

где  $\tau_s = K$ , и приведем расчет для условий:  $K=1$ ,  $\sigma_n=10,3$ ,  $\mu=1$ ,  $f=0,365$ . Эпюра эффективных касательных напряжений в зависимости от наклона площадки разрушения представлена на рис.2, из которого видно, что во всех сечениях, кроме продольного, и близких к нему, эффективные касательные напряжения отрицательны, то есть в этих сечениях напряжения трения превышают активные касательные напряжения. И как ожидалось, при соблюдении условия (16) одноосного сжатия в осевом сечении имеет место максимальные эффективные касательные напряжения, приводящие к раскалыванию образцов горных пород вдоль их оси (парадоксальная форма разрушения). Таким образом, сопоставление теоретических и экспериментальных исследований позволяет утверждать, что разрушение образцов горных пород правильной формы вдоль сжимающей нагрузки происходит за счет максимальных эффективных касательных напряжений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филин А.П. Прикладная механика деформируемого тела, т.1, М.: Мир, 1975 - 832с.
2. Оберт Л. Хрупкое разрушение горных пород. // Разрушение, т.7, ч.1 - М.: Мир, 1976.-С.59-128.
3. Барон Л.И. Горнотехническое породоведение. - 324с.
4. Васильев Л.М. Углы скола горных пород при разрушении // Процессы разрушения горных пород. К.: Наук. думка, 1982 - С.21-25.

УДК 622.333.002.68 :622.7

В.Г.Перелелица

(ИГТМ НАН Украины)

**ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ  
ОБЪЕМОВ ВЫХОДА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ УГОЛЬНЫХ  
ШАХТ И ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ НА  
ПРЕДПРИЯТИЯХ УКРАИНСКОГО ДОНБАССА**

*Приведені показники, які характеризують обсяги виходу промислових відходів вугільних шахт і збагачувальних фабрик Українського Донбасу за останні 20 років. Доведено, що накопичена на денній поверхні кількість відходів за характером впливу на оточуюче середовище є екологічно значущим. Визначена тенденція зміння цих показників і показані шляхи ефективного використання промислових відходів з мінімальними витратами на сучасному технологічному рівні.*

Расположение значительного количества горнодобывающих и горноперерабатывающих предприятий в густонаселенных регионах Украины, типичным представителем которых является Украинский Донбасс, обуславливает тесное переплетение региональных геосистемных и локальных биоэкологических факторов. Их техногенное воздействие на экологическое состояние этого региона обуславливается, в частности, степенью влияния накопленных на земной поверхности отходов. В настоящее время на Украине только твердых отходов накоплено около 23 млрд. т и занимают они более 150 тысяч гектаров земли. Средняя плотность их почти в 10 раз превышает этот показатель по России.

По данным [1] образование и накопление такого количества отходов является экологически значимым и представляет собой одну из причин негативных последствий экологического, медицинского, социального и демографического характера в угледобывающих регионах.

Показатели, характеризующие объемы выхода пустых пород по отрасли за последние 20 лет, приведены в таблице.

Анализ приведенной информации показывает, что при устойчивом снижении добычи угля за 1976-1988 годы на 8,8 % объем накопления породы в отрасли имел устойчивую тенденцию к росту и увеличился на 37 %. При этом увеличился как выдаваемый из шахт объем породы (на 30,4 %), так и выход отходов переработки горной массы на обогатительных фабриках (46,5 %).

Более наглядно тенденция нарастания объемов твердых отходов наблюдается при анализе относительных показателей образования породы - на 1000 тонн добычи или перерабатываемой горной массы. Так, относительный объем выдавае-

мой из шахт породы увеличился с 294 т в 1976 году до 453 т в 1988 году (более чем в 1,5 раза), а отходы обогащения соответственно возросли на 24 %. В целом по отрасли относительный объем накопления в отвалах на поверхности породы за указанный период увеличился с 514 т до 803 т или на 64 % [2].

Таблица - Объемы добычи угля и выхода пустых пород по отрасли

Годы	Объем добычи угля, млн. т	Получено породы, млн. т			Относительный объем породы на 1000 т угля, т		
		Всего	В том числе		Всего	В том числе	
			от проведения и ремонта выработок	при обогащении угля		от проведения и ремонта выработок	при обогащении угля
1975	215,7	108,5	62,7	45,8	503	291	298
1976	218,1	112,2	64,1	48,1	514	294	305
1977	217,0	113,6	64,2	49,4	524	296	308
1978	210,9	114,9	65,6	49,3	545	311	311
1979	204,7	118,7	66,5	52,2	580	325	326
1980	197,0	120,7	67,7	63,0	613	344	336
1981	191,1	124,9	70,3	54,6	645	368	353
1982	194,0	131,3	74,1	57,2	676	382	358
1983	190,8	136,9	74,0	62,9	718	388	371
1984	190,7	139,8	75,1	64,7	733	394	371
1985	189,0	145,3	77,5	67,8	769	410	384
1986	193,0	151,2	82,2	69,0	784	426	383
1987	191,9	150,2	83,5	66,7	783	435	378
1988	191,9	153,9	86,8	67,1	803	453	378
1989	180,1	147,2	83,9	63,3	817	466	375
1990	164,8	142,0	81,9	60,1	862	497	377
1991	143,1	128,0	74,6	53,4	894	521	373
1992	128,6	118,4	69,8	48,6	921	543	378
1993	112,9	106,6	59,4	47,2	944	526	396
1994	92,4	80,6	44,9	35,7	872	486	300

Начиная с 1988 года в отрасли отмечено снижение абсолютного объема породы, что предопределяется продолжающимся спадом добычи угля. Вместе с тем, относительные объемы выхода всей породы, а также породы от проведения и ре-

монта выработок в том числе, продолжали расти вплоть до 1993 года и составили 944 и 526 т соответственно.

Период 1990-1995 годов характерен все возрастающим социально-экономическим кризисом угольной промышленности, в результате чего резко снизились показатели работы отрасли: объем добычи угля упал со 164,8 до 81,5 млн.т, переработка угля на обогатительных фабриках снизилась со 159,2 до 63,3 млн. т, проведение подготовительных выработок уменьшилось с 2187,7 км (19,9 млн. м<sup>3</sup>) до 1006,5 км (9 млн. м<sup>3</sup>). Однако в части образования твердых отходов количественные показатели имели неадекватный характер. Так, при снижении добычи угля более чем в два раза относительный объем выдачи породы из шахт уменьшился только на 13,5 %, а отходы обогащения сократились на 68,8 %. На отдельных шахтах и производственных объединениях или холдинговых компаниях относительный выход породы за этот период даже увеличился. Так, в ПО "Артемуголь" он возрос с 94,2 % до 116 %, в ПО "Донецкуголь" - с 87,6 % до 89,7% [2].

Нарастающий относительный объем получаемой породы в отрасли за рассматриваемый период объясняется переходом на более глубокие горизонты, отработкой менее мощных пластов и проведением подготовительных выработок увеличенного сечения, что объективно обусловлено температурным и газовым факторами, а также возрастающим давлением вмещающих пород. В перспективе в связи с общей реструктуризацией угольной промышленности и качественным обновлением шахтного фонда суммарный выход твердых отходов очевидно снизится и стабилизируется, однако останется на достаточно высоком уровне - порядка 600-800 т на 1000 т добычи [2].

Поэтому вопросы снижения удельного объема твердых отходов и более широкого применения технологии добычи с закладкой выработанного пространства остаются актуальными и требуют практического решения.

Анализируя динамику изменения абсолютных и относительных объемов твердых отходов горнопромышленного производства за последние 20 лет можно сделать следующие выводы:

- при любом востребованном уровне потребления угля в народном хозяйстве сопутствующее образование твердых отходов будет достаточно высоким и ожидается порядка 600-800 тонн на 1000 тонн добычи угля, объем образующейся в шахте породы от проведения и ремонта горных выработок составит 55-60 % от ее общего количества;

- неудовлетворительная экологическая обстановка угледобывающих регионов Украины требует принятия незамедлительных мер по снижению объемов складирования твердых отходов на поверхности. С этой целью необходим комплекс решений, направленных на более масштабное применение и качественное изменение способов закладки выработанного пространства. Целесообразной является реализация последнего в направлении расширения области применения систем с закладкой и увеличения числа решаемых при этом задач.

Одним из таких путей является комплексный подход к решению задач закладки выработанного пространства и охлаждения воздуха глубоких шахт на базе использования создаваемой в институте системы технических средств и способов подготовки, транспортирования и возведения закладочного массива из пустых пород и других отходов промышленных производств, формируемых в условиях низких температур в виде шаров-брикетов. Комплексность предлагаемого подхода заключается в возможности увязки в единой технологической цепи процессов утилизации отходов промышленных производств, закладки выработанного пространства составами с наперед заданными физико-механическими свойствами, охлаждения воздуха и деминерализации шахтных вод. Геоэкологическая оценка способа свидетельствует о возможности существенного повышения экологической защищенности регионов с интенсивной горно-промышленной деятельностью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бент О.И. Прогноз социально-экологических последствий утилизации промышленных отходов в Украине // Уголь Украины. - 1997. - № 2-3. - С. 56-57.
2. Концепция решения проблемы оставления породы в шахтах. ДонУГИ, 1996, 30с.

УДК 622.831

В.С.Кулинич

(ИГТМ НАН Украины)

### СОПРОТИВЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД РАЗРУШЕНИЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ РАЗРЫВОМ

*Викладена методика та результати зруйнування скельових гірських порід гідравлічним розривом.*

Сопротивление горных пород разрушению внутрискважинным гидростатическим давлением при отсутствии внешних напряжений ( $p^*$ ) является характерным прочностным параметром, физически отличающимся от известных прочностных характеристик, которые получают путем одноосных разрушений образцов по стандартным методикам [1].

В ИГТМ НАН Украины разработан способ и определены условия, стандартизирующие процесс разрушения образцов горных пород внутрискважинным гидростатическим давлением [2].

Определение  $p^*$  выполняют в лабораторных или полевых условиях на образцах цилиндрической или неправильной формы. Для этого в образце бурят нагнетательную скважину диаметром 6-20 мм, соблюдая условия, чтобы толщина стенки относительно скважины была не менее двух ее диаметров. При этом испытуемый образец с произвольным внешним контуром может рассматриваться как толсто-стенная емкость с бесконечно большой толщиной стенок [1, 2]. Клеевым твердеющим составом в пробуренной скважине герметизируют (безраспорная герметизация) металлическую нагнетательную трубку с таким расчетом, чтобы длина образованной нагнетательной камеры была не менее 2-3 ее диаметров. Подключив.