

УДК.679.8.

В. И. Сидорко, д-р техн. наук, **В. В. Пегловский**, канд. техн. наук,
В. Н. Ляхов, **Е. М. Поталько**

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ ПРИРОДНЫХ КАМНЕЙ НА МОЩНОСТЬ, ПОТРЕБЛЯЕМУЮ ПРИ АЛМАЗНОМ ШЛИФОВАНИИ

The effect of natural stone strength properties on the power required in diamond stone grinding has been studied.

Введение

Известно, что Украина является экспортером природного камня благодаря наличию значительных запасов декоративных камней, прежде всего гранитов, лабрадоритов, габбро, и импортером природного камня.

Структура экспорта природного камня из Украины в настоящее время носит сырьевой характер [1]: сырьевых блоков экспортируется – 48 %, брусчатки – 27 %, изделий с полированной или обработанной другим способом поверхностью – 25 % (рис. 1, а). Импортируются в Украину преимущественно изделия: – полированные слябы, плитка, мозаичные панно и др. (94 % объема импорта), а также полуфабрикаты, например каменные блоки (6 % объема импорта) (рис. 1, б).

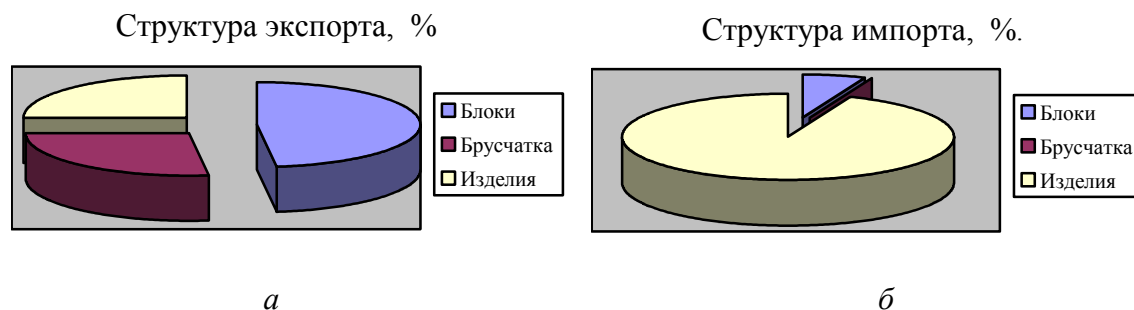


Рис. 1. Структура экспорта и импорта природного камня и изделий из него в 2006 г.: а – экспорт; б – импорт

В этой связи организация более глубокой переработки природного камня в готовые изделия непосредственно в Украине является актуальной задачей отечественного камнеобрабатывающего производства, что определяет необходимость проведения всесторонних исследований особенностей процесса алмазной обработки, так как добываемый в Украине природный камень обрабатывается преимущественно алмазным инструментом.

Цель исследований – определить влияние прочностных свойств природных камней, обуславливающих изменение одного из основных параметров процесса шлифования – потребляемой мощности.

Методика проведения исследований

Е. Н. Маслов в общей теории шлифования материалов большое внимание уделяет, свойствам обрабатываемых материалов, считая их основными факторами, влияющими на особенности этого процесса [2]. Таким образом, основные параметры процесса алмазного шлифования (потребляемая мощность, производительность, трудоемкость и др.) зависят от различных свойств обрабатываемых материалов. Исследуемый параметр процесса шлифования может быть представлен в виде: $A_i = f(C_1, C_2, C_3)$, где C_1, C_2, C_3 – прочностные свойства природного камня, т. е. его способность в определенных условиях и пределах воспринимать, не разрушаясь, силовые воздействия [3].

Исследовали природные камни, которые используют для изготовления декоративно-художественных изделий [4], т. е. для тех, которые в соответствии с принятой в Украине классификацией [5] относятся к полудрагоценным и декоративным камням.

Комплекс изучаемых свойств полудрагоценных камней, определяется в соответствии с методическим руководством по диагностике и экспертизе таких камней [6].

Основными свойствами, которые определяют у этой группы камней, являются твердость, плотность, спайность, излом, формы выделения (структура), степень прозрачности, светопреломление и двупреломление.

Кроме указанных свойств полудрагоценные камни оценивают по показателям качества, к которым относятся просвечиваемость, насыщенность цвета, размеры бездефектных областей, опалесценция, иризация, включения второстепенных минералов, трещиноватость, наличие и контрастность рисунка, полихромность, размеры текстурообразующих элементов, полируемость и др.

Из всех определяемых показателей для полудрагоценных камней к прочностным относится твердость как свойство материала сопротивляться в случае местных контактных разрушений или хрупкого разрушения в поверхностном слое [2].

Степень сопротивления внешнему механическому воздействию природных минералов и некоторых горных пород определяется по методу, предложенному немецким минералогом Фридрихом Моосом, путем царапания поверхности камня эталонными материалами с известной твердостью.

Твердость по Моосу с учетом большого накопленного опыта его применения для различных видов природных камней является важным показателем их прочностных свойств. Этот показатель эффективен также при определении прочностных свойств всех минералов и горных пород.

Некоторые из рассматриваемых видов природных полудрагоценных камней (кварц, аметист, халцедон, нефрит, жадеит, кальцит, арагонит, доломит и др.) являются природными минералами – однородными природными неорганическими соединениями с определенными постоянными физическими свойствами и химическим составом [7].

Однако большинство декоративных и полудрагоценных природных камней – это горные породы (граниты, лабрадориты, габбро, мраморы, мраморные ониксы, яшмы, серпентиниты, обсидианы и др.), которые представляют собой агрегаты одинаковых или разных минералов, образующие геологические тела значительной протяженности [7].

Горные породы характеризуются такими основными свойствами [8]: декоративностью, плотностью, пористостью, водопоглощением, пределом прочности при сжатии и снижением предела прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, пределом прочности на растяжение и изгиб, сопротивлением ударным воздействиям, истираемостью, микротвердостью, морозостойкостью, кислотостойкостью, солестойкостью, трещиноватостью.

В некоторых отраслях промышленности, например угледобывающей, свойства горных пород характеризуются большим количеством специальных показателей.

Основными прочностными свойствами горных пород являются предел прочности при сжатии и микротвердость. Для декоративных камней эти свойства определяются по стандартным методикам [8].

Таким образом, для полудрагоценных и декоративных камней основными прочностными свойствами, которые могут влиять на потребляемую при их алмазном шлифовании мощность (N), являются твердость по Моосу (T_M), предел прочности при одноосном сжатии ($R_{сж}$) и микротвердость (H).

В этом случае выражение для потребляемой мощности можно представить в таком виде: $N = f(T_M, R_{сж}, H)$,

Для исследования потребляемой при алмазном шлифовании мощности применяли экспериментальную установку, изображенную на рис. 2 [9].

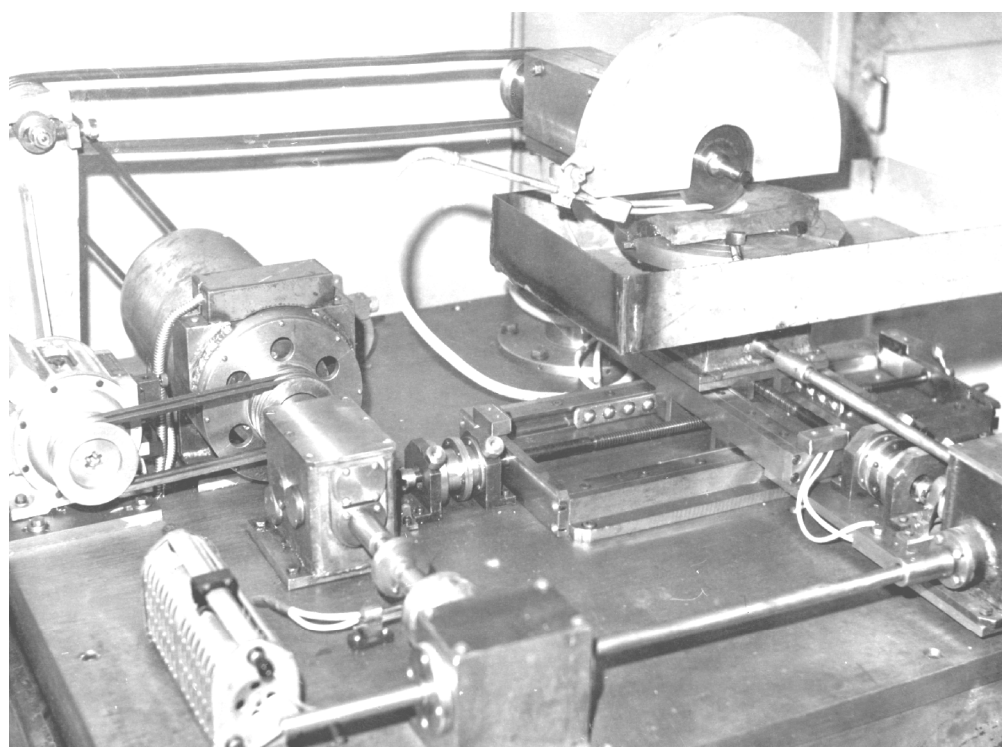


Рис 2. Установка для определения мощности алмазного шлифования

В качестве инструмента использовали алмазный круг с двусторонним коническим профилем вида 1EE1X 2727-0006 [10] (диаметр $D = 125$ мм, ширина рабочей части $h = 6$ мм, высота алмазосносного слоя $b = 3$ мм, угол при вершине $\alpha = 32$).

Алмазосносный слой инструмента имел следующие параметры: АСК 315/250-М2-01-50 с содержанием алмазов 9,57 карат.

Потребляемую при шлифовании изучаемых видов природных камней мощность определяли с помощью указанной установки, полупроводниковой мостовой схемы и осциллографа 6 Н 105.

В качестве обрабатываемых деталей использовали заготовки изделий размерами $100 \times 100 \times 25$ мм, выполненные из различных видов природного камня, в которых вышлифовывалось сферическое углубление диаметром 55 мм. и высотой 10 мм.

При проведении исследований были установлены следующие технологические параметры обработки: вертикальная подача на один оборот поворотного стола, – 5 мм; угловая скорость вращения инструмента, – 3000 об./мин – 3000; угловая скорость вращения стола – 1,5, об./мин; максимальная мощность электродвигателя, – 2,2 кВт.

Анализ результатов

Значения потребляемой при обработке природных камней мощности даны в табл. 1.

Таблица 1. **Мощность, потребляемая при алмазном шлифовании природных камней**

Природный камень	N, Квт	Природный камень	N, Квт
Мраморный оникс	1,03	Джеспилит	1,88
Флюорит	1,19	Кварцит	1,62
Офиокальцит	1,20	Окаменелое дерево	2,06
Обсидиан	1,32	Кремень	1,92
Серпентенит	1,38	Халцедон	2,05
Лазурит	1,21	Агат-переливт	1,86
Беломорит	1,33	Агат технический	2,06
Яшма техническая	1,76	Кварц-морион	1,80
Яшма орская	1,81/	Нефрит	1,80
Роговик	1,46	Жадеит	1,98

Зависимости влияния основных прочностных свойств природных камней, на потребляемую при их шлифовании алмазным инструментом мощность показаны на рис. 3 [6, 7, 11-13].

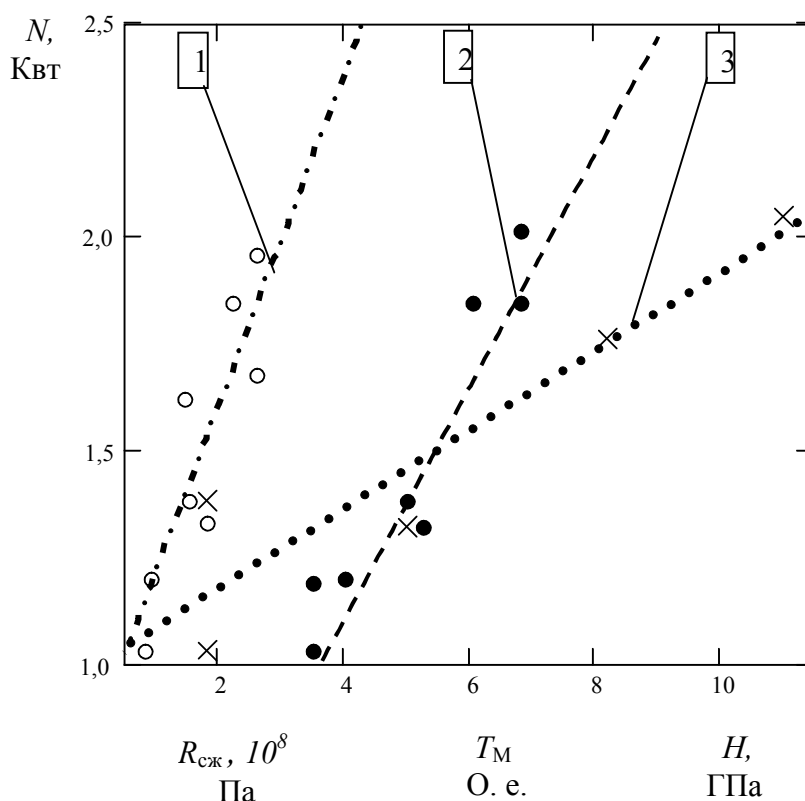


Рис. 3. Зависимость мощности потребляемой при алмазной обработке, от прочностных свойств природных камней: предела прочности при сжатии (1); твердости по Моосу (2); микротвердости (3)

Аппроксимация исследуемых зависимостей, проведенная методом наименьших квадратов, с использованием пакета прикладных программ Mathcad 2000 Pro [14], позволит представить их линейными функциями вида $Y = kx + b$, где k, b – коэффициенты регрессии.

Значения коэффициентов k и b , а также средние ошибки аппроксимации Δ приведены в табл. 2.

Таблица 2. Коэффициенты регрессии и средняя точность аппроксимации

Показатель.	k	b	Δ , %
Предел прочности при сжатии	0,387	0,837	8,3
Твердость по Моосу	0,266	0,061	8,7
Микротвердость	0,092	0,996	7,5

Согласно данным табл. 2 приходим к выводу, что все зависимости с достаточной точностью (до 10 %) описывают исследуемый процесс, причем влияние на потребляемую мощность рассматриваемых прочностных показателей различно. Таким образом, влияния предела прочности при сжатии и твердости по Моосу сопоставимы, а микротвердости ниже.

Выводы

В результате исследований экспериментально установлена потребляемая мощность при шлифовании различных видов природных полудрагоценных и декоративных камней, а также то, что предел прочности при сжатии, твердость по Моосу и микротвердость существенно влияют на мощность, потребляемую при алмазном шлифовании,

В наибольшей степени влияет на мощность, потребляемую при шлифовании природных камней предел прочности при сжатии. Так при изменении предела прочности при сжатии от 0,8 до 3,3 МПа потребляемая мощность увеличивается в два раза, приблизительно также влияет на потребляемую мощность твердость по Моосу, а микротвердость влияет в меньшей степени.

Литература

1. Гелета О. Л. Статистичний огляд експортно-імпортних операцій з декоративним камінням в Україні у 2006 році // Коштовне та декоративне каміння. Інформ.-довідкове вид. – К.: Вид-во ДГЦ МФУ, 2007. – № 48. – С 21 – 26.
2. Маслов Е. Н. Теория шлифования материалов. – М.: Машиностроение, 1974. – 318 с.
3. Лидин Г. Д., Воронина Л. Д., Каплунов Д. Р. Горное дело. Терминологический словарь. – М.; Недра, 1990. – 694 с.
4. Изделия камнерезные ТУ У 26.7–23504418–001: 2007.
5. Постановление Кабинета Министров Украины «Об общей классификации и оценке стоимости природного камня» от 27 июля 1994 г. № 512.
6. Индутная Т. В. Полудрагоценные камни: Метод. руководство по диагностике и экспертизе. – К.: Изд-во ГГЦ МФУ, 1997.– 44 с.
7. Минералы и самоцветы: знатокам, любителям и коллекционерам всех направлений о минералах и самоцветах: Справочник / Пер. с итал. Н. П. Григорьева – М.: АСТ, Астрель, 2006. – 320 с.
8. ГОСТ 30629–99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. Введ. 01.01.01.
9. Машина для обработки твердых и хрупких неметаллических материалов / Г. М. Водяник, Э. В. Рылеев, Е. И. Бобровский и др. // А.с. 334083 СССР, МКИ В 28d 1/04, В 26d 5/22. – Заяв. 20.04.70; Опубл. 30.03.80; Бюл. № 12.
10. ГОСТ 16179–91. Круги алмазные шлифовальные плоские с двусторонним коническим профилем форм 1ЕЕ1Х и 14ЕЕ1Х. Основные размеры. Введ. 01.01.83.
11. Митрофанов Г. К., Шпанов И. А. Облицовочные и поделочные камни СССР. М.: Недра, 1970. – 200 с.
12. Добыча и обработка природного камня: Справочник / Под ред. А. Г. Смирнова. – М.: Недра, 1990. – 446 с.
13. Т. Б. Здорик, В. В. Матиас, И. Н. Тимофеев, Л. Г. Фельдман Минералы и горные породы СССР.– М.: Мысль, 1971. – 440 с.
14. Кудрявцев Е. М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.

Поступила 16.05.08.