

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ВЫСОКОМЕТАМОРФИЗОВАННЫХ УГЛЕЙ

к.т.н. Стариков Г.П., инж. Шевченко А.В. (Отделение физико-технических горных проблем ДонФТИ НАНУ), **инж. Чистоклестов В.Н.** (ГХК «Октябрьуголь»)

Добыча высокопрочных антрацитов с выходом летучих $V_r \leq 5\%$ требует больших энергозатрат, а в силу своей химической природы, обуславливающей его высокие упругие характеристики и низкие деформационные свойства он, как правило, разрушается хрупко с образованием мелкодисперсного нетоварного продукта. Одним из возможных направлений решения данной проблемы – снижение энергоемкости разрушения и соответственно повышение сортности угля является физико-химическое разупрочнение его подными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ) или химически активных веществ (ХАВ), основанное на эффекте П.А.Рабиндера. Представляет интерес направление работ, связанное с определением зависимостей системы разрушаемый материал (порода, уголь) - активная жидкость.

В этом плане разными авторами делались попытки подобрать вещества, водные растворы которых оказывали бы разупрочняющие действия на структуру угля. Из анализа работ [1-3,6], наиболее полно отражающих результаты исследований, влияние различных ПАВ и ХАВ на прочностные свойства углей с выходом летучих $V_r > 5\%$ следует, что целый ряд таких растворов эффективно снижает прочность угля на 25-40%. Однако для хрупких углей с прочностью более 25 МПа, указанный предел снижения явно недостаточен и выбор типа и концентрации растворов требует дополнительных исследований.

Оценка эффективности ПАВ по степени их влияния на физико-механические характеристики угля производилась с учетом результатов работ [1-3,5,6], а также на базе ПАВ, выпускаемых промышленностью. Типы исследуемых ПАВ и концентрации их в водных растворах приведены в табл. 1.

Методически исследования проводились следующим образом. Из кусков антрацита, отобранных на шахте «Коммунист» вырезали образцы кубической формы с размером ребра грани $5,5 \pm 0,5$ см, их взвешивали и помещали в водные растворы исследуемых ПАВ. После насыщения в течение 15-24 часов образцы извлекали и взвешивали для определения количества сорбированного водного раствора ПАВ. После этого на установке неравнокомпонентного трехосного сжатия определяли их механические характеристики по

программе $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$, где σ_1 , σ_2 , σ_3 – нагрузки по трем взаимноперпендикулярным осям. Величины σ_2 и σ_3 подбирались с учетом условий, когда, во-первых, ограничивалось влияние крупных трещин на начальном этапе нагружения, во-вторых, обеспечивалось невысокое значение шарового тензора и, в-третьих, минимизировалось количество исследуемых образцов. Исходя из этих соображений, уровень напряжений принимался $\sigma_2=2,6$ МПа, а $\sigma_3=0,65$ МПа.

Таблица 1. Тип исследуемых ПАВ и их концентрация.

№	Тип вещества	Концентрация ПАВ в воде
1.	Сульфонол НП-3	0,5
2.	УЩР	0,5
3.	УЩР+НП-3	0,5
4.	Алкилсульфонол+триполифосфат+аммоний серноокислый (состав №1)	0,5
5.	Состав №1	1,0
6.	Состав №1	2,0

Все результаты исследований приведены в таблице 2 и на рис. 1. Анализ результатов исследований показал, что несмотря на то, что все исследуемые ПАВ сорбируются на угле в количествах 1,4-1,6%, тем не менее, наиболее эффективными веществами являются 0,5% раствор УЩР и 1% раствор состава №1. Добавки этих ПАВ к воде обеспечивают уменьшение предельной прочности на 68%, модуля упругости и модуля сдвига в 1,9-2,0 раза, при этом напряжение, при котором фиксируются разупрочняющие эффекты, снижается в обработанных образцах более чем в два раза по сравнению с исходными (неувлажненными образцами). Особо следует отметить изменение механизма разрушения. Несмотря на то, что вид напряженного и деформационного состояния в соответствии со схемой нагружения близок к обобщенному сжатию, траектория кривых на рис. 1 характеризует пластическое деформирование углей, обработанных 0,5% раствором УЩР и 1% раствором №1. Расчеты энергии изменения объема A_0 и формоизменения - A_f [4], приведенные в табл. 2 показали, что действительно под влиянием вышеуказанных составов усиливается сдвиговый механизм деформирования, о чем свидетельствует уменьшение энергии изменения объема в среднем в 2,2 раза и увеличение энергии формоизменения в 1,65-1,77 раза.

В целом, в условиях реальной добычи угля такие изменения приведут к тому, что при приложении нагрузки к угольному массиву он будет пластически деформироваться с образованием зоны отжима, а исполнительному органу добычного комбайна достаточно будет разрушать отжатый уголь.

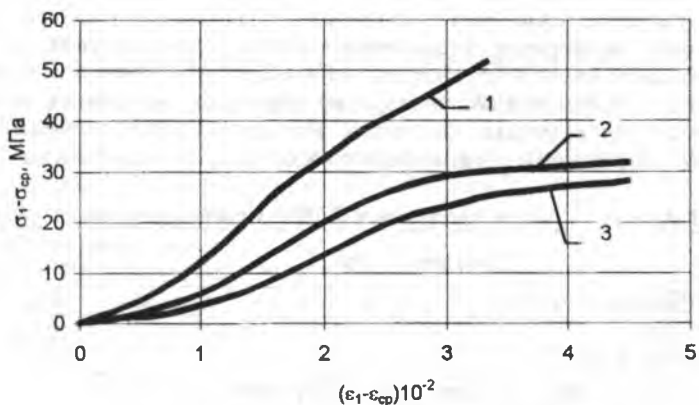


Рис. 1. Зависимость $\sigma_1 - \sigma_{cp} = f(\epsilon_1 - \epsilon_{cp})$ для антрацита:

1 - необработанный уголь, 2 - обработанный 0,5% УЩР, 3 - обработанный 0,5% составом №3

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований.

№	Тип угля и концентрация ПАВ в воде	Содержание сорбирующей воды, W_c , %	Пределная прочность, $\sigma_{пр}$, МПа	Напряжение начала разрушения, σ_n , МПа	Модуль упругости, E , 10^4 МПа	Модуль сдвига, G , 10^3 МПа	Энергия изменения объема A_o , Дж/м ³	Энергия формоизменения, A_f , Дж/м ³
1.	Антрацит (исходный)	-	76,0	48,7	3,53	7,8	0,61	0,35
2.	Антрацит 0,5% НП-3	1,48	56,7	33,8	3,0	-	-	-
3.	Антрацит 0,5% УЩР	1,52	47,9	23,9	1,9	4,7	0,27	0,58
4.	Антрацит 0,1% НП-3 0,5% УЩР	1,40	53,1	31,9	2,0	-	-	-
5.	Антрацит 0,5% состава №1	1,50	49,3	25,9	1,8	-	-	-
6.	Антрацит 1,0% состава №1	1,60	42,8	23,7	1,4	4,1	0,30	0,62
7.	Антрацит 2,0% состава №1	1,42	60,9	32,2	1,7	-	-	-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.Д., Стариков Г.П. Борьба с выбросами путем нагнетания водных растворов ПАВ в угольный пласт. // Уголь Украины. - 1976. - №8. - С. 40-41.
2. Алексеев А.Д., Стариков Г.П. Влияние обработки водным раствором ПАВ на состояние угольных пластов. // Уголь. - 1985. - №6. - С. 7-9.
3. Васючков Ф.В. Физико-химические способы дегазации угольных пластов. - М.: Недра, 1986. - 255 с.
4. Мосинец Б.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. - М.: Недра, 1976. - 271 с.
5. Шукин Е.Д. Понижение поверхностной энергии и изменение механических свойств твердых тел под влиянием окружающей среды. // ФХММ. - 1983. - №3. - С. 141-161.
6. Алексеев А.Д., Недодаев Н.В. Предельное состояние горных пород. - К.: Наукова думка, 1982. - 200 с.