

УДК 679.8

В.В. ПЕГЛОВСКИЙ,  
кандидат технических наук  
ИВЦ «АЛКОН» НАН Украины

# Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на трудоемкость и энергоемкость их обработки, а также прочие физико-механические свойства

*Досліджувався вплив вмісту оксиду алюмінію в хімічному складі природних каменів на відносну трудомісткість і енергоємність їх обробки, а також на деякі фізико-механічні властивості цих каменів.*

*The influence of the contents alumina was Researched in chemical composition natural stone on relative labor content and power consumption of their processing, as well as on some physic and mechanical characteristic these stone.*

Эта статья является продолжением работы [1], в которой рассматривалось влияние содержания оксида алюминия на твердость природного камня по Моосу ( $T_M$ ) и его плотность ( $\rho$ ), и посвящена исследованию влияния содержания оксида алюминия на другие физико-механические свойства, а также на трудоемкость и энергоемкость его обработки.

Кроме рассмотренных в работе [1] физико-механических свойств природных камней, в основном декоративных их видов, диагностируются и другие, прежде всего прочностные свойства, например, прочность при одноосном сжатии ( $R$ ) и микротвердость (твердость по Виккерсу) ( $H$ ) [2–4].

В работах [5; 6] исследовались относительная трудоемкость ( $t$ ) и энергоемкость ( $e$ ) обработки природных камней, были даны характеристики этим понятиям, описаны применяемое оборудование и используемый инструмент для их определения.

В данной статье мы попытаемся рассмотреть влияние на технологические параметры обработки природных камней ( $t$ ,  $e$ ) и их физико-механические свойства ( $R$ ,  $H$ ) некоторых особенностей химического состава, а именно содержания в нем оксида алюминия ( $Al_2O_3$ ).

Можно записать:  $R, H, t, e = f(Al_2O_3)$ .

Для исследований были выбраны пять видов природных камней с различным содержанием оксида алюминия, которые в соответствии с известной классификацией их по обрабатываемости алмазным инструментом [7] распределены на пять групп. В таблице 1 представлен внешний вид этих камней, а также сведения об их химическом составе с отдельным выделением оксида алюминия в порядке возрастания. В графе «прочие оксиды» показано суммарное содержание оксидов кремния, железа, кальция и магния, а в графе «прочие компоненты» – все остальное.

На рисунке 1 представлена графическая интерпретация зависимости

рассматриваемых физико-механических свойств и технологических параметров процесса обработки. Основные физико-механические свойства природных камней (предел прочности при сжатии, микротвердость), а также технологические параметры (относительная трудоемкость и энергоемкость) обработки и методы их определения нами рассматривались ранее [2; 4; 5; 6; 8; 9].

Данные зависимости аппроксимированы линейно с использованием известных методов, а именно метода наименьших квадратов [10–12].

При линейной аппроксимации этих зависимостей в виде  $Y_i = k_i \cdot x_i + b_i$ , коэффициенты регрессии и средние ошибки аппроксимации можно узнать из таблицы 2.

Рассматривая зависимости (рис. 1), можно установить, что с возрастанием в химическом составе природного камня оксидов алюминия все рассматриваемые физико-механические свойства природных камней и технологические параметры их обработки возрастают.

Таблица 1. Процентное содержание оксида алюминия в химическом составе выбранных видов природных камней

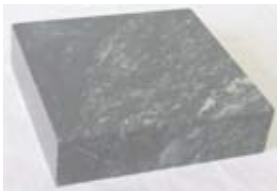



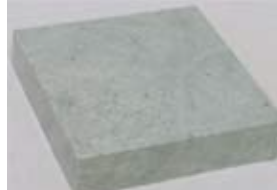
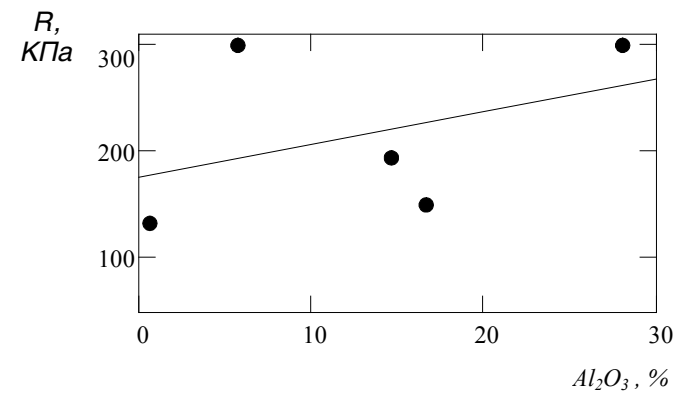
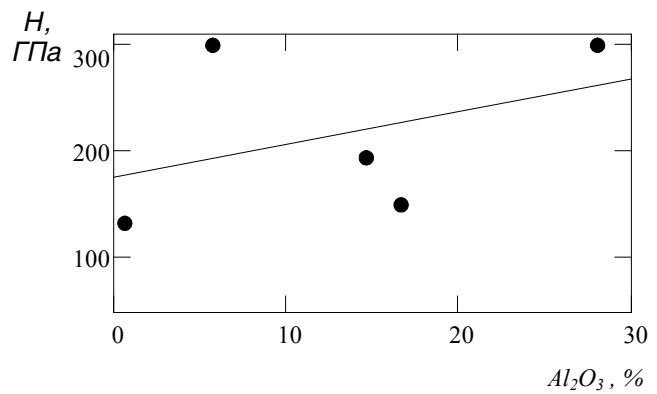
Наименование, месторождение или торговая марка, страна происхождения	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	Прочие оксиды, %	Прочие компоненты, %	Внешний вид камня
1. Мрамор, TISD, Индия	0,7	61,3	38,0	
2. Нефрит, Кольское, Россия	5,7	81,6	12,7	
3. Гранит, Маславское, Украина	14,59	76,6	8,81	
4. Родонит, Россия	19,7	63,8	16,5	
5. Жадеит, Северо-Прибайкальское, Россия	28,0	65,9	6,1	

Таблица 2. Значения коэффициентов регрессий и ошибки аппроксимации

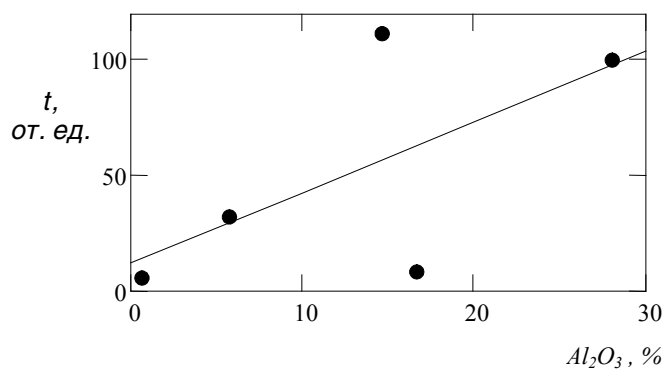
Значения коэффициентов	K	b	Δ, %
1. Предел прочности при сжатии – R (рис. 1 а)	3,09	175,2	29,0
2. Микротвердость – Н (рис. 1 б)	0,151	4,01	26,3
3. Трудоемкость – t (рис. 1 в)	3,07	11,5	160,0
4. Энергоемкость – e (рис. 1 г)	0,018	1,362	12,7



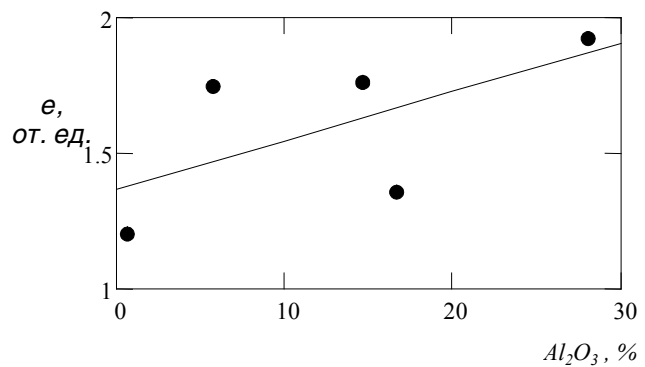
а



б



в



г

Рисунок 1. Зависимость физико-механических свойств и технологических параметров обработки природных камней от наличия в их химическом составе оксидов алюминия: а – предела прочности при сжатии; б – микротвердости; в – относительной трудоемкости обработки; г – относительной энергоёмкости обработки

Средняя ошибка аппроксимации по всем зависимостям (кроме энергоёмкости) составляет около 70 %. Такая довольно высокая ошибка дает возможность говорить только о существующей для этих показателей тенденции.

На рисунке 2 в качестве примеров представлены образцы изделий из исследованных видов камня, которые содержат оксиды алюминия: а – мрамора TISD; б, в – нефрита.

### Выводы

В результате проведенной работы установлено, что с увеличением содержания оксидов алюминия в химическом составе природных камней их основные физико-механические свойства – предел прочности при сжатии, твердость по Виккерсу (микротвердость) возрастают, также возрастают относительная трудоемкость и энергоёмкость их обработки.

В публикации «Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на их физико-механические свойства» («Коштовне та декоративне каміння», 2014, № 1 (75), с. 14-18) в таблице автором была допущена ошибка, связанная с химическим составом флюорита (Ca – 51,2 %, F – 48,8 %), тогда значения в таблице в процентах (гр. 1.2) примут вид:  $Al_2O_3$  – 0,0; прочие оксиды – 0,0; прочие компоненты – 100,0, а возрастание твердости по Моосу и плотности поменяется незначительно и не повлечет за собой изменений сделанных выводов.



а



б



в

Рисунок 2. Изделия из камня, содержащего в своем составе оксиды алюминия: а – подставка под карандаши с часами; б, в – часы и набор из нефрита

#### Использованная литература

1. Пегловский В.В. Исследование влияния содержания оксида алюминия в химическом составе природных камней на их физико-механические свойства // Коштовне та декоративне каміння. – 2014. – № 1 (75). – С. 14-18.
2. Добыча и обработка природного камня. Справочник / Под. ред. Смирнова. А.Г. – М.: Недра, 1990. – 445 с.
3. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. Введен 01 2001 г.
4. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 2. // Коштовне та декоративне каміння. – 2009. – № 3 (57). – С. 16-21.
5. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 3. // Коштовне та декоративне каміння. Інформаційно-довідкове видання. – 2009. – № 4 (58). – С. 16-20.
6. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 4. – 2010. – № 1 (59). – С. 12-16.
7. Пегловський В.В., Сидорко В.І., Ляхов В.Н., Поталико О.М. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. Частина 8. // Коштовне та декоративне каміння. - 2011. – № 1 (63). – С. 16-22.
8. Белицкая Э.И. Художественная обработка цветного камня // Учебник для средн. проф.-техн. училищ. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 200 с.
9. Индутная Т.В. Полудрагоценные камни // Методическое руководство по диагностике и экспертизе.– Киев: ГГЦУ МФУ, 1997.– 43 с.
10. Кирьянов Д.В. Mathcad 13. – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.
11. Кудрявцев Е.М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.
12. Виноградов Ю.С. Математическая статистика и ее применение к исследованиям в текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1964. – 320 с.