

*Сиидов В.Н.,  
к.т.н. Пупков В.С.  
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

## **ВЛИЯНИЕ КУСКОВАТОСТИ РАЗРУШЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ПРОЦЕСС УПЛОТНЕНИЯ**

*Наведені результати лабораторних випробувань зруйнованих гірських порід, встановлена ступінь впливу кусковатості на процес ущільнення.*

***Ключові слова:** зруйновані гірські породи, кусковатість, ущільнення.*

*Приведены результаты лабораторных испытаний разрушенных горных пород, установлена степень влияния кусковатости на процесс уплотнения.*

***Ключевые слова:** разрушенные горные породы, кусковатость, уплотнение.*

Одной из актуальных задач современной горной геомеханики является математическое моделирование состояния подработанного угленосного массива. Основная сложность ее решения заключается в задании адекватных прочностных свойств разрушенных пород, которые представляют собой блочно-кусковатую среду различной степени разрыхления с соответствующими физико-механическими свойствами, которые весьма отличаются от их состояния в нетронутом массиве [1-3].

С целью установления степени влияния размера кусков раздробленной горной породы на процесс ее уплотнения были проведены экспериментальные лабораторные испытания. Схема экспериментальной установки для изучения процесса уплотнения раздробленных пород заданной крупности представлена на рисунке 1. Установка помещается между верхней 1 и нижней 2 траверсами универсальной испытательной машины УИМ-50м, при этом верхний поршень 3 установки упирается на неподвижную траверсу 1. Через штоки 4 на нижнюю траверсу 2 передается усилие  $P$ , создаваемое гидроцилиндром универсальной машины. Исследуемая навеска породы 5 помещается в толстостенный цилиндр 6 (с наружным и внутренним диаметрами соответственно 170 и 50 мм). Усадка навески пород фиксируется индикатором 7.

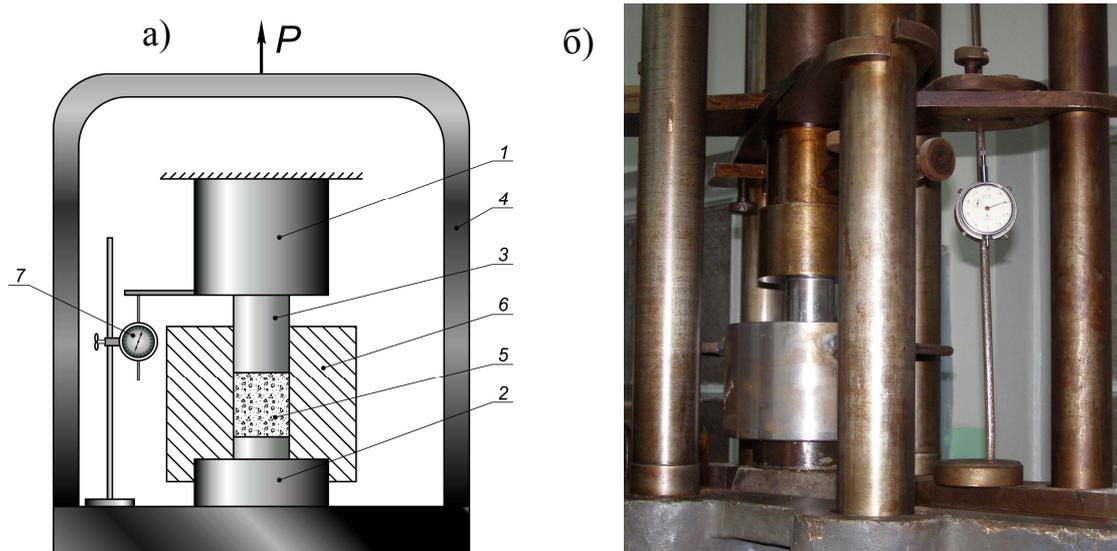


Рисунок 1 – Экспериментальная установка: **а** – схема; **б** – фотофрагмент

Эксперимент проведен для наиболее характерных в антрацитовых шахтах Украинского Донбасса пород: аргиллит, алевролит, песчаник. Испытана навеска пород объемом  $1 \cdot 10^2 \text{ см}^3$  с крупностью фракций 1-2,5; 2,5-5; >5 мм. Размер фракций породы в соседних экспериментальных точках отличается в 2 раза, что примерно соответствует соотношению размеров обломков в близлежащих слоях обрушенных пород.

В результате исследований получены графики связи напряжения сжатия  $\sigma$  с текущей плотностью породы  $\rho_i$ .

Плотность породы при усадке на величину  $\Delta h_i$  определяется следующей зависимостью:

$$\rho_i = \frac{4 \cdot m_0}{\pi \cdot d^2 \cdot (h_0 - \Delta h_i)}, \text{ г/мм}^3, \quad (1)$$

где  $m_0$  – масса породы, г.;

$d$  – внутренний диаметр цилиндрической полости, мм;

$h_0$  – начальная высота насыпки раздробленной породы, мм.

Текущее напряжение сжатия определялось по показаниям силоизмерителя универсальной машины:

$$\sigma_{сж.і} = \frac{P_i}{A_n}, \text{ МПа}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – усилие, создаваемое испытательной машиной, Н;

$A_n$  – площадь поршня,  $\text{мм}^2$ .

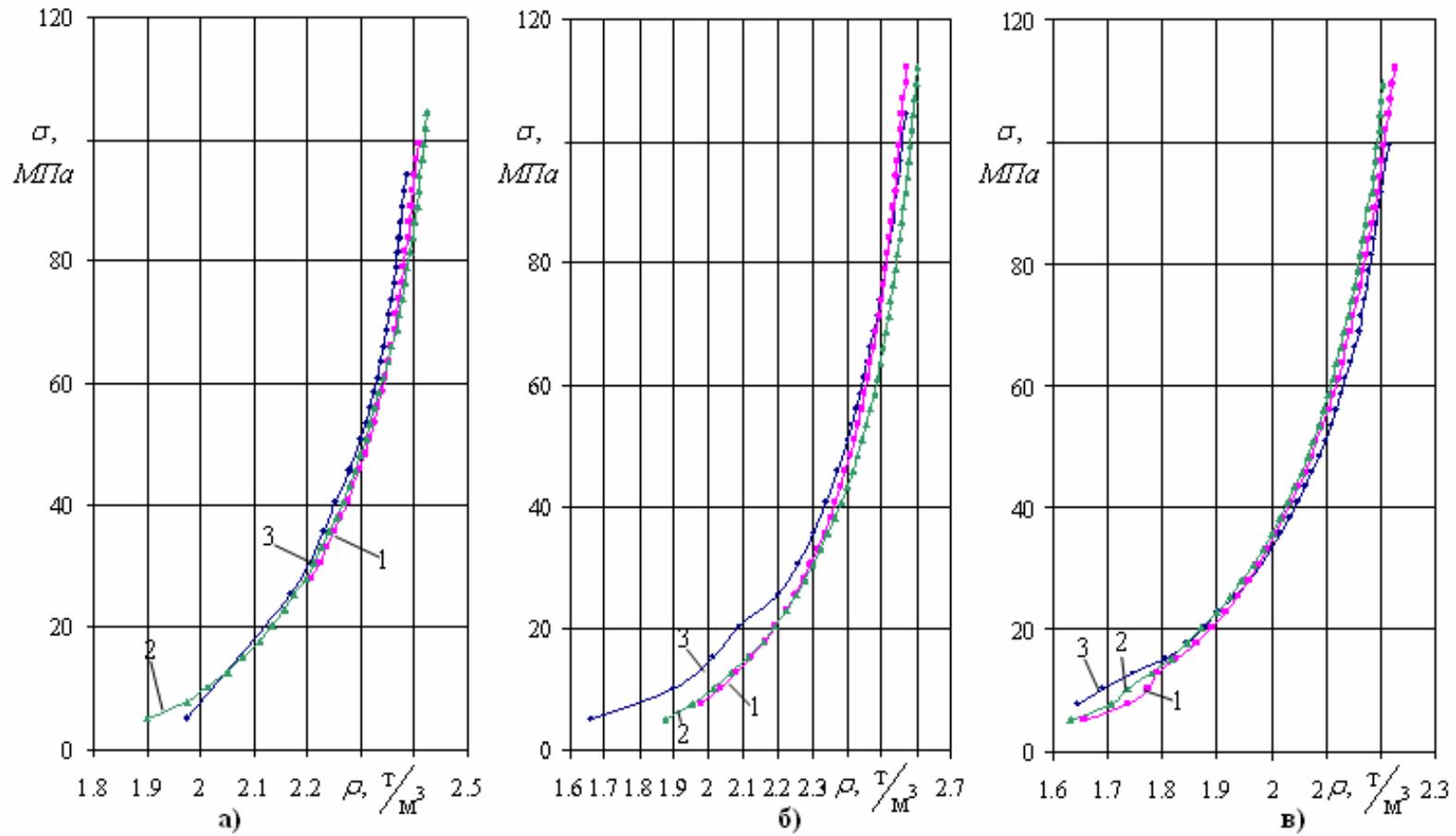


Рисунок 2 – Графики зависимости  $\sigma = f(\rho)$  по результатам эксперимента для аргиллита (а), алевролита (б) и песчаника (в) крупностью: 1 – «1-2,5»; 2 – «2,5-5»; 3 – «>5»

Для каждой крупности породы проведена серия из 3 экспериментов. Результаты обработки всех полученных данных интерпретированы в графическом виде на рисунке 2. Полученные данные показывают, что графики процесса деформирования навесок различной крупности различаются незначительно, исключая самую начальную стадию. Поэтому возникает вопрос оценки степени влияния исходной кусковатости.

В качестве критерия оценки независимости процесса уплотнения разрушенной породы от исходной кусковатости принято условие  $k_\rho < 1$  (где  $k_\rho$  – коэффициент относительного расхождения текущей плотности породы  $\rho_i$ , определенной при различных значениях ее крупности и в одинаковых значениях напряжения сжатия ( $\sigma_{сж.i}$ )).

Для вычисления критерия  $k_\rho$  использована процедура последовательной статистической обработки данных  $\rho_i = \{ \rho_i^{(1)}; \rho_i^{(2)}; \rho_i^{(3)} \}$ , определенных в экспериментах с различными значениями крупности пород (отмеченные соответствующими верхними индексами) и одинаковыми напряжениями сжатия  $\sigma_{сж.i}$ . Для всех серий эксперимента значение  $k_\rho$  не превышает 0,92.

На основании проведенных экспериментальных лабораторных испытаний установлено, что размер кусков разрушенных пород на процесс их уплотнения влияет незначительно. Полученные результаты рекомендуется использовать при математическом моделировании состояния подработанного угленосного массива в разрушенной его части.

### **Библиографический список**

1. Болучевский В.И. Особенности деформирования горного массива под влиянием очистных работ / В.И. Болучевский, А.С. Ведяшкин, А.О. Спроге. – Уголь. – 1988. – №11. – С. 10-12.

2. Свержевский В.Л. Зоны искусственной трещиноватости в кровле и почве очистных выработок / В.Л. Свержевский, В.П. Субботин. – Уголь Украины – 1976. – № 10. – С. 44-45.

3. Юзеф Кабеш Обрушения кровли, сотрясения и метаноопасность / Кабеш Юзеф. – Уголь Украины. – 2001. – №11,12. – С. 67-70.

*Рекомендована к печати д.т.н., проф. Борзыхом А.Ф.*