

4. ДСТУ БВ.2.7-16-95. Строительные материалы. Материалы стеновые каменные. Номенклатура показателей качества. – Введ. 01.07.95.
5. Индугная Т. В. Полудрагоценные камни: Метод. руководство по диагностике и экспертизе. – К.: Изд-во ГГЦ МФУ, 1997. – 44 с.
6. Лидин Г. Д., Воронина Л. Д., Каплунов Д. Р. Горное дело. Терминологический словарь. – М.: Недра, 1990. – 694 с.
7. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. – Введ. 01.01.01.
8. Добыча и обработка природного камня: Справочник / Под ред. А. Г. Смирнова. – М.: Недра, 1990. – 446 с.
9. Митрофанов Г. К., Шпанов И. А. Облицовочные и поделочные камни СССР / ГКГСА Госстроя СССР. М. – Недра, 1970. – 200 с.
10. Баранов П. Н. Геммология самоцветов. – Днепропетровск: Металл, 2002. – 208 с.
11. Комплексная оценка обрабатываемости природного камня алмазным инструментом. Ч. 3. Физико-механические свойства природных камней, непосредственно влияющие на процессы их алмазной обработки В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Поталько Е. М. // Инструмент. світ. – 2007. № 37-38. – С. 55-58.
12. 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 технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – 2008 – Вып. 11. – С. 449-453.
13. Пат. 33227, Украина, МПК (2006). В28D 1/00. Способ определения обрабатываемости камня / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталько. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 10.06.08; Бюл. № 11.
14. Кудрявцев Е. М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.

Поступила 07.04.09.

УДК 679.8

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

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ТРУДОЕМКОСТИ ШЛИФОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ КАМНЕЙ АЛМАЗНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ.

Data about productivity and labour input of grinding of the various are cited kinds of natural semiprecious and decorative stones the diamond tool.

Введение

При изготовлении изделий из природных камней [1; 2] об их технологических показателях (трудоемкости, энергоемкости и др.) [3] судят по обрабатываемости или трудоемкости обработки этих камней. В свою очередь, о трудоемкости обработки и обрабатываемости природных камней косвенно судят на основании имеющегося производственного опыта и прочностных свойств этих камней [4; 5]. При этом предполагают, что наименьшие значения производительности шлифования природных камней и наивысшая трудоемкость обработки соответствуют природным камням с большими значениями предела прочности при сжатии и твердости (по шкале Мооса и по Викерсу).

В виду отсутствия данных о производительности и трудоемкости шлифования природных полудрагоценных и декоративных камней, а также их обрабатываемости, исследование этих параметров является актуальной задачей камнеобрабатывающего производства.

Методика исследований

В данной статье исследуются объемная производительность, трудоемкость шлифования и обрабатываемость природных камней.

В качестве исследуемых материалов выбраны мраморные ониксы (2 вида), мраморы (5 видов), граниты (4 вида), агаты (2 вида) и по одному виду офиокальцит, серпентинит, брекчия, габбро, лабрадорит, скарн, нефрит, гранат-хлорит, жадеит, джеспилит, яшма, кварцит, кахолонг, кварц и гематит. Кроме того, исследовались оптическое стекло марки К-8, которое применяется в качестве эталонного материала при изучении некоторых процессов камнеобработки, например полирования [6], а также кремень футеровочный, используемый для производства специальных видов керамики [7].

Объемную производительность шлифования выбранных материалов рассчитывали по формуле $Q = \Delta m / \rho_0$, где Q , Δm – износ образцов соответственно по объему и массе; ρ_0 – средняя плотность исследуемых образцов. Износ образцов по массе определяли путем их взвешивания до и после обработки при стабилизации их влажности по стандартной методике, в соответствии с которой определяли также плотность [8].

Трудоемкость шлифования различных видов природных камней определяли по формуле $T = V_{\text{ед}} / Q$, где $V_{\text{ед}}$ – объем материала, износ которого принят за единицу трудоемкости шлифования, $V_{\text{ед}} = 1 \text{ см}^3$. Относительную трудоемкость шлифования различных материалов (t) определяли относительно трудоемкости шлифования эталонного материала, которым служил оникс Карлюкского месторождения (Казахстан) как наиболее легко обрабатываемый материал из камней, используемых для производства декоративно-художественных изделий [9], трудоемкость обработки оникса была принята за единицу.

Об обрабатываемости природных камней судили по коэффициенту относительной обрабатываемости (k), равному отношению производительности шлифования определенного вида природного камня к производительности шлифования оптического стекла марки К-8 [6].

Основные условия определения объемной производительности шлифования (Q) были выбраны следующие: средний путь трения образцов 1000 м и удельное давление 60 кПа, что соответствовало известным способам определения истираемости и обрабатываемости природных камней [8; 9].

Эксперименты по определению производительности шлифования проводили на шлифовально-полировальном станке модели ЗШП-320, используемом в камнеобрабатывающем и оптическом производстве (рис. 1, а). Станок предоставляет возможность в широких пределах варьировать технологические параметры обработки: скорость вращения, усилие прижима и взаимное расположение инструмента и обрабатываемой детали. Технологические параметры обработки природных камней приведены в табл. 1.

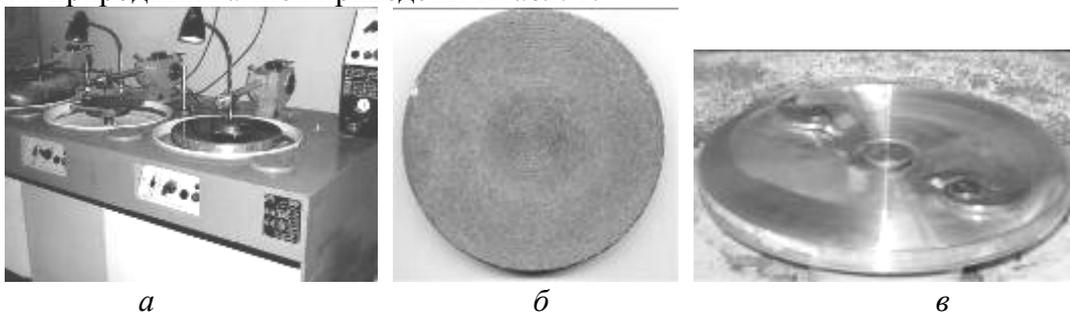


Рис. 1. Внешний вид оборудования, инструмента и оснастки для проведения экспериментальных исследований: а – станок модели ЗШП-320; б – алмазный инструмент; в – оправка

При проведении экспериментов использовали алмазный круг типа 6А2П 150×5×40 А1 1000/800-150 М10-01 (рис. 1, б), который устанавливали с помощью специальной оправки (рис 1, в) на одной из рабочих позиций станка.

Таблица 1. Технологические параметры обработки

Параметры	Единица измерения	Значение
Частота вращения шпинделя	об./мин	97
Частота двойных ходов поводка	дв. ходов/мин	48
Удельное давление	кПа	60
Несимметричность штриха	мм	30
Суммарная потребляемая мощность	Квт	2,2
Расход СОТС (воды) в 1 мин	м ³	3,33–6,67·10 ⁻⁶

Образцы из природных полудрагоценных и декоративных камней выбранных видов изготавливали размером 100×100×20–25 мм (рис. 2, а). Для их быстрой установки и съема использовался трафарет (рис. 2, б).

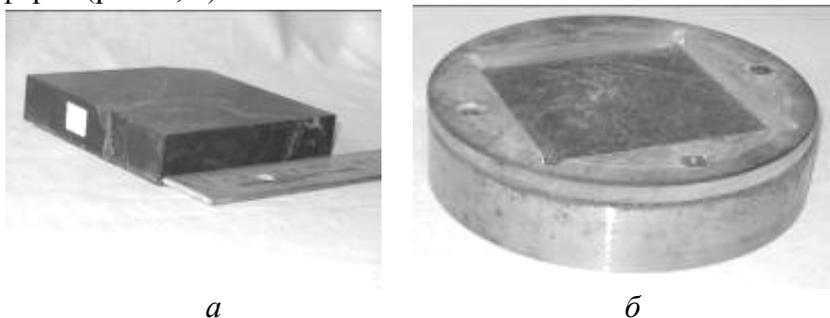


Рис. 2. Внешний вид образца природного камня – яшмы (а) и трафарета для его установки (б)

В результате экспериментальных исследований были получены значения производительности и относительной трудоемкости шлифования большого числа природных полудрагоценных и декоративных камней, в том числе около 20 видов впервые (табл. 2). Данные в таблице приведены в порядке возрастания относительной трудоемкости обработки природных камней. Там же приведены данные о среднеквадратичных отклонениях (σ) и средних ошибках (Δ) исследований производительности шлифования. Средняя по всем материалам ошибка экспериментальных исследований составляет 27 %, что значительно ниже, чем ошибки в определении показателя истираемости для природных камней, которая может составлять до 100 и более процентов.

В результате исследований также были получены значения коэффициента относительной обрабатываемости, которые для данных видов камней находятся в пределах $k = 0,11-320$.

Из табл. 2 следует, что значения производительности и трудоемкости шлифования отличаются почти в 3000 раз. Кроме того видно, что значения производительности шлифования для некоторых видов природных камней близки, например: мраморных ониксов и некоторых видов мраморов (Египет, Италия, Куба); офиокальцита, серпентинита, других мраморов (Испания) и брекчии; габбро, скарна, нефрита и гранат-хлорита; гранитов, лабрадорита, жадеита и джеспилита; яшмы, кварцита, агатов, кахолонга, кварца, гематита и кремня. Это создает предпосылки для объединения природных камней по группам обрабатываемости для выявления общих закономерностей их обработки.

Таблица 2. Производительность и относительная трудоемкость шлифования природных камней

Вид природного камня. Месторождение	Q , мм ³ /мин	σ	Δ , %	t , о. е
1. Мраморный оникс. Карлюкский, Казахстан	1404	±247	12	1,0
2. Мраморный оникс зеленый. Иран	1202	±322	18	1,17
3. Мрамор бежевый. Египет	580	±33	5	2,42
4. Мрамор белый. Каррара «В». Италия	554	±60	7	2,53
5. Мрамор зеленый. Вердесерано. Куба	353	±44	9	3,98
6. Офиокальцит. Россия	314	±107	31	4,47
7. Серпентенит. Россия	211	±24	10	6,65
8. Мрамор розовый. Испания	181	±52	25	7,76
9. Мрамор кремовый. Испания	113	±31	27	12,4
10. Брекчия. Турция	102	±16	14	13,8
11. Габбро. Украина	31,6	±6,6	18	44,4
12. Скарн. Россия	30,7	±7,3	22	45,7
13. Нефрит. Россия	28,6	±5,1	13	49,1
14. Гранат-хлорит. Россия	11,0	±4,8	28	128
15. Жадеит. Россия	9,09	±3,18	35	155
16. Гранит. Корнинский, Украина	8,47	±2,47	29	166
17. Гранит. Жежелевский, Украина	8,06	±2,38	22	174
18. Лабрадорит светлый. Норвегия	7,02	±0,96	10	200
19. Гранит. Янцевский, Украина	4,40	±1,93	42	319
20. Стекло К-8	4,38	±2,09	47	321
21. Гранит. Емельяновский, Украина	4,02	±0,82	20	349
22. Джеспилит. Криворожский. Украина	2,86	±2,29	60	491
23. Яшма. Орская. Россия	2,60	±0,93	36	540
24. Кварцит красный. Украина	2,16	±1,18	45	649
25. Агат технический. Россия	1,39	±0,70	38	1010
26. Кахолонг. Россия	1,18	±0,31	26	1189
27. Агат переливт. Россия	1,13	±0,57	47	1243
28. Кварц. Украина	0,94	±0,59	39	1494
29. Гематит. Украина	0,59	±0,23	41	2390
30. Кремьень футеровочный. Россия	0,49	±±0,17	31	2870

Выводы

В результате исследований получены количественные значения производительности алмазного шлифования, трудоемкости обработки и обрабатываемости большой группы полудрагоценных и декоративных камней при их шлифовании алмазным инструментом указанной характеристики в соответствии с принятыми режимами.

Результаты исследований могут быть применены для сравнения производительности шлифования, трудоемкости обработки и обрабатываемости исследованных видов природных

каменной либо близких по химическому или минералогическому составу, а также по прочностным свойствам.

Полученные данные могут быть использованы для определения технологических параметров изготовления различных деталей и изделий из камня алмазным инструментом с соответствующими характеристиками алмазоносного слоя.

Литература

1. Изделия камнерезные. ТУУ 26.7-23504418-001:2007. – Введ. 01.05.07.
2. ДСТУ БВ.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.01.96.
3. ДСТУ БВ.2.7-16-95. Строительные материалы. Материалы стеновые каменные. Номенклатура показателей качества. – Введ. 01.07.95.
4. Сычев Ю. И., Берлин Ю. Я. Шлифовально-полировальные и фрезерные работы по камню. – К.: Стройиздат, 1985. – 312 с.
5. Добыча и обработка природного камня. Справочник / Под ред. А. Г. Смирнова. – М.: Недра, 1990. – 446 с.
6. Сидорко В. И. Научные основы процессов финишной алмазно-абразивной обработки природного и синтетического камня: Дис.... д-ра техн. наук: 05.03.01. — К., 2006. — 396 с.
7. Словарь-справочник по новой керамике / Е. Л. Шведков, И. И. Ковенский, Э. Т. Денисенко, А. В. Зырин – К.: Наук. Думка, 1991. – 280 с.
8. ГОСТ 30629-99. Материалы и изделия облицовочные из горных пород. Методы испытаний. – Введ. 01.01.01.
9. Пат. 33227 Украина, МПК (2006). В28D 1/00: Способ определения обрабатываемости камня / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталько. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.

Поступила 07.04.09.

УДК 621.923:666.233

В. А. Коновалов, канд. техн. наук, **В. Н. Ткач**, канд. физ.-мат. наук,
В. В. Шатохин

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

РАЗРУШЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКИ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ АЛМАЗНОГО ЗЕРНА

It has been found experimentally, that release of diamond grit, which is mechanically fixed in a metal bond, occurs under fatigue damage of loaded pit's sidewall after irreversible interphase plasto-elastic deformation of adjoining area up to 70 μm in depth.

Актуальность

Различие каркаса алмазного и обычного абразивного шлифовального инструмента, зависящее от концентрации зерен в рабочем слое, предопределяет самостоятельную роль связки в процессе резания. Связка обеспечивает оптимальную прочность закрепления алмазных зерен, а также необходимую износостойкость при контактировании с обрабатываемым материалом и шламом в зоне шлифования. Другими словами, связка определяет экономически