

2. Экспериментально встановлено, що сила фрезерування з підвищенням швидкості подачі збільшується, причому при обробленні мармуру в 1,2 раза більша.

3. З метою оцінки рівня сил, що виникають при фрезеруванні кам'яних виробів за заданої продуктивності, за експериментальними даними побудовані діаграми, які можуть бути основою для формування вихідних даних при розрахунку параметрів каменеобробних верстатів.

### Литература

1. Соколовский А. П. Расчеты точности обработки на металлорежущих станках. – М.Л.: Машгиз, 1952 г. – 288 с.
2. Сычѳв Ю. И., Берлин Ю. Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. – М.: Стройиздат, 1985 г. – 312 с.

Надійшла 09.06.10

УДК 621.9

**В. И. Сидорко<sup>1</sup>**, д-р техн. наук; **В. Д. Курилович<sup>2</sup>**,  
**В. В. Пегловский<sup>1</sup>**, канд. техн. наук

<sup>1</sup>Научно-технологический алмазный концерн «Алкон» НАН Украины, г. Киев

<sup>2</sup>Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА С АЛМАЗНЫМ ВОЛОКНОМ В РАБОЧЕМ СЛОЕ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ГОРНЫХ ПОРОД

*In article possibility of use of the tool a working layer is considered, which is made of a diamond fibre for different kinds of a stone*

### Введение

При производстве различных, прежде всего строительных, изделий из горных пород (облицовочных и цокольных плит, ступеней и др. [1]) часто предусматривается полирование их лицевых поверхностей. Вместе с тем окончательная фактура некоторых лицевых поверхностей таких изделий иногда предусматривает также получение шлифованной (матовой, лощеной) поверхности [1; 2]. Это связано с определенными требованиями к дизайну таких изделий [3], а также эксплуатационными или функциональными требованиями к ним (например, получением «нескользящих» поверхностей ступеней или половой плитки для производственных помещений, помещений в учреждениях здравоохранения и т. д.). В этой связи разработка специализированного инструмента для получения неполированных (лощенных, матовых) поверхностей изделий из горных пород является актуальной задачей каменеобрабатывающего производства.

Украина является экспортером природного камня благодаря наличию значительных запасов декоративных камней, прежде всего гранитов, габбро и лабрадоритов, а также импортером изделий из природного камня. Структура экспорта природного камня из Украины в настоящее время носит сырьевой характер [8]. Так сырьевых блоков экспортируется 40 %, брусчатки – 24 %, изделий с полированной или обработанной другими способами поверхностью – 36 %. Импортируются в Украину преимущественно полированные слябы, плитка, мозаичные панно. В то же время импорт каменных блоков составляет около 4% общего его объема.

Наибольшую часть экспортируемого Украинского камня составляют: граниты (Капустянского, Емельяновского, Токовского и других месторождений) – 34,2 тыс. м<sup>3</sup>, габбро

(Слипчицкого, Букивского, Юлиевского и других месторождений) – 20,9 тыс. м<sup>3</sup>, лабрадориты (Каменобродского, Добринского, Очеретинского и других месторождений) – 4,1 тыс. м<sup>3</sup>, базальт и андезит – 3,2 тыс. м<sup>3</sup>, известняк – 3,0 тыс. м<sup>3</sup>, песчаник – 1,9 тыс. м<sup>3</sup>.

#### Методика исследований

Шлифование как один из видов механической обработки (обработка резанием) разделяется на черновое (в результате которого снимается основная часть припуска) и чистовое (при этом достигается заданная точность размеров и шероховатость обрабатываемых поверхностей) [4]. В камнеобработке черновое шлифование осуществляют алмазно-абразивным инструментом, в алмазоносном слое которого используют преимущественно порошки синтетических алмазов с размерами основной фракции 630/500–50/40 (для узкого диапазона зернистости). При чистовом шлифовании (доводке) используют микропорошки размерами 60/40–5/3 [5], при полировании микропорошки размерами 3/2–1/0.

Одной из основных проблем при изготовлении и эксплуатации алмазно-абразивного камнеобрабатывающего инструмента для чистового шлифования является слипание (коагуляция) алмазных зерен в конгломераты порошка, размеры которых значительно превышают размеры основной фракции этого порошка. Как результат на обработанных поверхностях изделий из камня появляются дефекты (борозды, царапины).

В целях устранения этого недостатка разработан новый инструмент для шлифования [6], рабочий слой которого состоит из спрессованного алмазно-полимерного волокна, в котором абразивные (алмазные) зерна размещены по одному вдоль волокна [7].

Цель настоящей работы – определить горные породы, которые можно обрабатывать с использованием разработанного инструмента.

Для предварительной проверки возможности обработки (лощения) горных пород украинских месторождений отобрали гранит (двух видов), лабрадорит и габбро (по одному виду). Из них изготовили образцы размером 60 × 20 (рис. 1 а), которые предварительно в течение 5 мин обработали (отшлифовали) абразивным инструментом, содержащем в алмазоносном слое алмазный порошок размером 40/28.



Рис. 1. Внешний вид образцов гранита (а) и инструмента для проведения экспериментальных исследований

Для проведения предварительных исследований в соответствии с патентом [6] изготовили экспериментальный образец алмазного инструмента типа АЭ размером 50 × 5, алмазоносный слой которого сформировали из алмазно-полимерного волокна, полученного в соответствии с патентом [7] из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) и синтетических алмазов АСМ 10/7 (рис. 1б).

Исследования проводили на шлифовально-полировальном станке марки ЗШП–320. Технологические параметры исследований наведены в табл. 1.

**Таблица 1. Технологические параметры экспериментальных исследований**

Технологический параметр	Единица измерения	Значение
Частота вращения шпинделя	об./мин	90
Частота двойных ходов поводка	дв. ходов/мин	48
Усилие прижима	Н	35
Несимметрия штриха	мм	0
Смещение штриха	мм	3,5
Длина штриха	мм	10
Продолжительность обработки	мин	5

После обработки образцов камня измеряли микронеровности вновь образованной поверхности известным методом по выбранной на поверхности образцов базовой линии контактным профилографом–профилометром SJ201 Mitutoyo (Япония) согласно ГОСТ 19300 [2].

### Результаты

Исследованные природные камни представляют собой основные и кислые интрузивные горные породы. Химический состав некоторых видов горных пород приведены в табл. 2. Выбранные компоненты химического состава этих камней – оксиды кремния ( $\text{SiO}_2$ ), алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ), кальция ( $\text{CaO}$ ) и магния ( $\text{MgO}$ ) – составляют наибольшую в процентном отношении их часть в химическом составе пород [9–11]. Следует также отметить, что в рассмотренных горных породах (гранитах, габбро, лабрадоритах) выделяются также окислы натрия ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) и калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ), которые в табл. 2 отнесены к прочим [9–11]. Природные камни в табл. 2 расположены в порядке возрастания содержания в них оксида кремния.

**Таблица 2. Химический состав рассматриваемых видов горных пород**

Горная порода (происхождение)	Содержание компонента в породе, %					
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3^1$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	Прочие
Габбро оливковое	45,43	17,32	10,87	11,62	8,37	6,39
Габбро безоливиновое	49,14	16,77	9,57	11,19	6,70	6,63
Лабрадорит Головинский (Украина)	53,55	26,24	5,05	10,5	–	4,66
Гранит. Софиевский. Украина	71,36	11,96	4,88	2,56	0,58	8,66
Гранит слюдяной	71,84	14,59	2,46	1,67	0,63	8,81
Гранит лейкократовый	74,53	13,83	1,46	1,25	0,40	8,53

Примечание: 1 – общее значение  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$ ; 2 – средние значения [9].

Из данных табл. 2 следует, что в исследованных горных породах содержание оксида кремния составляет 45–75 %.

Минералогический состав некоторых видов горных пород, обработанных (лощенных) инструментом с алмазным волокном в рабочем слое приведены в табл. 3.

Таблица 3. Минералогический состав некоторых видов горных пород Украинских месторождений

Минералы	Содержание в породе, %			
	Габбро Букинское	Лабрадорит Голловинский	Гранит Емельяновский	Гранит Маславский
Калишпат	2 – 9	0 – 6	20 – 80	40 – 63
Кварц	0 – 5	0 – 2	15 – 70	40
Плагиоклаз	57–72	87 – 99	10 – 30	–
Роговая обманка	–	–	–	10
Биотит	–	–	–	7
Апатит	–	–	–	2
Оливин	–	0 – 2	–	4
Пироксен	25 – 32	4	–	–
Другие	0 – 3	–	–	1

Как следует из данных табл. 3, для габбро и лабрадоритов основными породообразующими минералами являются полевые шпаты плагиоклазы (анортит и лабрадор), для гранитов калишпаты (ортоклаз и микроклин). Кроме того, в гранитах может содержаться значительное количество кварца.

Результаты измерения микронеровностей (профилограммы) поверхности некоторых из исследованных видов горных пород показаны на рис. 2.

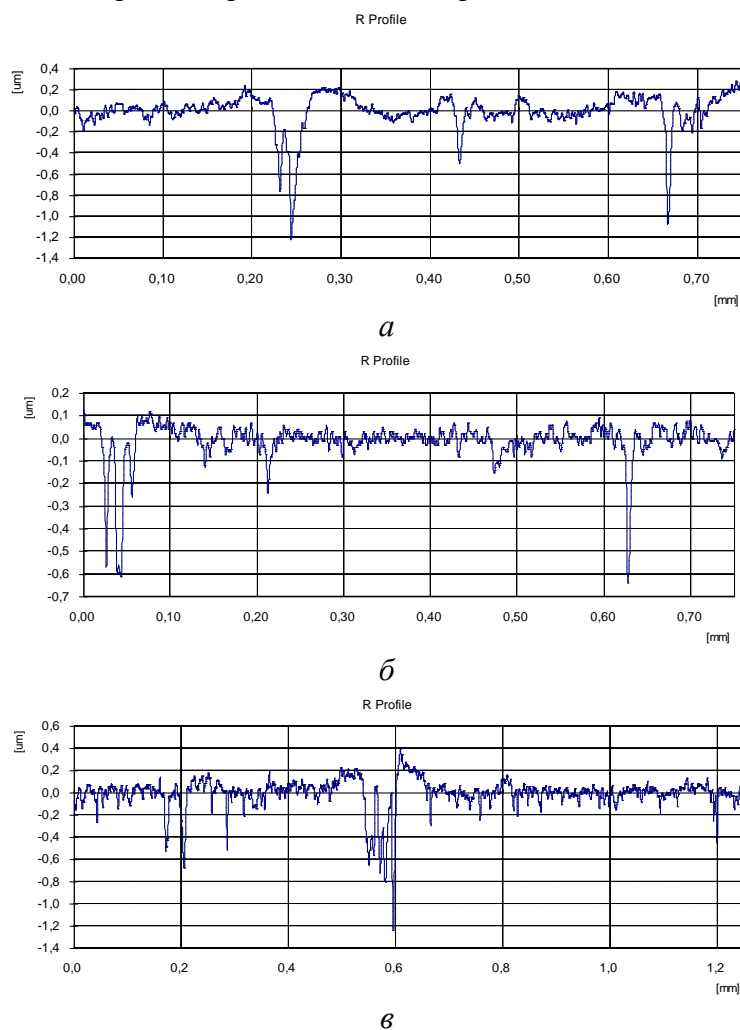


Рис. 2. Профилограммы микронеровности поверхностей: а – габбро; б – лабрадорита; в – гранита

В результате обработки профилограмм было установлено, что высота микронеровностей поверхности исследованных видов горных пород  $Ra=0.05 - 0,1$  мкм.

Поскольку неизвестна чистота поверхности исследуемых горных пород при обработке традиционными видами алмазного инструмента, содержащего в алмазоносном слое синтетические алмазы зернистости 10/7, полученные экспериментальные данные (табл. 4) можно сравнить с чистотой поверхности стекла (материала, сходного по химическому составу с исследованными видами горных пород), обработанного инструментом с синтетическими алмазами зернистости 10/7 ( $Ra = 0,02-0,16$ ) [12].

Таблица 4. Результаты измерений шероховатости обработанных горных пород

Горная порода	$Ra$
Габро	0.10
Лабрадорит	0.05
Гранит (Янцевский)	0.08
Гранит (Капустинский)	0.02
Стекло К8	0,02–0,16

### Выводы

В результате исследований установлено, что предлагаемый алмазный инструмент, алмазоносный слой которого сформирован алмазно-полимерным волокном, можно использовать для обработки (лощения) поверхности изделий, изготовляемых из горных пород (габбро, лабрадоритов и гранитов), основными порообразующими минералами которых являются полевые шпаты, а содержание оксида кремния в химическом составе составляет 45–75 %.

Чистота поверхности исследованных видов горных пород при обработке их инструментом с алмазно-полимерным волокном в рабочем слое соответствует требованиям, предъявляемых к чистоте лощеных поверхностей камня.

### Литература

1. ДСТУ БВ.2.7–37–95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. Введ. 01.01.96.
2. ГОСТ 30629–99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. Введ. 01.01.01.
3. ДСТУ 3844–2000. Дизайн и эргономика. Правила выполнения дизайн-эргономических работ при разработке и постановке продукции на производство. Введ. 01.09.2000.
4. ДСТУ 2391–94. Система технологической документации. Термины и определения. Введ. 01.01.95.
5. ДСТУ 3292–95. Порошки алмазные синтетические. Введ. 01.01.95.
6. Инструмент для фінішної обробки Ю. Д. Філатов, В. І. Сідорко, В. Д. Курілович, В. С. Біловол // Патент на корисну модель № 43681, В24D17/00, Опубл. 25.08.09.
7. Абразивне волокно Ю. Д. Філатов, В. Д. Курілович, В. І. Сідорко, С. В. Ковальов, В. Г. Крамар // Патент на корисну модель № 38450, В24D17/00, Опубл. 12.01.09.
8. Гелета О.Л. Огляд експортно-імпортних операцій з декоративним камінням в Україні (2008 р) // Коштовне та декоративне каміння. Інформ.-довідкове вид. – К: Вид-во ДГЦ МФУ. – 2009. – № 56. – С. 28 – 33.
9. Добыча и обработка природного камня. Справочник / Под ред. А.Г. Смирнова.– М.: Недра, 1990. – 446 с.

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 ( $\text{SiO}_2$ ), алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ), кальция ( $\text{CaO}$ ) и магнезия ( $\text{MgO}$ ). 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.