

**В. В. ПЕГЛОВСКИЙ**, канд. техн. наук,  
**В. И. СИДОРКО**, д-р техн. наук,  
**В. Н ЛЯХОВ**, г. Киев, Украина

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ШЛИФОВАНИЯ ПРИРОДНОГО КАМНЯ**

Досліджена і підтверджена при практичному виготовленні виробів з природного каменя можливість призначення раціональних технологічних параметрів шліфування каменя, із застосуванням модернізованих плоскошліфувальних верстатів різних моделей і використання різного алмазно-абразивного інструменту, залежно від приналежності таких каменів до певної групи оброблюваності, з урахуванням їх фізико-механічних властивостей, особливостей хімічного та мінералогічного складу.

Исследована и подтверждена при практическом изготовлении изделий из природного камня возможность назначения рациональных технологических параметров шлифования камня, с применением модернизированных плоскошлифовальных станков разных моделей и использования различного алмазно-абразивного инструмента, в зависимости от принадлежности таких камней к определенной группе обрабатываемости, с учетом их физико-механических свойств, особенностей химического и минералогического состава.

*V. V. PEGLOVSKIJ, V. I. SIDORKO, V. N LJAHOV*

### *TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF GRINDING OF THE NATURAL STONE*

Investigational and confirmed at the practical making of wares from a natural stone possibility of setting of rational technological parameters of polishing of stone, with the use of the modernized polishing machine-tools of different models and use of different diamond and abrasive instrument, depending on belonging of such stone to the certain group of workability, taking into account their physical and mechanical properties, features of chemical and mineralogical composition.

*Введение.* При изготовлении изделий из природного камня имеющих форму тел вращения в камнеобрабатывающем производстве применяются токарные станки разных моделей, модернизированные для обработки твердых, но хрупких материалов, какими являются природные камни [1, 2].

Вместе с тем для обработки плоских поверхностей или поверхностей имеющих канавки, фаски, выборки, геометрическая форма которых определяется формой используемого инструмента при изготовлении строительных, интерьерных, производственно-технических или декоративно-

художественных изделий [3, 4] применяют различные шлифовальные (плоскошлифовальные) станки, модернизированные для обработки камня. При этом параметры обработки (шлифования) природного камня, абразивным алмазным инструментом существенно отличаются от параметров обработки пластичных материалов, например металлов и их сплавов.

Данная работа ставит своей целью разработку технологических параметров шлифования (резания) природных камней с применением плоскошлифовальных станков различных моделей и использованием алмазно-абразивного инструмента.

*Методика исследований.* В соответствии с известной классификацией по обрабатываемости [5] природных декоративных и полудрагоценных камней [6], те их виды, которые используются для изготовления рассматриваемых изделий [3, 4] могут быть условно распределены на пять больших групп, отличающихся своими физико-механическими свойствами [1] химическим составом и минералогическими особенностями. Наиболее распространенные виды камней, которые относятся к разным группам, представлены в табл. 1 [5].

Таблица 1 – Распределение природных камней по обрабатываемости

Группы	Виды камня
1	Все виды мрамора с суммарным содержанием $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3$ менее 25 %, травертин, туф, известняк, мраморные ониксы всех видов, офиокальцит, флюорит и др.
2	Все виды мрамора с суммарным содержанием $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 25-50 %, брекчия, серпентинит, лиственит, лазурит, малахит и др.
3	Все виды лабрадоритов, габбро, беломорит, родонит, нефрит, амазонит, скарн, чароит и др. Суммарное содержание $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 50-90 %
4	Граниты всех видов, жадеит, обсидиан, джеспилит гранат-хлоритовые породы, роговики, порфиры и др. Суммарное содержание $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3$ более 90 %
5	Все виды кварца (морион, цитрин и др.), халцедона (агат, сердолик и др.) и опала (кахолонг), а также кварцит, кремнь, окаменелое дерево, яшма и др. Суммарное содержание $\text{SiO}_2$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3$ более 90 %

В табл. 2 приведены основные технические характеристики некоторых видов плоскошлифовальных станков [7, 8], применяемых для изготовления изделий из камня.

Таблица 2 – Технические характеристики плоскошлифовальных станков

№ п/п	Параметры	3E710A	3E710B-1	3E711B-1
1	Размеры стола, мм	400×125	250×125	400×200
2	Наибольшие размеры заготовок, мм	400×125 ×320	250×125 ×200	400×200 ×400
3	Масса обрабатываемых заготовок, не более, кг	150	50	150
4	Наибольшее расстояние от оси шпинделя до зеркала станка, мм	420	300	445
5	Наибольшее перемещение стола и шпиндельной бабки, мм			
	продольное	490	320	490
	поперечное	170	160	255
	вертикальное	-	200	-
6	Скорость продольного перемещения стола, м/мин.	2-35	2-25	2-35
7	Мощность электродвигателя главного привода, кВт	4	1,5	4
8	Габаритные размеры, мм			
	длина	2560	1310	2380
	ширина	1980	1150	1950
	высота	1790	1550	1915
9	Масса, кг	2300	1000	3380

Модернизация таких станков при обработке камня сводится к установке системы регенерации и очистки смазывающе-охлаждающей технологической среды (СОТС), в качестве которой выступает вода или 3-5 % раствор кальцинированной соды, от мелкодисперсных частиц (оксидов кремния, карбонатов кальция и др.). Такая очистка производится через систему отстойников.

*Полученные результаты.* При шлифовании плоских поверхностей изделий из камня [3, 4] наиболее рациональным является использование алмазного инструмента – кругов прямого профиля 1A1 Ø200-350×10-25×3-5×32-75 с параметрами алмазного слоя 250/200-160/125 AC4-AC15 B1 – 50-100. Т. е. для такого алмазного инструмента в отличие от инструмента, используемого, например, при токарной обработке [1], используются синтетические алмазы с невысокими прочностными свойствами и эластич-

ные связки, что дает возможность получить более высокую чистоту обрабатываемых поверхностей и сэкономить трудозатраты на последующих технологических операциях.

Имеющийся производственный опыт алмазно-абразивной обработки природного камня и изготовления различных изделий из него [3, 4, 9-11] позволил выработать рациональные технологические параметры обработки камней каждой группы. Эти параметры приведены в табл. 3. Основным регулируемым параметром при обработке камня является вертикальная составляющая подачи, которая выбирается в зависимости от принадлежности обрабатываемого камня к определенной их группе.

Таблица 3 – Рекомендуемые технологические параметры чернового шлифования природных камней

№ п/п	Технологические параметры	Рекомендуемые значения
1	Число оборотов шпинделя шлифовальной головки, об./мин.	1425-1750
2	Окружная скорость шлифования, м/с	15-26
3	Вертикальная подача, мм/ход:	
	камни 1 группы обрабатываемости	0,3-0,4
	камни 2 и 3 групп обрабатываемости	0,1-0,3
	камни 4 группы	0,05-0,1
	камни 5 группы	0,025-0,05
4	Продольная подача двойных ходов, ход./мин. (м/мин.)	50-70 (12-15)
5	Поперечная подача, мм/мин.	150-200

При практических расчетах основных показателей качества изделий из камня [12] (например, трудоемкости) на технологических операциях чернового шлифования выполняемых с применением плоскошлифовальных станков различных моделей и алмазно-абразивного инструмента на основании анализа затрат времени на изготовление изделий из камня выработаны нормы оперативного времени ( $HT_{оп}$ ). Эти нормы позволяют оценить трудоемкость обработки плоской поверхности детали из камня. Так, например, норма оперативного времени при обработке на плоскошлифовальных станках камней, относящихся к первой группе составляет 18-22 мин/дм<sup>2</sup>.

*Выводы.* В результате проведенной работы и анализа практического опыта изготовления изделий из природного камня с применением плоскошлифовальных станков и использованием алмазного инструмента установлены рациональные технологические режимы шлифования различных видов природного камня. Выработаны обоснованные нормы времени на

операції шлифування каменя для використання їх при розрахунках показателів якості виробів з каменя.

**Список использованных источников:** 1. Особенности алмазного шлифования природного камня на токарных станках / В. И. Сидорко, В. В. Пегловский, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталыко // Сучасні технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – С56 Вип. 4. - Харьков: НТУ «ХПИ». - 2010. – С 217-222. 2. Пат. 28151 Украина, МПК (2006). В28D 1/00, В23В 1/00, Спосіб обробки поверхонь обертання / В. И. Сидорко В. В. Пегловський, В. Н. Ляхов, Е. М. Поталыко. – Заявл. 26.07.07; Опубл. 26.11.07, Бюл. № 19. 3. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. 4. Изделия камнерезные ТУ У 26.7. – 23504418 – 001: 2007. 5. Пегловский В. В., Сидорко В. И., Ляхов В. Н., Поталико О. М. Оброблюваність природного каміння - об'єктивна основа його класифікації. Частина 8. Класифікація декоративного та напівдорогоцінного каміння за оброблюваністю. // Коштовне та декоративне каміння. Науково-практичний журнал. – Київ: Вид. ДГЦ МФУ, – 2011. – 1. № 63, С 16 – 22. 6. Постановление Кабинета Министров Украины № 512 от 27. 07. 1994г. «Об общей стоимости и оценке стоимости естественных камней». 7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 томах. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова.– М.: Машиностроение.– 1985.– 496 с. 8. Данилевский В. В. Справочник техника машиностроителя. – М.; Высшая школа 1962. – 646 с. 9. Пат. 12743 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный «Парус»/ В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, В. В. Пегловский, Е. М. Поталыко. – Заявл. 28.09.05; Опубл. 15.09.06, Бюл. № 9. 10. Пат. 13052 Украина, МКПО 10 – 01. Часы / В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, В. В. Пегловский, Е. М. Поталыко. – Заявл. 27.10.05; Опубл. 15.11.06, Бюл. № 11. 11. Пат. 16753 Украина, МКПО 10 – 01. Набор письменный / В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов, В. В. Пегловский, Е. М. Поталыко. – Заявл. 13.09.07; Опубл. 10.06.08, Бюл. № 11. 12. ДСТУ Б В.2.7-16–95. Строительные материалы. Материалы стеновые каменные. Номенклатура показателей качества.

**Bibliography (transliterated):** 1. Osobennosti almaznogo shlifovaniya prirodnogo kamnja na tokarnyh stankah / V. I. Sidorko, V. V. Peglovskij, V. N. Ljahov, E. M. Potalyko // Suchasni tehnologii v mashinobuduvanni: zb. nauk. prac'. – S56 Vip. 4. - Har'kov: NTU «HPI». - 2010. – S 217-222. 2. Pat. 28151 Ukraina, MPK (2006). B28D 1/00, B23B 1/00, Sposib obrobki poverhon' obertannja / V. I. Sidorko V. V. Peglovs'kij, V. N. Ljahov, E. M. Potalyko. – Zajavl. 26.07.07; Opubl. 26.11.07, Bjul. № 19. 3. DSTU B V.2.7-37-95. Stroitel'nye materialy. Plity i izdelija iz prirodnogo kamnja. Tehnicheskie uslovija. 4. Izdelija kamnereznye TU U 26.7. – 23504418 – 001: 2007. 5. Peglovskij V. V., Sidorko V. I., Ljahov V. N., Potaliko O. M. Obrobljuvanist' prirodnogo kaminnja - ob'ektivna osnova jogo klasifikacij. Chastina 8. Klasifikacija dekorativnogo ta napivdorogocinnogo kaminnja za obrobljuvanistju. // Koshtovne ta dekorativne kaminnja. Naukovo-praktichnij zhurnal. Kiiv: Vid. DGC MFU, – 2011. – 1. № 63, S 16 22. 6. Postanovlenie Kabineta Ministrov Ukrainy № 512 ot 27. 07. 1994g. «Ob obvej stoimosti i ocenke stoimosti estestvennyh kamnej». 7. Spravochnik tehnologa-mashinostroitelja. V 2 tomah. T. 2 / Pod red. A. G. Kosilovoj i R. K. Mewerjakova.– M.: Mashinostroenie.– 1985.– 496 s. 8. Danilevskij V. V. Spravochnik tehnika mashinostroitelja. – M.; Vysshaja shkola 1962. – 646 s. 9. Pat. 12743 Ukraina, MKPO 10 – 01. Nabor pis'mennyj «Parus»/ V. I. Sidorko, V. N. Ljahov, V. V. Peglovskij, E. M. Potalyko. – Zajavl. 28.09.05; Opubl. 15.09.06, Bjul. № 9. 10. Pat. 13052 Ukraina, MKPO 10 – 01. Chasy / V. I. Sidorko, V. N. Ljahov, V. V. Peglovskij, E. M. Potalyko. – Zajavl. 27.10.05; Opubl. 15.11.06, Bjul. № 11. 11. Pat. 16753 Ukraina, MKPO 10 – 01. Nabor pis'mennyj / V. I. Sidorko, V. N. Ljahov, V. V. Peglovskij, E. M. Potalyko. – Zajavl. 13.09.07; Opubl. 10.06.08, Bjul. № 11. 12. DSTU B V.2.7-16–95. Stroitel'nye materialy. Materialy stenovyje kamennye. Nomenklatura pokazatelej kachestva.