

УДК 622.232.5 : 622.234.5

ТЕХНИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

И. А. КУЗЬМИЧ, С. А. БРУНС, Г. Д. ГАРБУЗ

О РАЗРУШЕНИИ УГЛЯ И ГОРНЫХ ПОРОД СТРУЕЙ ВОДЫ

(Представлено академиком Н. В. Мельниковым 25 V 1971)

Эффективность разрушения угля и горных пород струей воды определяется их прочностными свойствами, гидродинамическими параметрами струи и характером взаимодействия струи с разрушаемым материалом, временем воздействия и другими факторами. Основным показателем эффективности является глубина разрушения массива струей воды, перемещающейся относительно его поверхности с определенной скоростью.

Целью настоящей работы является установление наиболее обоснованной с физической точки зрения зависимости глубины разрушения от гидродинамических параметров струи, относительной скорости перемещения ее и прочностных свойств разрушаемого материала. Настоящая работа обобщает экспериментальные данные по разрушению углей 10 шахт Донецкого угольного бассейна (¹, ²), горных пород (³), результаты исследований авторов по разрушению крепких углей (коэффициент крепости по М. М. Протодяконову >2) и однородных материалов (алебастр, пластилин).

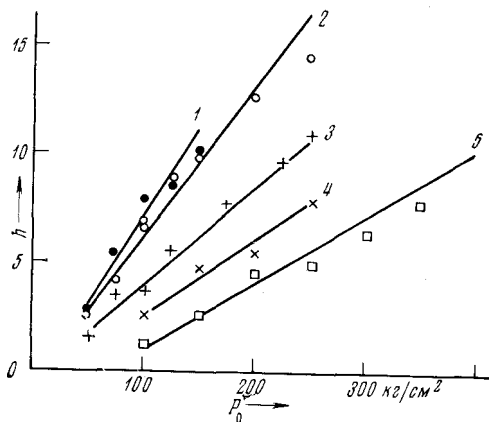


Рис. 1. Зависимость глубины разрушения h от гидродинамического давления струи воды при постоянных значениях скорости перемещения v_n и диаметра насадки для углей Донецкого бассейна. 1 — шахта Вергелёвская, 2 — № 12 им. Дзержинского, 3 — № 63 Зимогорье, 4 — Пионер Д-1, 5 — им. Абакумова

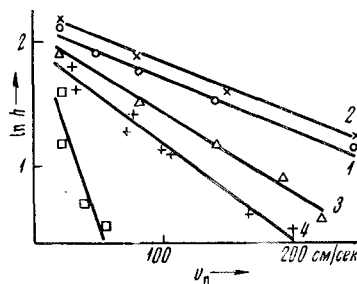


Рис. 2. Зависимость глубины разрушения h от скорости перемещения струи v_n при постоянных значениях гидродинамического давления струи и диаметра насадки для углей Донецкого бассейна. Обозначения те же, что и на рис. 1

Разрушение осуществлялось струями воды при давлениях от 50 до 500 ат (для углей) и до 2000 ат (для породы), пластилин разрушался при давлениях от 50 до 150 ат. В процессе эксперимента диаметр насадок струеформирующего устройства изменялся от 1 до 5 мм; скорость перемещения струи относительно разрушаемой поверхности изменялась от 0,1 до 6 м/сек. Все исследования проводились в области начального участка струи.

Зависимость глубины разрушения h от гидродинамического давления P (рис. 1), полученная в результате обработки экспериментальных данных по разрушению углей Донбасса, а также горных пород струями воды при постоянных значениях относительной скорости перемещения и диаметра насадки имеет вид

$$h = \begin{cases} 0 & \text{при } P \leq P_k, \\ C(P - P_k) & \text{при } P > P_k, \end{cases} \quad (1)$$

где P_k — критическое давление струи воды, величина которого определяет начало разрушения материала, при постоянных параметрах струи; C — параметр, определяющий сопротивляемость данного материала разрушению в зависимости от скорости перемещения струи и величины диаметра насадки струеформирующего устройства.

При $P = P_k$ уголь или горная порода в зоне контакта со струей воды находятся в предельном напряженном состоянии, предшествующем разрушению. Следовательно, P_k является показателем твердости разрушаемых углей и пород струями воды.

Скорость перемещения струи по забою определяет время взаимодействия струи с разрушаемым материалом.

Анализ зависимости глубины разрушения h от скорости перемещения струи v_n при постоянных значениях гидродинамического давления и диаметра насадки показывает, что изменение глубины разрушения по мере возрастания скорости перемещения можно рассматривать как процесс затухающий.

Обработка экспериментальных данных в полулогарифмической системе координат позволила установить линейную зависимость между $\ln h$ и v_n (рис. 2), следовательно,

$$h = h_0 \exp(-\alpha v_n), \quad (2)$$

где h_0 — максимальная глубина разрушения при постоянных параметрах струи; α — показатель изменения глубины разрушения, зависящий от физико-механических свойств разрушаемого материала.

Из уравнений (1) и (2) следует, что

$$C = C_0 \exp(-\alpha v_n); \quad (3)$$

тогда

$$h_0 = C_0(P - P_k). \quad (4)$$

Согласно (4) C_0 — удельная сопротивляемость данного материала разрушению струей воды при постоянной величине диаметра насадки.

Ниже приводятся значения параметра C при различных диаметрах насадок, полученные в результате обработки экспериментальных данных по разрушению угля струей воды для условий пласта l_6 шахты «Вергелёвская» (Донбасс) при постоянной относительной скорости перемещения струи, равной 0,34—0,35 м/сек.

Диаметр насадки, мм	1,24	1,86	2,23	3,01
C	0,0279	0,0445	0,0615	0,0682

Аналогично характеру изменения параметра C от диаметра насадки будет изменяться и удельная сопротивляемость материала разрушению струей воды.

Обобщая все полученные выше зависимости для определения глубины разрушения, получим

$$h = C_0(P - P_k) \exp(-\alpha v_n). \quad (5)$$

Уравнение (5) показывает зависимость глубины разрушения угля и горных пород от гидродинамических параметров струи и физико-механи-

ческих свойств разрушаемого материала при постоянном диаметре насадки.

Особый интерес представляет сопоставление прочностных характеристик угля и горных пород, применяемых в горногеологических исследованиях, с полученными в настоящей работе параметрами P_k и α . Однако этот вопрос представляет самостоятельную задачу, требующую дополнительных исследований.

Институт горного дела
им. А. А. Скочинского
Москва

Поступило
17 V 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Ю. А. Гольдин, Исследование гидравлического разрушения угля тонкими струями высокого давления применительно к расчету параметров исполнительных органов нарезных машин, Кандидатская диссертация, М., 1967. ² В. Д. Ковальский, Исследование разрушения донецких углей тонкими струями воды высокого давления, Кандидатская диссертация, М., 1968. ³ А. Н. Зеленин, Г. М. Веселов, Ю. Г. Коняшин, В сборн. Вопросы горного дела, 1958.