

УДК 622.831.322

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ УГЛЕЙ ВЫБРОСООПАСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Дралов Д. С., Тимофеев А. П., Цых В. С. студенты гр. ГПс-201, II курс  
Научный руководитель: Шепелева С. А., к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Единой особенностью различных газодинамических явлений от высыпаний угля с повышенным газовыделением до внезапных выбросов угля и газа можно назвать лавинообразность, очаговый характер и приуроченность к пластам средней стадии метаморфизма. Основным показателем газодинамической активности угольного пласта или его зоны служит изменчивость свойств по трассе проведения выработки [1]. Отмеченные особенности газодинамической активности углеметановых пластов несомненно связаны с физико-химическими свойствами углей.

В статье [2] предложен метод снижения рисков выбросоопасности при разработке угольных месторождений на основе установленного комплексного показателя газодинамической активности угольного пласта:

$$K \cong 0,05 \left( \frac{E}{f} \right)^{0,83}$$

где  $E$  – удельная энергия релаксации метаноносности, кДж/кг [2];  $f$  – коэффициент крепости угля по М.М. Протодьяконову, усл. ед. Объединив в этом показателе сведения о свойствах угля и условиях залегания пласта, метод позволяет картировать наиболее энергонасыщенные зоны выбросоопасности угольного пласта. Данный метод учитывает и известную особенность – при подходе выработки к геологическому нарушению прочность угля снижается, а наибольшая вероятность возникновения газодинамического явления соответствует участку с коэффициентом крепости угля равному или меньше 0,7.

В этой связи в данной статье ставится задача исследования коэффициента крепости угля от угла напластования.

Согласно способу определения коэффициента крепости угля  $f$  (по Протодьяконову М. М.) образцы подвергают испытанию на временное сопротивление одноосному воздействию с последующим вычислением коэффициента крепости по формуле [3]:

$$f = \frac{\sigma_{сж}}{10} \quad (1)$$

где  $\sigma_{сж}$  - предел прочности на одноосное сжатие, МПа.

Исторический анализ развития представлений о коэффициенте крепости показал многообразие мнений по поводу, как надо определять эту величину. Предлагалось множество вариантов выражения коэффициента крепости через предел прочности при одноосном сжатии, в частности, один из вариантов заключался в замене в делителе числа «10» на число «14». Некоторую законченность ответа на этот вопрос дал Л.И. Барон (1958г.). Он предложил использовать следующую формулу для определения коэффициента крепости:

$$f = \frac{\sigma_{\text{сж}}}{30} + \sqrt{\frac{\sigma_{\text{сж}}}{3}}. \quad (2)$$

Формула (2) находится в хорошем согласии с классификацией горных пород по коэффициенту крепости, предложенной М.М.Протодьяконовым.

Согласно классификации горных пород по коэффициенту крепости проф. М. М. Протодьяконова величина  $f = 1$  примерно соответствует углям средней степени метаморфизма (каменным углям), что позволяет рассматривать их в качестве эталона крепости.

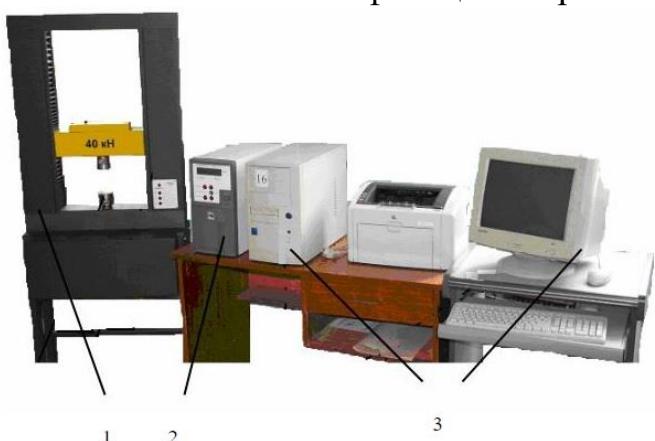


Рис. 1. Внешний вид экспериментальной установки. В состав комплекса входят: 1- нагружающее устройство (с приводом, датчиками усилия и перемещения верхней траверсы); 2- блок управления; 3- ПЭВМ. Работающий под управлением ПЭВМ типа IBM PC (рис. 1).

Нагрузка на образец остается постоянной или возрастает очень медленно. В последнем случае малая скорость нагружения (до 0,1 МПа/с) соответствует скорости относительной деформации в  $10^{-5}\text{с}^{-1}$ , при которой в материале не нарушается термодинамическое равновесие. При этом ускорение движущихся частей испытательной машины настолько мало, что возникающими в них силами инерции пренебрегают.

В данной работе исследуются образцы угля с различными углами напластования, отобранные на шахте «Алардинская» пласт №6 (глубина залегания 500-600 м, влажность 1,4 %, пористость 5,8 %.). Были изготовлены керны с продольным и поперечным направлением наслойения относительно нагрузки.

Диаграмма сжатия образца 1 с наслойением перпендикулярным направлению сжатия представлена на рис. 3.

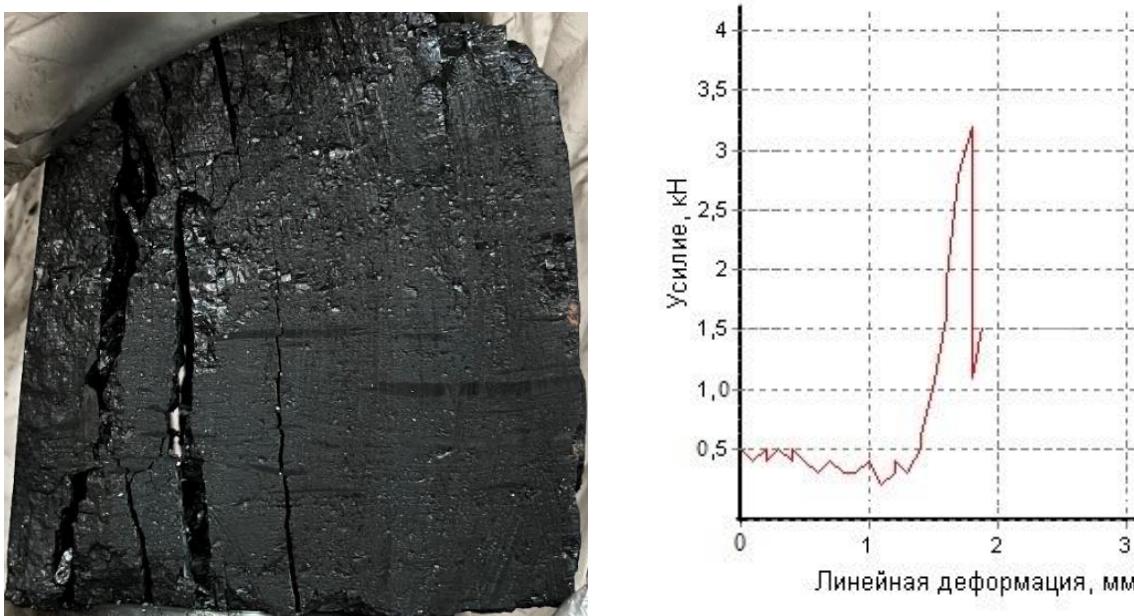


Рис. 3. *а* – образец угля, разрушенный одноосным сжатием перпендикулярно направлению напластования; *б* - диаграмма сжатия образца угля

Предел прочности угля определим по формуле:

$$\sigma_{сж} = \frac{F_{\max}}{A_0},$$

где  $F_{\max}$  – усилие в момент разрушения образца, Н;  $A_0$  – площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>.

Результаты расчетов представлены в таблице.

Таблица  
Результаты расчетов коэффициента крепости образцов

Номер об-разца	Направление наслоения относи-тельно нагрузки	Предел прочности $\sigma_{сж}$ , МПа	Коэффициент крепости $f$
1	Перпендикулярное	1,840	0,844
2	Перпендикулярное	1,415	0,734
3	Продольное	0,665	0,493
4	Продольное	1,085	0,637
5	Продольное	0,330	0,343
6	Перпендикулярное	1,604	0,784

Крепость угля, определенная перпендикулярно наслоению  $\langle f_1 \rangle = 0,787$ , оказалась выше, чем параллельно наслоению  $\langle f_2 \rangle = 0,491$ .

В источнике [4] представлены результаты шахтных исследований, устанавливающие количественные параметры изменения прочности угля по

простиранию в зависимости от его удельного электрического сопротивления (УЭС). Полученная зависимость позволяет по замеренному УЭС определить прочность угля на соответствующих участках.

Данные электрометрических измерений позволяют надежно контролировать изменение прочностных свойств угля по простиранию, что в совокупности с известным пластовым давлением и скоростью проходки выработок, позволяет выявить не только расположение потенциально выбросоопасных зон, но и определить выбросоопасную ситуацию в конкретных горно-геологических и горнотехнических условиях.

#### Список литературы:

1. Полевщиков Г.Я., Киряева Т.А. Газодинамическая устойчивость углеметана // Горный информационно-аналитический бюллетень.–2009.–Т. 7. – №12. –С.146-149.
2. Kiryaeva T. A. Development of methods for energy analysis and forecasting of gas-dynamic activity of coal-methane formations of Kuzbass // Riga, Latvia: LAP LAM-BERT Academic Publishing, 2019. 332 p.
3. Л. И. Барон. Горно-технологическое породоведение. - М .: Наука, 1977, 323 с.
4. Тараков Б. Г. Использование геоэлектрических полей в горном деле (рудничная геоэлектрика) / Б. Г. Тараков, В. В. Дырдин, В. В. Иванов // Учебное пособие. – Кемерово, 1974. – 208 с.