

10. Григорович М. Е. Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. – Вып. 12. Декоративно–облицовочные камни / Под ред. Е. Я. Киевленко. – М.: Изд–во ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1977. – 90 с.
11. Морозова Н. И. Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. – Вып. 18. – Ирризирующие полевые шпаты / Под ред. Е. Я. Киевленко. – М.: Изд–во ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1978. – 74 с.
12. Ардамацкий А. Л. Алмазная обработка оптических деталей. – М.: Машиностроение, 1978. – 232 с.

Поступила 26.02.10

УДК 679.8

В. В. Пегловский, канд. техн. наук

Научно-технологический алмазный концерн «Алкон» НАН Украины, г. Киев

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И ЖЕЛЕЗА В ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ГОРНЫХ ПОРОД НА ТРУДОЕМКОСТЬ И ЭНЕРГОЕМКОСТЬ ИХ ОБРАБОТКИ

Influence on labour input and power consumption of processing of some rocks of the maintenance in their chemical compound oxides aluminium and iron is considered.

Введение

При исследовании физико-механических свойств некоторых природных камней (горных пород и минералов) замечено, что их прочностные свойства (предел прочности при сжатии, твердость и др.) зависят от наличия и процентного содержания в их составе определенных компонентов: оксидов кремния, алюминия, железа и некоторых других [1–3]. В свою очередь, изменение прочностных свойств горных пород влияет на трудоемкость и энергоемкость их обработки [1; 4; 5]. Такие породы, в том числе разведанные и добываемые в Украине [6], обрабатывают преимущественно с использованием алмазно-абразивной технологии. В этой связи исследование влияния на трудоемкость и энергоемкость обработки (алмазного шлифования) горных пород их химического состава является актуальной задачей камнеобрабатывающего производства.

Методика исследований

Каждый из минералов (породообразующих или второстепенных) в составе горной породы, является определенным химическим соединением. По общему химическому составу горной породы можно судить о свойствах этого полиминерального конгломерата в целом.

При исследовании природных камней один из известных специалистов в этой области академик Е. Я. Киевленко, чья классификация природных камней является наиболее близкой к принятой в Украине [7], при описании их химического состава различает несколько основных компонентов этих камней: оксиды кремния (SiO_2), алюминия (Al_2O_3), железа (Fe_2O_3 , FeO), кальция (CaO) и магнезия (MgO). Эти компоненты занимают наибольший процент в химическом составе природных камней [8–10].

Настоящая работа посвящена исследованию влияния содержания оксидов алюминия и железа на трудоемкость и энергоемкость алмазно-абразивной обработки (шлифования) горных пород.

В качестве исследуемых горных пород были выбраны мраморный оникс, мрамор «TISD», офиокальцит, серпентинит, родонит, скарн, роговик, амазонит, лабрадорит, жадеит и джеспилит.

Химический состав исследованных видов горных пород по выбранным компонентам приведен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав некоторых видов горных пород и минералов

Горная порода (происхождение)	Содержание компонента в породе, %					
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ ¹	SiO ₂	CaO	MgO	Проч
Мраморный оникс Карлюкский (Казахстан)	– (1.1; 3.1)	– (2.1; 4.1)	–	56	–	44
Офиокальцит (Россия)	4,1 (1.2; 3.2)	0,9	18,4	24,6	20,4	31,6
Родонит (Россия)	16,7 (1.3)	0,8	39,3	1,9	21,8	19,5
Амазонит (Россия)	20,5 (1.4)	0,3	67,2	0,0	1,2	10,8
Лабрадорит Головинский (Украина)	26,24 (1.5)	5,05 (4.2)	53,55	10,5	-	4,66
Жадеит (Россия)	28,0 (1.6; 3.5)	2,1	56,8	5,6	1,4	6,1
Серпентинит (Россия)	25 (3.4)	5 (2.2)	44	1	14	11
Роговик (Россия)	11,7 (3.3)	10,3 (2.3; 4.3)	52,8	6,8	6,0	12,4
Мрамор «TISD» (Индия)	1,0	13,3 (2.4; 4.4)	28,7	14,6	22,8	19,6
Скарн датолитовый (Россия)	3,5	17,0 (2.5)	23,2	7,6	21,6	27,1
Джеспилит (Украина)	2,5	25,0 (2.6; 4.5)	47,0	–	–	0,5

Примечание. 1 – общее содержание Fe₂O₃ + FeO.

В скобках указаны порядковые номера материалов, выбранных для построения каждой из исследуемых зависимостей: 1.1-1.6 и 2.1-2.6 – для трудоемкости шлифования при изменении содержания в химическом составе пород оксидов соответственно алюминия и железа; 3.1-3.5 и 4.1-4.5 – для энергоемкости обработки при изменении содержания этих же компонентов.

К прочим компонентам отнесены оксиды натрия (Na₂O) и калия (K₂O), карбонаты кальция (CaCO₃), магния (MgCO₃) и др.

Выбранные для исследований горные породы различаются содержанием в них рассматриваемых компонентов [1–3; 8–10]. Содержание этих компонентов примерно соответствовало ряду 0, 5, 10, ..., 25, 30 с некоторыми отклонениями по каждому из компонентов при исследовании разных параметров (трудоемкости и энергоемкости) процесса шлифования. При исследовании содержания оксидов железа учитывали суммарное содержание оксидов Fe₂O₃ и FeO.

Относительную трудоемкость и энергоемкость шлифования различных материалов (*t*, *e*) определяли относительно трудоемкости и энергоемкости шлифования мраморного оникса Карлюкского месторождения (Казахстан) как наиболее легко обрабатываемого и наименее энергоемкого в обработке материала из исследуемых видов пород. Относительную трудоемкость определяли по формуле: $t = Q_0 / Q_M$; энергоемкость – $e = N_M / N_0$, где Q_0 , Q_M – объемная производительность шлифования соответственно мраморного оникса и исследуемого материала; N_M , N_0 – мощность, потребляемая при шлифовании соответственно исследуемого материала и оникса.

Методика определения объемной производительности шлифования исследованных видов горных пород в соответствии со способом [11] приведена в [4]; методика определения энергоемкости шлифования горных пород и ее значения для некоторых видов пород – в [5].

Экспериментальные исследования по определению объемной производительности шлифования проводили на шлифовально-полировальном станке модели ЗШП-320. Технологические параметры обработки природных камней приведены в табл. 2.

Таблица 2. Технологические параметры обработки природных камней

Технологический параметр	Единицы измерения	Значение
Частота вращения шпинделя.	об./мин	97
Частота двойных ходов поводка	дв. ходов/мин	48
Усилие прижима	Н	600
Несимметрия штриха	мм	80
Эксцентриситет штриха	мм	0
Длина штриха	мм	40

При проведении экспериментов использовали алмазный круг типа 6А2П 400×5×40 АС32 400/315 М1-10-1-100.

Образцы из горных пород выбранных видов изготавливали размером 100×100×20–25 мм.

Результаты

На рис. 1 представлены аппроксимированные степенными функциями ($Y = \kappa X^C + b$) зависимости относительной трудоемкости шлифования горных пород от содержания в их химическом составе оксидов алюминия и железа, а в табл. 3 (стр. 1, 2) представлены сведения о коэффициентах регрессии данных зависимостей.

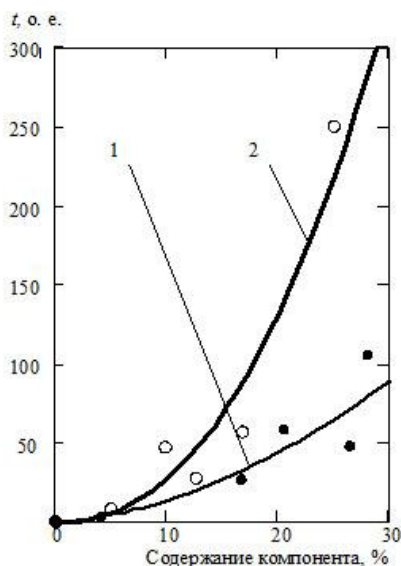


Рис. 1. Зависимости трудоемкости шлифования горных пород от содержания в их составе: 1 – оксида алюминия (Al_2O_3); 2 – оксида железа (Fe_2O_3)

Из данных рис. 1 и табл. 3 следует, что с повышением содержания рассматриваемых компонентов в составе горных пород трудоемкость их обработки (шлифования) быстро повышается. Показатели степени для указанных зависимостей составляют: для оксидов алюминия – 1,737, для железа – 2,278. Как видим, оксиды железа сильнее влияют на трудоемкость шлифования камней, чем алюминия. Однако вследствие большой ошибки аппроксимации (например, для оксидов алюминия 42 %) эти зависимости могут свидетельствовать лишь об имеющихся тенденциях процесса шлифования рассматриваемых видов горных пород.

Аппроксимированные линейными функциями ($Y = \kappa X + b$) зависимости относительной энергоёмкости шлифования природных камней от содержания в них оксидов алюминия и железа показаны на рис. 2. Значения коэффициентов регрессии этих зависимостей приведены в табл. 3.

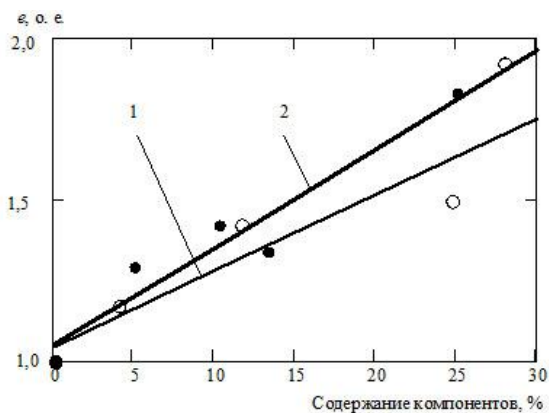


Рис. 2. Зависимости относительной энергоёмкости шлифования горных пород от содержания в них: 1 – оксида алюминия (Al_2O_3); 2 – оксида железа (Fe_2O_3)

Таблица 3. Значения коэффициентов регрессий исследуемых зависимостей

Зависимость	Значения κ	Значения C	Значения b
1 на рис. 1	0,241	1,737	0,432
2 на рис. 1	0,14	2,278	-0,078
1 на рис. 2	0,023	–	1,047
2 на рис. 2	0,031	–	1,048

Из данных рис. 2 и табл. 3 следует, что влияние оксидов алюминия и железа на энергоёмкость обработки (шлифования) исследованных видов горных пород почти одинаковое (оксида железа несколько сильнее), а повышение содержания обоих компонентов в составе таких пород приводит к повышению энергоёмкости их обработки. Причем низкая ошибка этих зависимостей (до 10 %) свидетельствует об объективных закономерностях процесса шлифования исследованных горных пород.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что наличие оксидов алюминия и железа в составе некоторых видов горных пород (декоративных и полудрагоценных камней), используемых для изготовления различных изделий из камня, существенно влияет на трудоемкость и энергоёмкость шлифования этих пород.

Так трудоемкость обработки исследованных горных пород при повышении содержания определенных компонентов многократно повышается по степенной зависимости (приблизительно квадратичная зависимость), а энергоёмкость обработки в соответствии с линейной зависимостью – примерно в 1,5-2 раза.

Полученные результаты можно использовать при определении технологических параметров шлифования горных пород и изготовлении различных изделий, установлении технологических и определении технико-экономических параметров производства таких изделий.

Литература

1. Сидорко В. И., Пегловский В. В., Ляхов В. Н. Влияние содержания оксида кремния в природных камнях на их прочностные свойства, производительность алмазного шлифования и потребляемую мощность // Сверхтвердые матер. – 2008. – № 5. – С. 64–71.
2. Исследование влияния некоторых компонентов химического состава природных камней на их прочностные свойства / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталько // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – 2008. – Вып. 11. – С. 444–449.
3. Изучение влияния минералогических составляющих природного камня на его прочностные свойства / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталько // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – 2007. – Вып. 10. – С. 482–487.
4. Исследование влияния прочностных свойств природных камней на трудоемкость их алмазного шлифования / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталько // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – 2009. – Вып. 12. – С. 495–500.
5. Исследование влияния прочностных свойств природных камней на мощность потребляемую при алмазном шлифовании / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталько // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: Изд-во ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины. – 2008. – Вып. 11. – С. 449–453.
6. Гелета О. Л. Дослідження зовнішньоекономічного обігу декоративного каміння в Україні (2008 р.) // Коштовне та декоративне каміння: Інформ.-довідкове вид. – К.: Вид-во ДГЦ МФУ. – 2009. – № 56 (2). – С. 28–32.
7. Постановление Кабинета Министров Украины «Об общей классификации и оценке стоимости природного камня» от 27 июля 1994 г. № 512.
8. Григорович М. Е. Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. – Вып. 12. Декоративно-облицовочные камни / Под ред. Е. Я. Киевленко. – М.: Изд-во ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1977. – 90 с.
9. Морозова Н. И. Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. – Вып. 18. Иризирующие полевые шпаты / Под ред. Е. Я. Киевленко. – М.: Изд-во ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1978. – 74 с.
10. Григорович М. Б. Методические указания по поиску и перспективной оценке месторождений цветных камней. – Вып. 19. Амазонит и амазонитовые породы / Под ред. Е. Я. Киевленко. – М.: Изд-во ЦСПХП Мингеологии СССР ВГФ, 1978 – 54 с.
11. Пат. 33227 Украина, МПК (2006). В28D 1/00. Спосіб визначення оброблюваності каменю / В. І. Сидорко, В. В. Пегловський, В. Н. Ляхов, О. М. Поталико. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.

Поступила 26.02.10