

- Alexeev A.D., Sinolitsky V.V., Vasilenko T.A. et al.// ФТВД 1993. Т.3, № 2. с. 3 - 10. (in Russian)
- Alexeev A.D., Feldman E.P., Vasilenko T.A. Alternation of methane pressure in closed pores of fossil coals. // Fuel 79 (2000). 939-943.
- Ходот В.В. Внезапные выбросы угля и газа. - М.: Госгортехиздат, 1961, - 364 с.
- Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. - М.: Мир, 1984, - 407 с.
- Лундин А.Г., Федин Э.И. ЯМР-спектроскопия. - М., Наука, 1986, 172 с.

УДК 539.375:622.236

ВЛИЯНИЕ ВИДА НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УГЛЕЙ ПРИ РАЗРУШЕНИИ ИХ В УСЛОВИЯХ ОБЪЕМНОГО СЖАТИЯ

д.т.н. Ревва В.Н., асп. Бачурин Л.Л., асп. Кравченко А.В.,
инж. Василенко Н.И. (ИФГП НАН Украины)

Встановленні закономірності впливу напруженого стану на механічні властивості вугілля різних марок при руйнуванні його в умовах об'ємного нерівнокомпонентного стиснення

INFLUENCE OF TYPE OF THE TENSE STATE ON MECHANICAL PROPERTIES OF COALS AT DESTRUCTION OF THEM IN THE CONDITIONS OF BY A VOLUME COMPRESSION

Revva V.N., Bachurin L.L., Kravchenko A.V., Vasilenko N.I.

Stress system effects on the mechanical properties of various coals are studied at their destruction under conditions of true triaxial compression

Физико-механические свойства горных пород, как и многих других тел, зависят в значительной степени от вида и величины напряженного состояния, при которых они определяются. Поэтому экспериментальные исследования в этом направлении представляются весьма актуальными.

В настоящей работе на установке неравнокомпонентного трехосного сжатия (УНТС) [1] по методике [2] проведены испытания призматических образцов углей до разрушения для разных видов напряженного состояния, характеризующихся параметром Надаи-Лоде

$$\mu_{\sigma} = 2 \left(\frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \right) - 1,$$

где $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ - главные напряжения, с целью оценки влияния этих видов на механические свойства углей.

Испытывались угли разных марок со следующими характеристиками:

А – «антрацит»:

П/о Шахтерскантрацит, шахта «2-2бис», пласт «Фоминской» h_8 с содержанием летучих $V^e=4,8\%$, содержанием серы-1,0%, зольность угля-12%, влажность угля-3,8%, глубина залегания 493м, блестящий, содержание витренита около 90%. Естественная метаноносность пласта-20-28 м³/т. Угольный пласт сложного строения, двухпачечный, угольные пачки разделены прослоем сланца глинистого, угле-глинистого мощностью 0,01-0,03м. Верхняя пачка 0,19-0,21м. Средняя вынимаемая мощность пласта 1,05-1,13м. Образцы угля извлечены из раскоски 10-го бис западного откаточного штрека.

Т – «Тоцкий»:

П/о Макеевуголь, шахта «им.С.М.Кирова», пласт h_{10}^B , глубина залегания 365м, содержание летучих $V^e=10,3\%$. Естественная метаноносность пласта-25,7-35,7 м³/т. Основная кровля(15м)-глинистый сланец, непосредственная кровля(5м)-глинистая кровля, угольный пласт 1,12 м, почва пласта-песчаник. Место отбора проб-5-й восточный конвейерный штрек пласта h_{10}^B .

Ж – «Жирный»:

Шахта «Торецкая», пласт K_8 , содержание летучих $V^e=33,8\%$, содержание серы-5,0%, зольность угля-14,7%, влажность угля-1,2%, глубина залегания 810м, содержание витренита до 85%, природная метаноносность около 12 м³/т. Пласт угля сложного строения и состоит из следующих пачек: верхняя пачка-уголь полублестящий, средней крепости, трещиноватый, слоистый(0,36м), ниже прослой угольного сланца перемятого(0,02-0,03м), средняя - уголь мощностью 0,06-0,1м; ниже прослой углистого перемятого сланца(0,03-0,05м), третий слой-уголь средней крепости, трещиноватый, мощностью 0,52-0,55м.

К – «Коксующийся»:

Шахта «Засядько», пласт L_1 , содержание летучих $V^e=28,8\%$, зола-4,3-18,7%, сера-2,2-3,39%, природная влага-1,2%. Уголь полублестящий, содержание витренита до 75%, сложного строения, хрупкий, с включениями пирита, опасен по газу, сульфурным выделениям метана, взрывчатости угольной пыли, внезапным выбросам угля и газа. Природная метаноносность пласта-20-25 м³/т.

Призматические образцы, изготовленные из углей перечисленных марок, были подвергнуты воздействию объемного неравнокомпонентного сжатия до разрушения.

Реализовывались пять видов напряженного состояния:

- программа 1 – обобщенное сжатие: $\mu_\sigma = -1$;
- программа 2 – обобщенное растяжение: $\mu_\sigma = +1$;
- программа 3 – обобщенный сдвиг: $\mu_\sigma = 0$;
- программа 4 – между обобщенным сжатием и обобщенным сдвигом: $\mu_\sigma = -1/2$;
- программа 5 – между обобщенным сдвигом и обобщенным растяжением: $\mu_\sigma = +1/2$;

Установка УНТС конструкции ИФГП НАНУ позволяет в трех взаимно перпендикулярных направлениях создавать независимые напряжения при замкнутой камере, в которой содержится призматический образец, и объем которого изменяется идентично объему образца. На протяжении всего процесса деформирования, вплоть до разрушения, фиксировались прикладываемая нагрузка по трем осям и деформации образца. По специальной программе на персональном компьютере рассчитывались механические свойства испытываемых образцов, в том числе параметры Надаи-Люде μ_σ и μ_ϵ , характеризующий вид деформационного состояния.

$$\mu_\epsilon = 2 \left(\frac{\epsilon_2 - \epsilon_3}{\epsilon_1 - \epsilon_3} \right) - 1$$

где $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ – главные деформации.

В результате экспериментальных исследований установлены следующие закономерности.

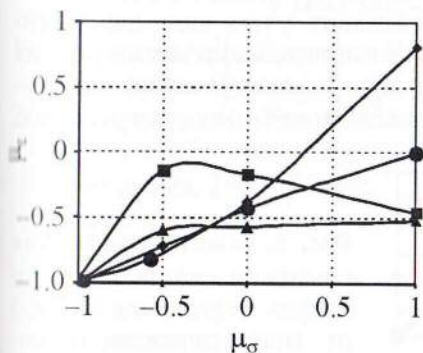


Рис. 1. Зависимость вида деформационного состояния от вида напряженного состояния для различных марок угля: —◆— — антрацит, —■— — марка К, —▲— — марка Ж, —●— — марка Т

На рис. 1 представлены зависимости μ_ϵ от μ_σ для разных марок угля при их разрушении.

Для всех марок угля μ_ϵ не соответствует μ_σ , причем, для углей марок Т, К и Ж в условиях объемного неравнокомпонентного сжатия μ_ϵ изменяется от обобщенного сжатия до обобщенного сдвига и только для антрацита при виде напряженного состояния, соответствующего обобщенному растяжению, μ_ϵ принимает значение ближе к обобщенному растяжению.

Несоответствие напряженного и деформационного состояний при деформировании и разрушении углей при разных видах напряженного нагружения, на наш взгляд, определяется не только анизотропией, а прежде всего различием и конкуренцией двух процессов, происходящих в нагруженном образце: течение (пластической деформации) и зарождение микротрещин [2]. Поэтому по виду напряженного состояния судить о характере разрушения углей в большинстве случаев нельзя, а только по виду деформационного состояния. По этой же причине по замеренным деформациям нельзя в полной мере судить о напряженном состоянии углей.

По характеру имеющихся в горном массиве трещин можно восстановить деформационное состояние массива, на основании которого, учитывая закономерности несоответствия, определить и вид напряженного состояния. Эти данные могут иметь большое значение при геометризации тектонических нарушений, уточнении их классификации и установлении ориентировки напряжений в горном массиве и вида напряженного состояния.

Особенности в поведении антрацита можно объяснить его прочностью и особенностями его структуры.

Проведенные экспериментальные исследования позволили также, как и для горных пород установить, что вид напряженного состояния существенно влияет на механические характеристики углей. На рис. 2 и рис. 3 для примера представлены зависимости модуля объемного сжатия K , модуля деформации E и коэффициента поперечной деформации ν от вида напряженного состояния μ_σ для антрацита, которые подтверждают необходимость учета вида напряженного состояния при экспериментальном определении механических характеристик горных пород и углей при деформировании и разрушении их в условиях объемного неравнокомпонентного нагружения.

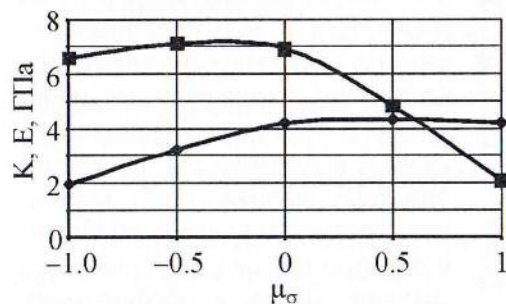


Рис. 2. Зависимости модуля объемного сжатия K (—♦—) и модуля деформации E (—■—) от вида напряженного состояния μ_σ для углей марки А

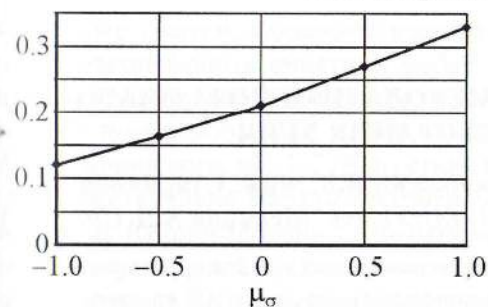


Рис. 3. Зависимость модуля поперечной деформации ν от вида напряженного состояния μ_σ для углей марки А

Выводы

Экспериментальные исследования деформирования и разрушения углей в условиях объемного неравнокомпонентного сжатия свидетельствуют о несоответствии напряженного состояния деформационному. Это несоответствие, в частности, может привести к неверной интерпретации данных относительно замеров в массиве и реконструкции полей напряжений.

Вид напряженного состояния существенно влияет на механические свойства углей при деформировании и разрушении их в условиях объемного неравнокомпонентного сжатия, поэтому его необходимо учитывать при экспериментальном определении механических характеристик углей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.Д., Недодаев Н.В. Предельное состояние горных пород.— Киев: Наукова думка, 1982. — 198 с.
2. Алексеев А.Д., Ревва В.Н., Рязанцев Н.А. Разрушение горных пород в объемном поле сжимающих напряжений.— Киев : Наукова думка, 1989. — 168 с.