

В.Н. Ревва, д. т. н.,
 А.В. Молодецкий, асп.,
 Д.С. Кодберг, инж.
 (ИФГП)

РАЗРУШЕНИЕ ВОДОНАСЫЩЕННОГО УГЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ДЕФОРМАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ

Представлені експериментальні дані механічних властивостей вологонасичених вугільних зразків при різних видах деформаційного стану.

DESTRUCTION OF THE COAL SATURATED WATER AT DIFFERENT TYPES OF THE DEFORMATION STATE

Experimental information of mechanical properties of the coal samples saturated water is presented at the different types of the deformation state.

Экспериментальные исследования деформирования и разрушения горных пород и углей в условиях объемного неравнокомпонентного нагружения с учетом дефектности и гетерогенности среды является весьма актуальными. Важной особенностью поведения горных пород и углей в объемном поле сжимающих напряжений является несоответствие видов напряженного μ_σ и деформационного μ_ϵ состояния [1], а также изменчивость их физико-механических свойств от μ_σ и μ_ϵ [2-4].

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния вида деформационного состояния на физико-механические свойства углей с учетом их водонасыщения.

Лабораторные исследования проведены на установке неравнокомпонентного трехосного сжатия (УНТС) [5], которая позволяет моделировать все виды напряженного состояния и определять все виды деформационного состояния.

Угольные образцы (марка К, пласт d_4 , шахта Красноармейская-Западная №1) изготавливались по известной методике [6]. Естественная влажность образца составляла $W_e=1,6\%$, а после пребывания угольных образцов в эксикаторе их влажность составила $W_k=3,6\%$.

Затем образцы помещались в рабочую камеру УНТС и по программам для различных видов деформационного состояния, которые характеризуются параметром Лоде-Надаи μ_ϵ :

$$m = 2 \frac{\epsilon_2 - \epsilon_3}{\epsilon_1 - \epsilon_3} - 1$$

где $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ - главные деформации;

$\mu_\epsilon = -1$ – обобщенное сжатие;

$\mu_\epsilon = 0$ – обобщенный сдвиг;

$\mu_\epsilon = 1$ – обобщенное растяжение.

доводились до разрушения.

На рисунке 1 представлена зависимость μ_ϵ от μ_σ угольных образцов с W_e и W_k . Из рисунка видно, что при увеличении влагосодержания в угле, как и для угля с небольшим содержанием влаги [1], наблюдается несоответствие между μ_ϵ и μ_σ , но при этом несоответствие приближается к $\mu_\epsilon = \mu_\sigma$, т.е. проявляется тенденция к гомогенизации среды.

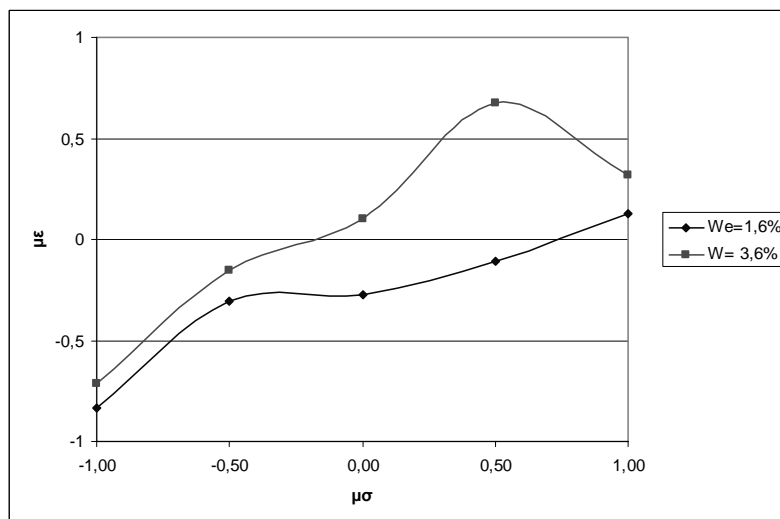


Рис. 1 Зависимость вида деформационного состояния от вида напряженного состояния

На рисунке 2 показана зависимость модуля деформации E от различных видов деформационного состояния μ_ϵ угольных образцов с W_e и W_k , откуда следует, что при увеличении влажности на 2 % при $\mu_\epsilon = 0,32$ и $0,67$ модуль деформации уменьшается в 2 – 2,5 раза, т.е. увеличиваются пластические свойства угля.

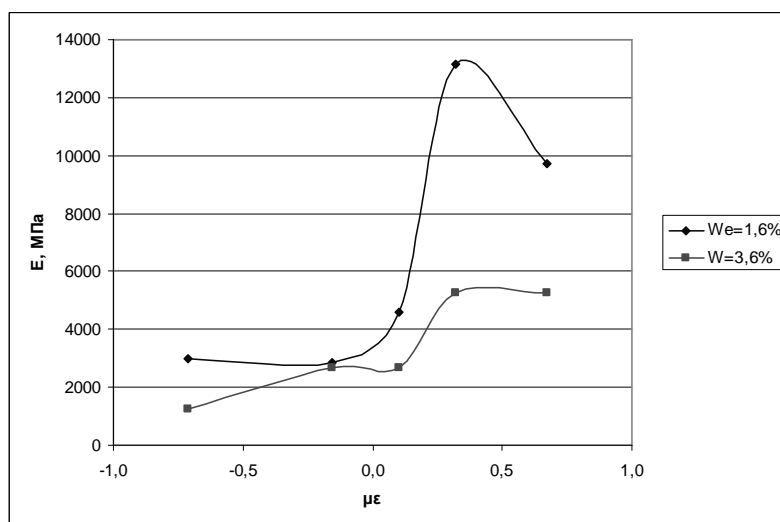


Рис. 2 Зависимость модуля деформации от вида деформационного состояния

На рисунке 3 приведена зависимость модуля сдвига G от различных видов деформационного состояния μ_ϵ угольных образцов с W_e и W_k , откуда видно, что при увеличении влажности при $\mu_\epsilon = 0,32$ и $0,67$ модуль сдвига уменьшается в 1,5 – 2 раза, т.е. возрастает роль сдвигового механизма разрушения.

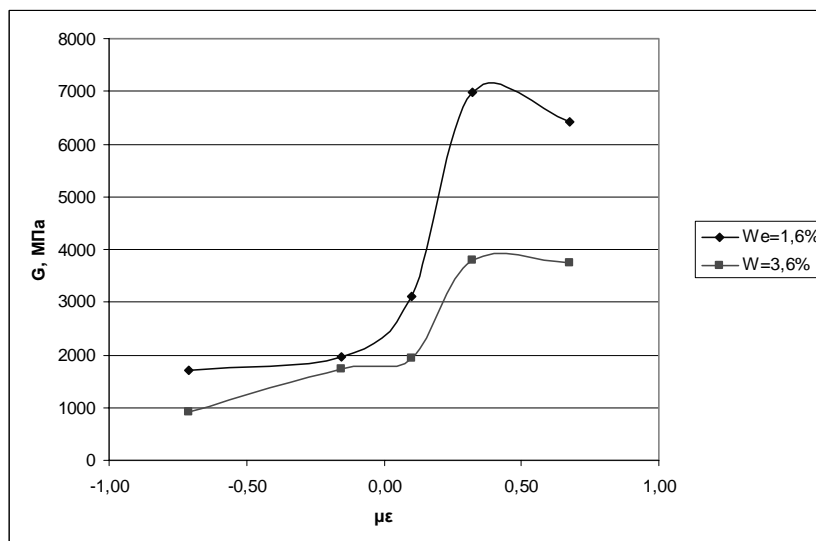


Рис. 3 Зависимость модуля сдвига от вида деформационного состояния

Из рисунка 4 можно наблюдать увеличение коэффициента поперечной деформации ν в 1,5 раза для угольных образцов, разрушенных при $W_k=3,6\%$. Данное увеличение является подтверждением ранее сделанных выводов о пластификации угля.

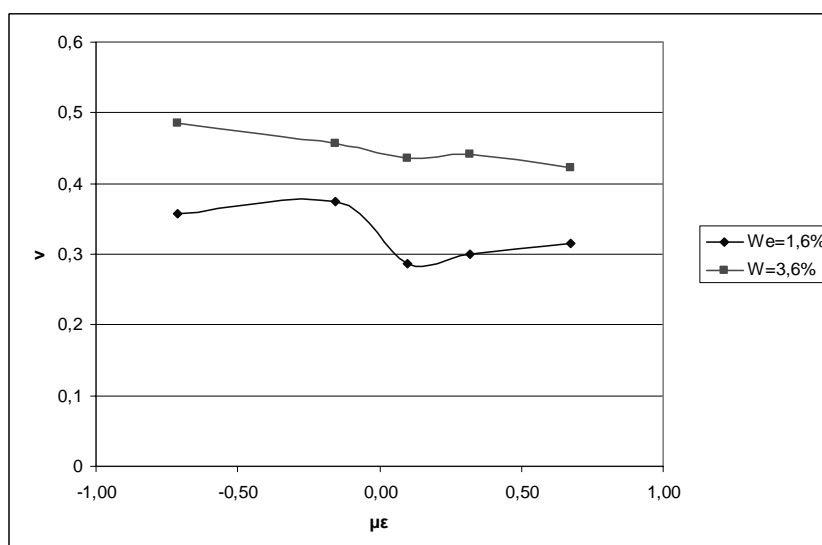


Рис. 4 Зависимость коэффициента поперечной деформации от вида деформационного состояния

На рисунке 5 показана зависимость полной энергии деформирования угля A от различных видов деформационного состояния μ_ϵ угольных образцов с W_e и W_k . Из рисунка видно, что при насыщении водой разрушение угля сосредотачивается в одной плоскости и разрушение происходит путем сдвига, поэтому минимум энергии деформирования наблюдается при ($\mu_\epsilon = 0$).

После проведенных испытаний на УНТС из разрушенных образцов изготавливались одинаковые навески фракцией 2–2,5мм, которые высушивались в течение часа при температуре 100°C. После пребывания угля в муфельной печи он помещался в эксикатор с водой на 20 суток, после чего при помощи электронного влагомера была определена сорбционная способность угля. По полученным данным построена зависимость изменения влажности угля W от вида деформационного состояния μ_ϵ (рис. 6).

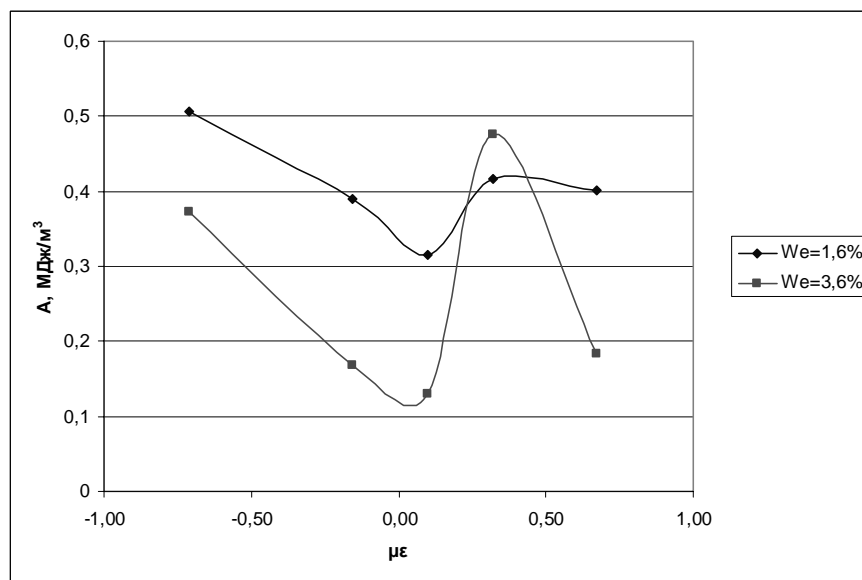


Рис. 5 Зависимость полной энергии деформирования от вида деформационного состояния

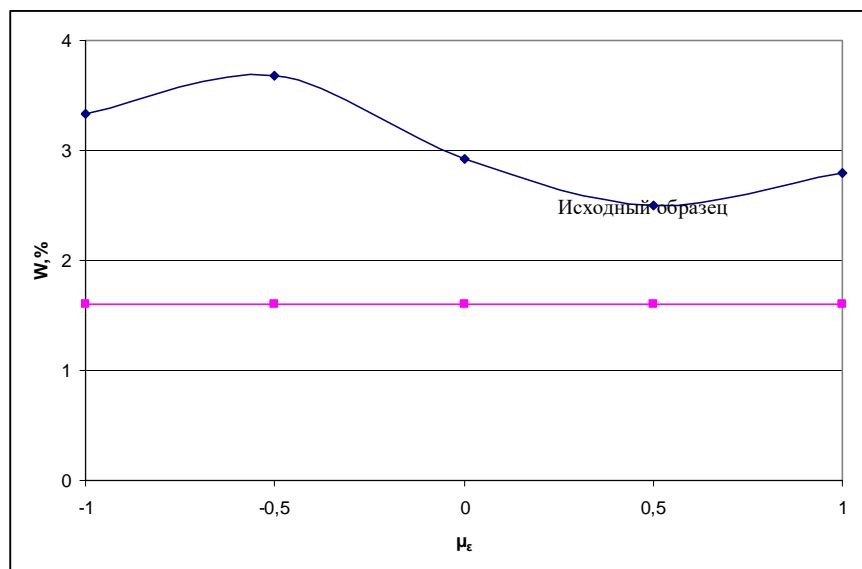


Рис. 6 Зависимость изменения влажности угля от вида деформационного состояния.

Данный график позволяет сделать вывод о том, что минимальная сорбционная способность при $\mu_\varepsilon = 0,5$ (между обобщенным растяжением и обобщенным сдвигом), т.е. при $\mu_\varepsilon = 0,5$ – наименьшая повреждаемость структуры угля.

На основании исследований влагонасыщенных угольных образцов при объемном неравнокомпонентном нагружении установлено следующее:

Водонасыщение угля уменьшает его модули деформации и модуль сдвига, приводит к возрастанию деформаций и пластификации угля, локализует разрушение в одной плоскости и приводит к разрушению его путем сдвига для всех видов деформационного состояния. С увеличением содержания влаги в угле наблюдается несоответствие между μ_σ и μ_ε , но стремится к $\mu_\sigma = \mu_\varepsilon$, т.е. проявляется тенденция к гомогенизации среды.

Для увлажненных углей, как и с небольшим содержанием влаги, в условиях объемного неравнокомпонентного сжатия наименьшая их повреждаемость наблюдается между обобщенным растяжением и сдвигом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.Д., Ревва В.Н., Рязанцев Н.А. Разрушение горных пород в объемном поле сжимающих напряжений. – Киев: Наукова думка, 1989. - 168с.
2. Ревва В.Н., Бачурин Л.Л., Кравченко А.В., Василенко Н.И. Влияние вида напряженного состояния на механические свойства углей при разрушении их в условиях объемного сжатия // Физико-технические проблемы горного производства.- Донецк.- 2006.- Вып.9.- С. 97-101.
3. Молодецкий А.В., Ревва В.Н., Усатюк Е.В., Бондаренко Н.В. Физическое моделирование поведения горных пород при объемном неравнокомпонентном нагружении. - Регіональна науково-практична конференція «Геотехнології і охорона праці у гірничій промисловості».- Красноармейск.- 2009.- С. 93-100.
4. Ревва В.Н., Молодецкий А.В. Деформирование и разрушение горных пород и углей при объемном нагружении // Физико-технические проблемы горного производства.- Донецк.- 2007.- Вып.10.- С. 81-94.
5. Алексеев А.Д., Недодаев Н.В. Предельное состояние горных пород. – Киев: Наукова думка. – 1982. – 200с.
6. Ревва В.Н., Завражин В.В., Молодецкий А.В. Влияние вида напряженного состояния на кинетику выхода метана из угля с учетом температуры горного массива. – Геотехническая механика. – Выпуск 78. – Днепропетровск, 2008.- С. 197-202.