качестве породоразрушающего инструмента использованы два типа кольцевых коронок: 4- и 6-резцовые.

Размеры блоков горных пород подбирались исходя из эффективной продолжительности ударного взаимодействия и скорости распространения волны напряжения в породе. Отраженная от граней блока волна напряжения не влияла на процесс разрушения.

Исследования проведены на трех петрографических разностях пород: граните, песчанике (Донбасс) и мраморе. Некоторые механические характеристики горных пород, полученные по методике Л. А. Шрейнера на приборе УМГП-3, приведены в табл. 2.

Предварительно на гранях блоков пород забуривались скважины глубиной 2 – 5 см. вращательным способом. В забое одной скважины, как правило, порода разрушалась при постоянном соотношении массы (длины) и скорости соударения молотка. В последующем изложении (на графиках) условно принято следующее обозначение соотношения массы молотка и скорости удара: "20×2" или "35×1,5", что соответствует удару молотком массой

20 и 35 кг и со скоростью 2 и 1,5 м/с. Количество единичных актов ударного взаимодействия коронки и по роды в одном забое находилось в пределах 3 – 6, т.е. среднее значение исследуемого параметра определялось по 3 – 6 измерениям. Экспериментальная установка оснащена специальной тензометрической аппаратурой.

Таблица 2 – Характеристики горных пород

Наименование породы	Твердость по штампу, кг/мм ²	Коэффициент пластичности	Удельная контактная работа разрушения, Дж/см ²
Гранит	610	1,40	118,0
Песчаник	445	2,75	31,5
Мрамор	125	5,70	26,0

Первичную информацию составили данные о характере прямого и отраженного импульса (осциллограммы) и объемы; разрушения годной породы. Если на осциллограммах отражена динамика процесса разрушения породы во времени, то измеряемый объем разрушения характеризует результат последствия того же процесса. Каждая группа данных имеет свои особенности как по характеру и методу регистрации, так и по целям, преследуемым при анализе. Объединяет их одинаковая математическая обработка, выполненная по правилам математической статистики и теории ошибок.

Первоначально по экспериментальным данным графическим путем устанавливалась зависимость между общей энергоемкостью разрушения и энергией подводимого и забоем ударного импульса. Как и следовало ожидать, энергоемкость с увеличением энергии падает почти по гиперболическому закону до некоторой постоянной величины.

Эти данные подтверждают установленную ранее зависимость между удельной энергоемкостью разрушения и энергией удара [1].

Однако, если при расчете энергоемкости не учитывать величину энергии отраженного от забоя импульса, которая фактически не затрачена при разрушении породы, то энергоемкость (действительная энергоемкость) в зависимости от энергии подводимого к забое ударного импульса становится величиной постоянной, характерной только для разрушаемой горной породы (рис. 1). Некоторый разброс точек на рисунках обусловлен, как вероятностным характером разрушений породы многолезцовою коронкой, так и разбросом данных измерения.

Анализ указанной зависимости для различных горных пород показывает, что так называемая действительная энергоемкость в отличие от общей энергоемкости, в основном, определяется физико-механическими свойствами разрушаемой горной породы и не зависит от характера (формы) ударного импульса и типа коронки. При более тщательном анализе можно заметить, что у 6-лезцовых коронок удельная энергоемкость несколько выше, но этот незначительный рост выдерживается для всех пород и находится в пределах погрешности измерений. Предварительное затупление коронок до 2,9 мм также мало влияет на величину действительной энергоёмкости.

Влияние характера ударного импульса (соотношения амплитуды и длительности) на эффективность разрушения породы можно проследить по коэффициенту использования энергии ударного импульса. Он определяется по данным тензометрии прямой и отраженной (от забоя) волн напряжения исходя из соотношения

$$\eta = \frac{W_n - W_0}{W_n},$$

где W_n и W_0 - соответственно энергия начальной и отраженной от коронки воли напряжений.

Зависимость коэффициента использования энергии от энергии подводимого к коронке ударного импульса носит сложный характер, так как способ формирования может

быть различным – или за счет скорости соударения молотка с наковальней, или за счет массы молотка. Изменение массы молотка можно осуществлять за счет увеличения длины его или площади поперечного сечения (диаметра). В последнем случае способ формирования энергии в ударном импульсе будет почти таким же, как и при изменении скорости удара. В нашем случае изменение массы молотка осуществлялось за счет его длины, т.е. изменялась продолжительность ударного импульса.

Если проследить зависимость коэффициента использования энергии от продолжительности ударного импульса (длина молотка) (рис. 2) и скорости соударений (рис. 3) для различных горных пород, то можно сделать следующие выводы:

1. Для хрупко разрушающихся пород (гранит, песчаник) более высокий коэффициент использования энергии у тех ударных импульсов, которые генерируются более длинными молотками ($\eta = 0,7 - 0,8$).

Причем тот же результат получается и для 6-резцовых короною. У мрамора эта зависимость не проявляется так резко.

2. С повышением скорости удара молотка при постоянной его длине (массе) коэффициент использования энергии монотонно падает, причем темп снижения незначителен.

Качественную сторону указанных соотношений при разрушении породы единичным ударом можно объяснить следующим образом. Подводящая к коронке энергия неравномерно распределена по длине (продолжительности) ударного импульса, причем в начальной стадии разрушения в породу поступает постоянно увеличивающаяся во времени величина энергии, определяемая передним фронтом волны (фронт нарастания).

Крутизна переднего фронта волны определена жесткостью и геометрическим соотношением элементов ударной системы в целом. Для короткого молотка (до 500 мм) фронт нарастания составляет примерно 0,4 длительности всего ударного импульса, тогда как для длинного молотка он составляет 0,2. У более длинных молотков наблюдается более равномерный и постоянный подвод энергии к разрушаемой горной породе. Поэтому для всех исследуемых горных пород в диапазоне скоростей удара 1,5 – 4 м/с наблюдается тенденция к повышению коэффициента использования энергии ударного импульса с увеличением его продолжительности (длины молотка).

С повышением скорости удара наблюдался обратная картина – снижение коэффициента использования энергии из-за роста инерционных свойств рассматриваемой системы в

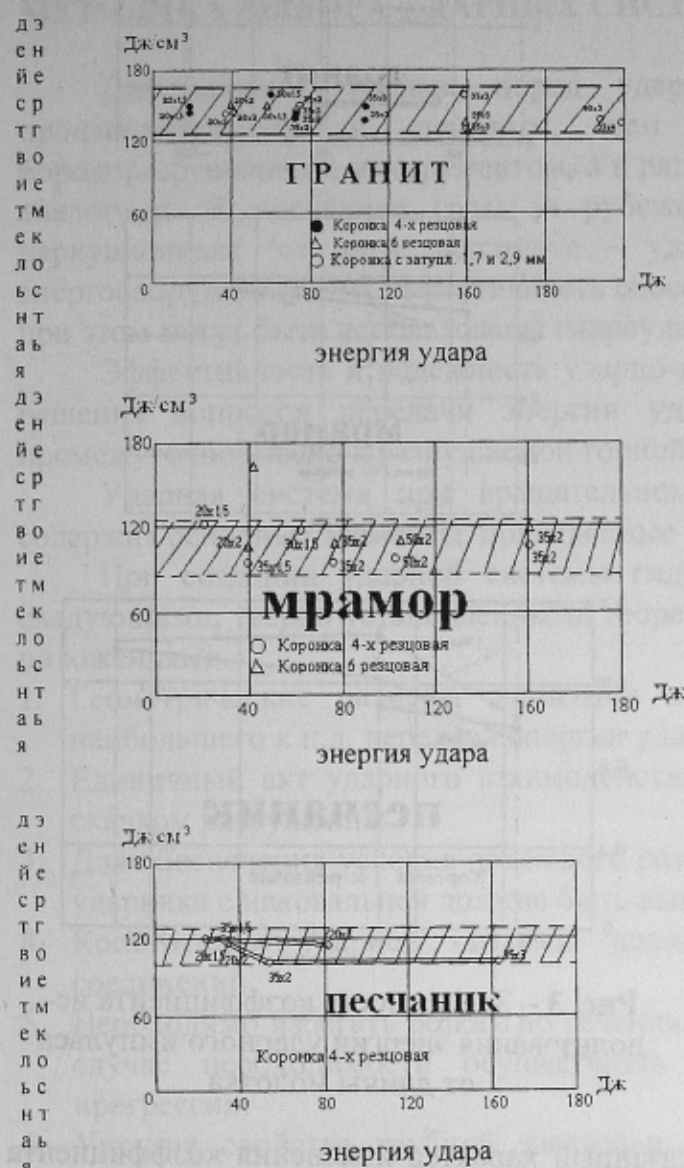


Рис. 1 – Зависимость действительной энергоёмкости разрушения породы от энергии ударного импульса.

целом и повышения сил трения при перемещении резца в разрушенной породе.

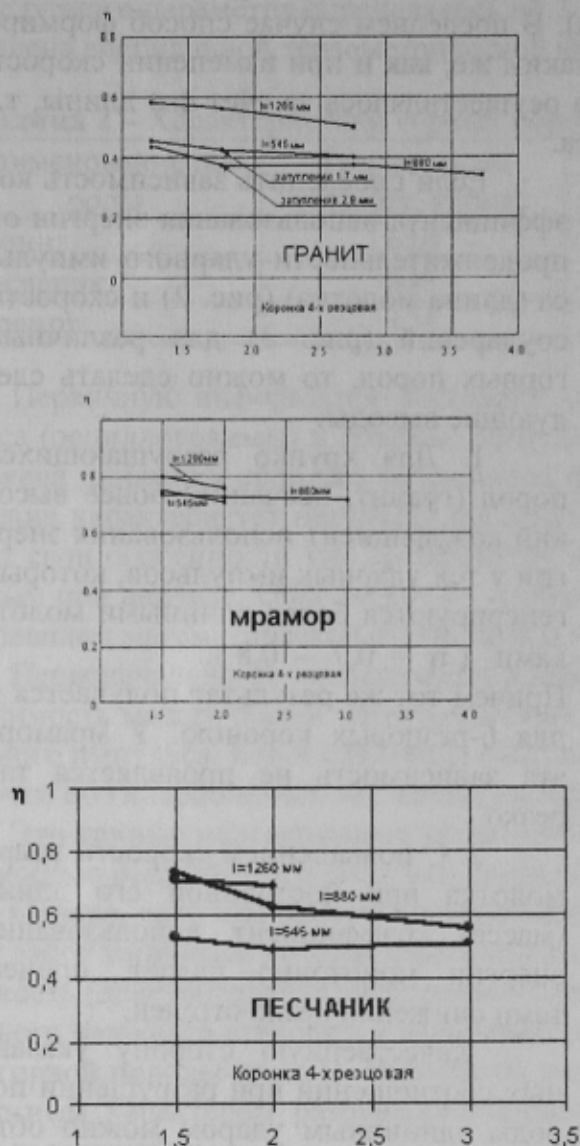


Рис. 2 – Зависимость коэффициента использования энергии ударного импульса от скорости соударения молотка

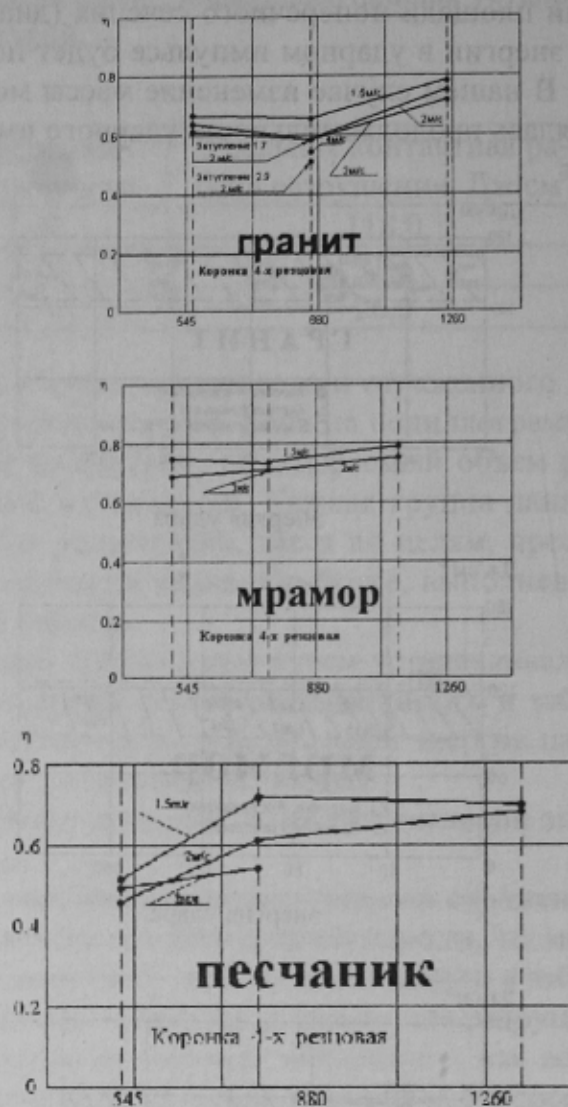


Рис. 3 – Зависимость коэффициента использования энергии ударного импульса от длины молотка

Нельзя забывать также и о том, что указанный характер изменения коэффициента использования энергии справедлив только тогда, когда обеспечены достаточные энергетические условия и, прежде всего, критическое значение скорости удара для 4-х резовых коронок, указанный диапазон критических значений скоростей удара находится ниже 1,5 м/с и не зафиксирован точно. Для 6-резцовой коронки он находится в пределах 1,5 – 2 м/с и хорошо отмечается для хрупко разрушающихся пород (гранит и песчаник).

Затупление резцов коронки равносильно снижению амплитудного значения ударного импульса, что ведет к повышению критических значений скоростей удара.

Библиографический список

1. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев Б.Д. Техника бурения при разведке месторождений полезных ископаемых" 3-е изд. – М.: Недра, 1987.– 272 с.