

- металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2010. – Вып. 13. – С 536–540.
4. 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.
 5. Исследование влияния некоторых компонентов химического состава природных камней на их прочностные свойства / В.И. Сидорко, В.В. Пегловский, В.Н. Ляхов, Е.М. Поталыко // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины. – 2008. – Вып. 11. – С 444–449.
 6. Добыча и обработка природного камня: Справочник / Под ред. А.Г. Смирнова. – М.: Недра, 1990. – 445 с.
 7. Лазаренко Е.К. Курс минералогии: Учебник для университетов. – М.: Высш. шк., 1971. – 608 с.
 8. Федоровский Н.М. Курс минералогии. – М.; Л.; Новосибирск. ГНТГИ. 1932. – 456 с.
 9. Постановление Кабинета Министров Украины «Об общей классификации и оценке стоимости природного камня» от 27 июля 1994 г. № 512.
 10. ТУУ 26.7–23504418–001:2007. Изделия камнерезные – Введ. 01.05.2007.
 11. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия.
 12. Отчет ИСМ НАН Украины о НИР 1114 (арх. № 2105) «Исследование основных закономерностей процесса алмазной обработки цветных камней с целью установления оптимальных режимов обработки» / Рук. Александров В.А., Бобровский Е.И., Ляхов В.Н. Гос. Рег. №73055305. К.: 1974. – 74 с.
 13. Кирьянов Д.В. Mathcad 13. – СПб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.

Поступила 14.04.11

УДК 679.8

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

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

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКИ ГОРНЫХ ПОРОД ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ АЛМАЗОНОСНОГО СЛОЯ ИНСТРУМЕНТА

Зависимость производительности шлифования горных пород от концентрации алмазов в рабочем слое камнеобрабатывающего инструмента.

Ключевые слова: *шлифование, горные породы, алмаз.*

Введение

При выборе параметров алмазно-абразивного инструмента, используемого для обработки (чернового шлифования) горных пород и минералов (природных декоративных и полудрагоценных камней) в процессе изготовления строительных, производственно-технических и декоративно-художественных изделий [1; 2] необходимо знать, как соотносятся основные параметры алмазоносного слоя инструмента (вид связки, размер зерна алмазного порошка и его марка, концентрация алмазов в алмазоносном слое) с производительностью обработки таких материалов. Это необходимо как для определения технологических параметров процесса шлифования (например, производительности), так и для прогнозирования технико-экономических характеристик изготавливаемых из камня изделий (например, трудоемкости) [3].

Цель настоящего исследования – определить взаимосвязь концентрации синтетических алмазов алмазоносного слоя камнеобрабатывающего инструмента и производительности шлифования горных пород и минералов.

Методика исследований

Основными характеристиками алмазоносного слоя алмазного камнеобрабатывающего инструмента принято считать концентрацию синтетических алмазов, их марку, размер алмазного зерна и связку.

Концентрацию алмазов в алмазоносном слое инструмента принимают равной 100 %, если объем синтетических алмазов составляет 25 % общего объема алмазоносного слоя, что соответствует содержанию 4,4 карат (*ct*) в 1 см³. При обработке некоторых силикатных материалов (стекла, керамики), сходных по химическому составу с природными камнями, концентрация алмазов в обрабатываемом инструменте составляет 10–200 % [4]. Максимальная производительность шлифования стекол соответствует примерно 6 % концентрации алмазов [5].

Концентрация природных алмазов в алмазоносном слое инструмента используемого для обработки (чернового шлифования) природных камней, составляет 25–150 %.

Для установления влияния концентрации синтетических алмазов алмазоносного слоя на производительность шлифования горных пород, были проведены экспериментальные исследования 15 видов природных камней, различающихся химическим составом (содержанием оксида кремния), минералогическим (видами основных породообразующих минералов), физико-механическими свойствами и производительностью алмазного шлифования [6]. Эти виды камней были условно объединены в пять групп.

Выбранные для исследований горные породы, основные породообразующие и прочие минералы, особенности химического состава пород приведены в табл. 1.

Таблица 1. Виды горных пород, основные породообразующие и прочие минералы, особенности химического состава горных пород

Группа. Виды горных пород, месторождение, происхождение или торговая марка	Основные породообразующие и прочие минералы. Особенности химического состава горных пород
Первая группа. Мраморный оникс медовый, Иран (1). Мраморный оникс зеленый, Пакистан (2). Мрамор «Верде Серано», Куба (3)	Карбонаты (кальцит, доломит). Содержание SiO ₂ до 20 %
Вторая группа. Мрамор бежевый, Турция (4). Лазурит, Россия (5). Мрамор «Верде», Индия (6)	Карбонаты (кальцит, доломит), серпентин, лазурит, кварц и др. Содержание SiO ₂ до 40 %
Третья группа. Чароит, Россия (7). Родонит, Россия (8). Лабрадорит, Норвегия (9)	Силикаты (лабрадор, родонит, чароит), кварц и др. Содержание SiO ₂ до 60 %
Четвертая группа. Гранит Железевский, Украина (10). Гранит Покостовский, Украина (11). Яшма техническая, Россия (12)	Силикаты (ортоклаз, микроклин), кварц и др. Содержание SiO ₂ до 80 %
Пятая группа. Кварц морион (13). Кварцит (14). Гранит Межериченский (15). Все – Украина	Минералы группы кварца с примесями. Содержание SiO ₂ более 80 %

Для исследований изготовили несколько видов алмазного инструмента, характеристики которого приведены в табл. 2. Эти инструменты используют при производстве декоративно-художественных и производственно-технических изделий [2], а именно для растачивания посадочных мест под встраиваемые элементы изделий из камня (часы, термометры, втулки и пр.) на токарных или фрезерных станках различных модификаций.

Таблица 2. Характеристики используемого инструмента

Номер алмазного инструмента АЭ Ø40×5	Характеристика алмазоносного слоя	Твердость HRB	Количество алмазов (<i>ct</i>)
1	АС32 160/125-12,5 М 6-15	80–84	2,8
2	АС32 160/125-25 М 6-15	84	5,5
3	АС32 160/125-50 М 6-15	86–88	11,0
4	АС32 160/125-100 М 6-15	84–85	22,0
5	АС32 160/125-150 М 6-15	88–90	33,0

Указанные виды инструмента различались концентрацией алмазов алмазоносного слоя и общим их содержанием в алмазоносном слое. Выбор размера синтетических алмазов (160/125) обусловлен тем, что этот размер является примерно средним в диапазоне размеров синтетических алмазов, наиболее часто используемых для формообразования и шлифования природных камней (315/250–40/28).

В табл. 2 также приведена твердость используемой металлической связки, в качестве которой выбрали одну из наиболее часто используемых при обработке природных камней металлическую связку М6-15 (сложная многокомпонентная связка на основе порошков меди, олова и других компонентов) [7].

Исследования проводили в соответствии со способом определения обрабатываемости природных камней [8] с применением шлифовально-полировального станка марки ЗШП-320.

Технологические параметры экспериментальных исследований приведены в табл. 3.

Таблица 3. Технологические параметры экспериментальных исследований

Технологический параметр	Единица измерения	Значение
Частота вращения шпинделя	об./мин	97
Частота двойных ходов поводка	дв. ходов/мин	48
Усилие прижима	Н	330
Параллельное смещение штриха	мм	0
Перпендикулярное смещение штриха	мм	20
Длина штриха	мм	30

Результаты исследований обрабатывали известными методами [9].

Результаты

Зависимости производительности шлифования горных пород от концентрации алмазов алмазоносного слоя показаны на рис. 1. Все зависимости аппроксимированы линейными функциями вида $Y = \kappa X + b$.

Обобщенные зависимости производительности шлифования пяти групп горных пород от концентрации алмазов в алмазоносном слое инструмента в относительных единицах, причем производительность шлифования для 50 % концентрации алмазов принята за единицу, показаны на рис. 2.

Коэффициенты регрессии и средние ошибки аппроксимации (Δ) для обобщенных относительных зависимостей каждой из групп горных пород приведены в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициенты регрессии и средние ошибки аппроксимации

Группа камней	Значение		
	κ	b	$\Delta, \%$
1	-0,134	1,21	13
2	-0,07	1,03	15
3	-0,162	1,30	22
4	-0,104	1,24	22
5	0,00461	0,951	15

Как следует из данных рис. 1, 2 и табл. 4, для горных пород первой – четвертой групп (12 видов), различающихся химическим и минералогическим составом, при повышении концентрации алмазов в алмазоносном слое с 12,5 до 150 % производительность шлифования снижается у всех исследованных видов.

Для горных пород и минералов пятой группы с наиболее низкой обрабатываемостью (3 вида) установлено, что с повышением концентрации производительность шлифования не изменяется, причем коэффициенты регрессии (k) у горных пород и минералов этой группы на порядок меньше, чем у остальных камней.

Из данных табл. 4 также следует, что средняя ошибка аппроксимации по всем пяти группам горных пород не превышает 17 %.

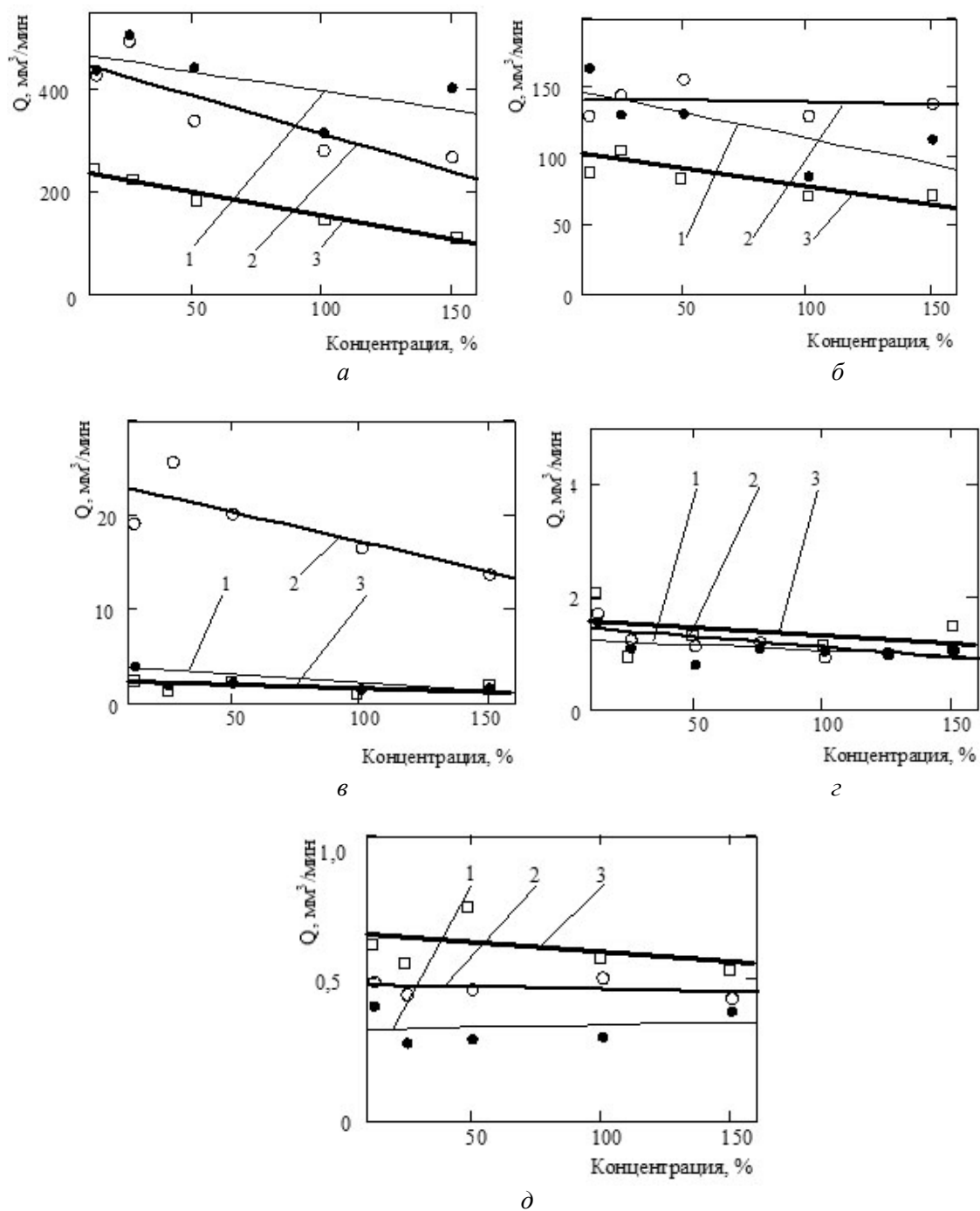


Рис. 1. Зависимости производительности шлифования от концентрации алмазов в инструменте для горных пород: а – горные породы первой группы: 1, 2 – мраморные ониксы (1, 2); 3 – мрамор (3); б – горные породы второй группы: 1, 3 – мраморы (4, 6); 2 – лазурит (5); в – горные породы третьей группы: 1 – чароит (7); 2 – родонит (8); 3 – лабрадорит (9); г – горные породы четвертой группы: 1, 2 – граниты (10, 11); 3 – яшма (12); д – горные породы пятой группы: 1 – кварц морион (13), 2 – кварцит (14); 3 – гранит (15)

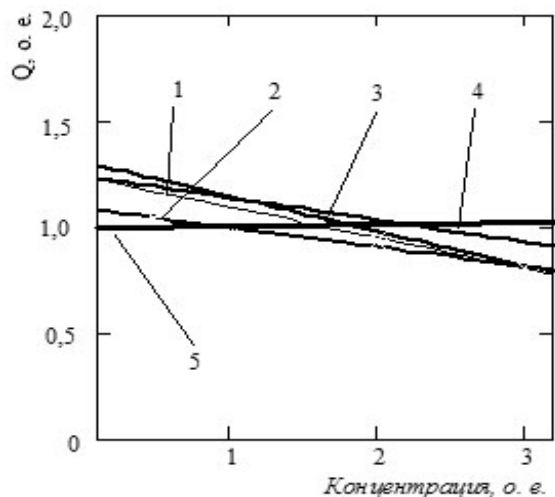


Рис. 2. Обобщенные зависимости производительности шлифования горных пород от концентрации алмазов алмазоносного слоя в относительных единицах для пяти групп камней

Из данных рис. 2 и табл. 4 следует, что коэффициенты регрессии для горных пород первых четырех групп обрабатываемости близки, что позволяет аппроксимировать их общей зависимостью вида $Q_{1-4} = 1,2 - 0,12k$, а представителей 5 группы зависимостью $Q_5 = 0,95 + 0,0046k$.

Исходя из приведенных выражений можно рассчитать рекомендуемые поправочные коэффициенты для оценки производительности шлифования горных пород при их обработке алмазным инструментом с использованием различных концентраций алмазов в алмазоносном слое при прочих равных условиях для разных их групп.

Значения этих коэффициентов для некоторых часто используемых в камнеобработке концентраций, (причем, для 50 % концентрации значения коэффициента приняты равными единице) приведены в табл. 5. В этих поправочных коэффициентах, кроме указанных видов горных пород (см. табл. 1) учтены результаты исследований некоторых других их видов.

Таблица 5. Поправочные коэффициенты при расчете производительности шлифования различных групп горных пород

Группы камней	Поправочный коэффициент при концентрации, %					
	25	50	75	100	125	150
1-4	1,05	1,0	0,96	0,92	0,88	0,85
5	1,0				1,1	

Выводы

Таким образом, производительность шлифования горных пород существенно зависит от концентрации алмазов алмазоносного слоя обрабатывающего инструмента. Например, с повышением концентрации с 12,5 до 150 % производительность шлифования большинства видов таких пород снижается в 1,2-1,4 раза.

Исключения составляют породы и минералы пятой группы, в частности минералы групп кварца (морион, льдистый кварц и др.), халцедона (агат, сердолик и др.), опала (кахолонг), а также некоторые образованные этими минералами горные породы (кварцит, кремний, окаменелое дерево, некоторые виды яшм и др.). Производительность шлифования этих камней в рассматриваемом интервале практически не зависит от концентрации алмазов.

Производительности шлифования горных пород инструментом с различной концентрацией синтетических алмазов в алмазоносном слое при прочих равных условиях могут быть взаимосвязаны поправочными коэффициентами, полученными на основании обобщения результатов экспериментальных исследований для всех рассматриваемых видов горных пород и минералов.

Полученные коэффициенты можно использовать при определении производительности шлифования на различных технологических операциях камнеобработки, а также основных технико-экономических параметров изготовления изделий из камня при использовании алмазно-абразивного инструмента с различными концентрациями алмазов в алмазоносном слое.

Залежність продуктивності шліфування гірських порід від концентрації алмазів в робочому слою камнеобробного інструменту.

Ключеві слова: шліфування, гірські породи, алмаз.

Dependence of productivity of grinding of various rocks on concentration of diamonds in processing the tool is investigated.

Key words: grinding, various rocks, diamonds.

Литература

1. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.01.96.
2. ТУ У 26.7-23504418-001:2007. Изделия камнерезные. – Введ. 01.05.07.
3. ДСТУ Б В.2.7-16-95. Строительные материалы. Материалы стеновые каменные. Номенклатура показателей качества. – Введ. 01.07.95.
4. Китайгородский И. И., Сильвестрович С. И. Справочник по производству стекла. Т. 1. – М.: ГИЛПСАЙСМ, 1963. – 1026 с.
5. Рогов В. В. Финишная алмазно-абразивная обработка неметаллических деталей. – К.: Наук. думка. – 1985. – 264 с.
6. 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.
7. Связки металлические СТП 90.502-85. – Введ. 01.09.85.
8. 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.
9. Кудрявцев Е. М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.

Поступила 26.02.10

УДК 621.892.8(045)

В. В. Бурикин¹, І. Л. Трофімов², канд. техн. наук, В. П. Захарчук²

¹Институт надтвердых материалов ім В. М. Бакуля НАН України

²Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТИЗНОСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАЛИВ ОБРОБЛЕНИХ ЕЛЕКТРИЧНИМ ПОЛЕМ ЗА СХЕМОЮ ТРИБОКОНТАКТУ «ЦИЛІНДР – ПЛОЩИНА»

Розроблено методику випробувань протизносних властивостей палив та малов'язких рідин, оброблених електричним полем за схемою трибоконтакту «циліндр – площина». За розробленою методикою досліджено вплив електричного поля на протизносні властивості малов'язких мастильних середовищ.

Ключові слова: протизносні властивості, мастильне середовище, електричне поле.

Вступ

Проблема тертя та зношування деталей машин і механізмів належить до числа найбільш складних проблем сучасної техніки. Постійне удосконалення машин і механізмів безпосередньо пов'язане з підвищенням якості паливно-мастильних матеріалів (ПММ). Поліпшення якості мастильних середовищ (МС) у більшості випадків дозволяє підвищити надійність та економічність механічної техніки. Сучасна техніка, як правило, відповідає вимогам надійності, але не дивлячись на це, потрібно враховувати, що вона оснащена складними гідроагрегатами, виконуваними важливі функції, наприклад, у системах керування літальними апаратами і паливною автоматикою авіаційних двигунів, в паливних системах двигунів внутрішнього згорання та в системах керування наземної техніки.

Специфічність цих пар тертя потребує критичного підходу в питанні застосування до них існуючих уявлень відносно впливу МС, механічних властивостей матеріалів, міцності, шорсткості спряжених поверхонь, швидкості їх відносного переміщення.

Підвищення протизносних властивостей ПММ та розробка методик для їх здійснення є одним з пріоритетних напрямів підвищення надійності роботи машин і механізмів.

Питання щодо впливу електричного поля на протизносні властивості ПММ залишається відкритим. Саме тому було прийнято рішення оцінити ступінь впливу електричного поля на вуглеводневі рідини, випробовуючи протизносні властивості деяких ПММ.

Мета цієї роботи полягає у розробленні методу випробувань протизносних властивостей ПММ, оброблених електричним полем за схемою трибоконтакту «циліндр – площина».