

*productivity of polishing of different mountain breeds, correction coefficients, allowing to take into account this influence, are certain.*

**Key words:** *treatment, mountain breeds, diamond instrument, polishing productivity, working layer, size of synthetic diamonds.*

### Литература

9. ДСТУ Б В.2.7-16-95. Строительные материалы. Материалы стеновые каменные. Номенклатура показателей качества. – Введ. 01.07.95.
10. ТУ У 26.7-23504418-001:2007. Изделия камнерезные. – Введ. 01.05.07.
11. ДСТУ Б В.2.7-37-95. Строительные материалы. Плиты и изделия из природного камня. Технические условия. – Введ. 01.01.96.
12. Зависимость производительности алмазной обработки горных пород от концентрации синтетических алмазов алмазоносного слоя инструмента / 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, 2011. – Вып. 14. – С. 597–602.
13. Зависимость производительности алмазной обработки горных пород от прочности синтетических алмазов алмазоносного слоя инструмента / В. В. Пегловский, В. И. Сидорко, В. Н. Ляхов // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технологии его изготовления и применения. – К.: ИСМ им. В. Н. Бакуля, 2012. – Вып. 15 – С. 541–548.
14. Ардамацкий А. Л. Алмазная обработка оптических деталей. – М.: Машиностроение, 1978. – 232 с.
15. Оброблюваність природного каміння – об'єктивна основа його класифікації. – Ч. 8. Класифікація декоративного та напівдорогоцінного каміння за оброблюваністю / В. В. Пегловський, В. І. Сидорко, В. Н. Ляхов, О. М. Поталико // Коштовне та декоративне каміння. Наук.-практ. журн. – К.: ДГЦ МФУ, 2011. – № 63. – С. 16–22.
16. Пат. 90330 Україна, МПК (2009). В28D 1/00. Спосіб визначення оброблюваності каменю / В. І. Сидорко, В. В. Пегловський, В. Н. Ляхов, О. М. Поталико. – Заявл. 21.02.08; Опубл. 24.04.10; Бюл. № 8.
17. Кудрявцев Е. М. Mathcad 2000 Pro. – М.: АМК, 2001. – 572 с.
18. Кирьянов Д. В. Mathcad 13. – С.-Пб.: БВХ-Петербург, 2006. – 590 с.

*Поступила 25.05.13*

УДК 621.922.026

**Ю. П. Линенко–Мельников**, канд. техн. наук<sup>1</sup>,  
**И. Ю. Агеева**, канд. физ.-мат. наук<sup>1</sup>, **С. Е. Агеев**, канд. техн. наук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт сверхтвёрдых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев*

<sup>2</sup>*Национальный Авиационный Университет, г Киев, Украина*

### ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗНОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

*Приведены отличия алмазного врезного шлифования от других способов обработки. Выявлены причины засаливания алмазного инструмента. Установлены факторы, влияющие на производительность врезного шлифования, определена область его эффективного применения.*

**Ключевые слова:** *врезное шлифование, алмазный инструмент, режим работы, засаливание инструмента, производительность шлифования.*

### **Введение**

Отличие врезного шлифования алмазным инструментом от многопроходного и глубинного состоит в том, что подача изделия на круг осуществляется не вдоль его рабочей поверхности, а поперек, т. е. на круг. При этом площадь поверхности заготовки, контактирующая с кругом, наибольшая. Это позволяет увеличить количество режущих алмазных зерен, но в то же время затрудняет выход шлама из зоны резания и способствует засаливанию инструмента.

Этот способ обработки широко применяют при восстановлении затупленного горного инструмента сложной конфигурации с большими площадками износа, благодаря тому, что алмазные круги, изготовленные с рабочей поверхностью, по форме соответствующей форме обрабатываемых резцов или коронок, позволяли снимать припуск без сложных перемещений изделия относительно круга.

Результаты исследования высокопроизводительного врезного шлифования алмазным инструментом при высокой удельной мощности и большой площади поверхности контакта, когда объем сошлифованного материала близок к объему заполняемого им межзёренного пространства и круг не успевает самоочищаться от шлама, показали, что в этих условиях на производительность обработки наиболее существенно влияют состав металлической связки круга и продолжительность его непрерывного контактирования с заготовкой. Это связано с тем, что состав связки определяет величину выступления алмазных зерен, а следовательно, объем межзёренного пространства, в котором располагается сошлифованная стружка [1].

При обработке вязких материалов, как, например, легированная сталь, рабочая поверхность круга засаливается. Этому способствует биение алмазного круга. Для удаления из зоны контакта шлама необходимо деталь периодически отводить от круга. В момент выхода детали из контакта с кругом и повторного входа сильно изменяется динамика взаимодействия алмазных зерен с обрабатываемым материалом, что способствует очистке круга от налипших чешуек металла. Было также замечено, что высохший после работы алмазный инструмент обеспечивает более интенсивный съём обрабатываемого материала. Это обусловлено тем, что удерживанию налипших чешуек металла способствуют тонкие прослойки охлаждающей жидкости, которой заполнены зазоры между связкой и чешуйками обрабатываемого материала. При высыхании СОЖ налипшие чешуйки легко удаляются.

### **Методика исследований**

Исследования были проведены в ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины. Наблюдения за рабочей поверхностью алмазного круга и чешуйками налипшего металла осуществляли с использованием растровым микроскопом «Кэмскан». Для исследования прерывистого взаимодействия заготовки с кругом спроектировали и изготовили экспериментальный стенд, схема которого показана на рис. 1.

Отличительные особенности этого стенда заключаются в том, что он позволяет осуществлять врезное и глубинное шлифование с высокой удельной мощностью в режиме непрерывного и прерывистого контактирования круга с заготовкой при упругой подаче с регулируемым усилием. В стенд введено устройство автоматически регулирующее заданное усилие подачи заготовки на круг [2]. Для исследования влияния продолжительности контакта заготовки с кругом на интенсивность шлифования стенд снабжён устройством, обеспечивающим как постоянное, так и прерывистое контактирование с регулируемой продолжительностью [3]. На стенде можно устанавливать обычные и трубчатые заготовки. Последние могут вращаться с заданной частотой. Их

применение существенно снижает затраты времени на исследования. Усилие подачи регулируется на стенде винтом в пределах 30–2000 Н. Частота прерывистого шлифования с кратковременным отводом заготовки от круга составляет 30–0,1 мин<sup>-1</sup>. Частота вращения трубчатой заготовки от двигателя постоянного тока изменяется бесступенчато в интервале 10–1000 об./мин.

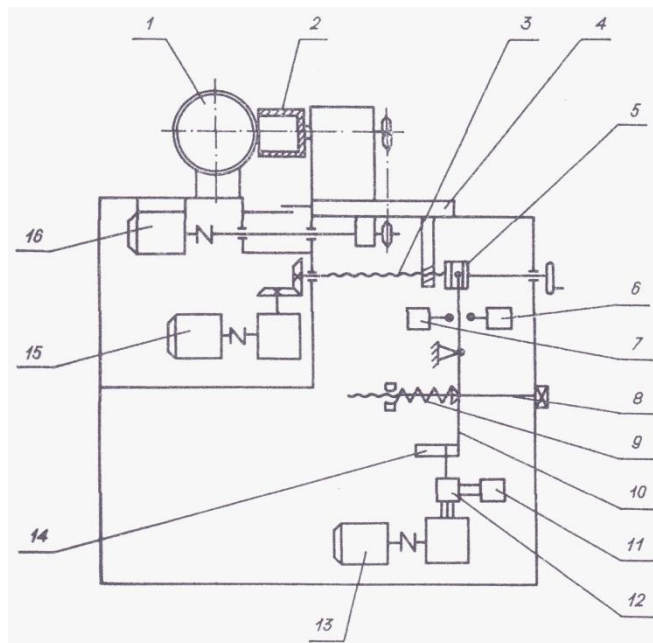


Рис. 1. Кинематическая схема экспериментального стенда: 1 – круг; 2 – заготовка; 3 – ходовой винт; 4 – стол; 5 – обойма; 6, 7 – концевые выключатели; 8, 9 – механизм регулирования усилия подачи; 10 – рычаг; 11 – электромагнит; 12 – муфта; 13 – привод прерывистой подачи; 14 – кулачок; 15 – привод подачи стола; 16 – привод вращения заготовки

Для исследований на Опытном заводе ИСМ изготовили алмазные круги 1А1 200×15×3×76 с алмазами АС6 160/125, 100% концентрации на связках: М1-10 (МО4-2), МО16 и М2-01 (М1). Обработывали кольцевую заготовку, наплавленную порошковой лентой ПЛ-АН111 по технологии Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, при постоянной и переменной подаче с кратковременным отводом заготовки от круга через 5 с. Режущие свойства кругов на различных связках изучали при усилии подачи 100 и 300 Н и соответствующей эффективной мощности шлифования 0,9 и 2,6 кВт. Частота вращения алмазного круга составляла 2300 об./мин, заготовки – 30 об./мин. При этом фиксировали величину перемещения заготовки на круг и мощность шлифования.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Осмотр рабочих поверхностей алмазных кругов под бинокулярным микроскопом показал, что степень засаливания у сравниваемого инструмента разная, как и количество режущих зёрен на рабочих поверхностях алмазных кругов и их выступание из связки. Это обусловлено разной удерживающей способностью связок и разной степенью засаливания инструмента. Менее всего подвержен засаливанию круг на связке М1-10 (МО4-2) – отдельные небольшие участки на его поверхности. Более всего засаливается круг на связке М2-01 (М1) – покрыт налипшими частицами металла с постепенным их увеличением.

Исследование налипших и впоследствии сорванных частицами металла с помощью растрового микроскопа «Кэмскан» с двух сторон показали, что металл был вдавлен в связку круга, повторяя её микрорельеф и расположен вокруг алмазных зёрен, уменьшая их вылет

из связки. На стальной чешуйке видны отверстия, оставленные алмазными зёрнами и полосы, являющиеся следствием трения с обрабатываемым материалом (рис. 2).

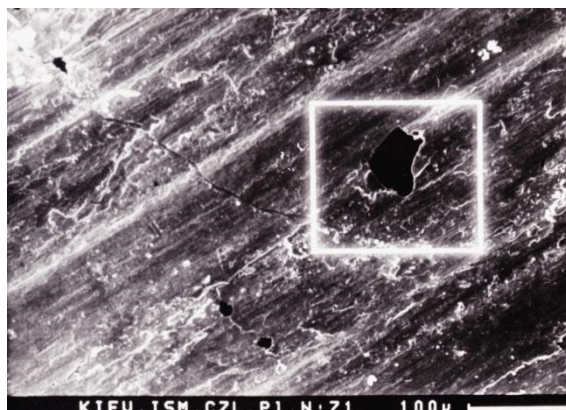


Рис. 2. Фотография поверхности стальной «чешуйки», снятой с рабочей поверхности алмазного круга,  $\times 110$

Результаты опытов после обработки измеряемых величин приведены в таблице, а также на рис 3 показаны зависимости от продолжительности шлифования при усилиях подачи соответственно 100 Н (рис. 3, а) и 300 Н (рис. 3, б).

#### Энергоемкость глубинного шлифования

Параметр	Единица	Значение и обозначение	
Усилие подачи	Н	100	300
Связка круга	–	MI-10 MO16	MI-10 MO16 M2-01
Обработка при постоянной подаче	кВт·ч/см <sup>3</sup>	36,0 72,0	33,6 57,6 76,8
Обработка при прерывистой подаче	кВт·ч/см <sup>3</sup>	43,2 60,0	31,2 42 46.8

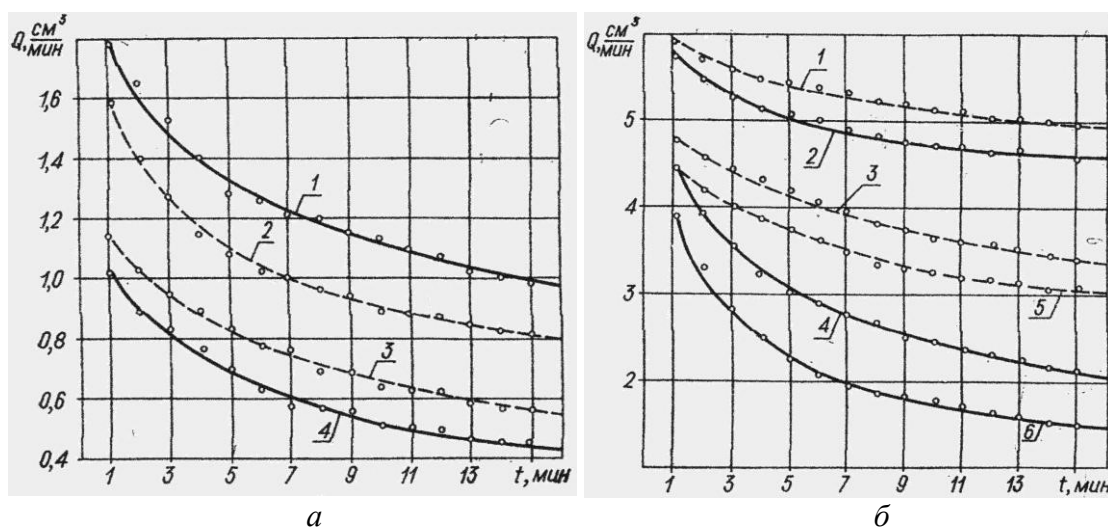


Рис 3 Зависимость производительности шлифования от продолжительности постоянного (—) и прерывистого (-----) контактирования круга на связках MI-10 (кривые 1, 2), MO16 (кривые 3, 4) и M2 – 01 (кривые 5, 6) с заготовкой при усилиях подачи 100 Н (а) и 300 Н (б)

### Выводы

1. Режущие свойства алмазных кругов и энергоёмкость шлифования существенно зависят от состава связки. Чем более алмазный инструмент подвержен засаливанию, тем эффективнее влияние прерывистой подачи для его очистки.

2. Производительность шлифования при постоянной подаче круга на связке М1-10 в 2 раза выше по сравнению с кругом на связке М016 при усилии подачи 100 Н и в 1,7 раза при усилии подачи 300 Н.

3. Для связок М1-10, М016 и М2-01 при большом значении усилия подачи использование прерывистого контактирования заготовки с кругом позволило снизить энергоёмкость процесса на 40%.

4. При большом съёме обрабатываемого материала ( $3-5 \text{ см}^3/\text{мин}$ ) на связках, подверженных интенсивному засаливанию (М016, М2-01) применение прерывистой подачи позволило соответственно в 1,4 и 1,6 раза повысить среднюю производительность шлифования и снизить ее интенсивность падения во времени.

*Наведено відмінності алмазного врізного шліфування від інших способів оброблення. Виявлено причини засалювання алмазного інструмента. Встановлено фактори впливу на продуктивність врізного шліфування і визначено сферу його ефективного застосування.*

**Ключові слова:** *врізне шліфування, алмазний інструмент, режим роботи, засалювання інструмента, продуктивність шліфування.*

*Are the differences between diamond plunge grinding from other methods of treatment. The causes clogging of diamond tools. The factors that affect the performance plunge grinding, explaining the scope of its effective application.*

**Key words:** *plunge grinding, diamond tools, operating mode, brining tool grinding performance.*

### Литература

1. Линенко–Мельников Ю. П., Мишнаевский Л. Л.-мл. Анализ изменения величины выступления алмазных зёрен, на работающем алмазном круге //Сверхтвердые материалы. – 1989, № 2. – С. 40–44.
2. А. с. № 963816 (СССР). Станок для врезного глубинного упругого шлифования / В. Е. Окунь, В. В. Евдокименко, Г. И. Рудник, Ю. П. Линенко–Мельников. – Оpubл. в БИ, 1982, № 37.
3. А. с. № 931393 (СССР). Станок для врезного глубинного шлифования алмазно-абразивным инструментом / Г. И. Рудник, Ю. П. Линенко–Мельников, В. В. Евдокименко – Оpubл. в БИ, 1982, № 20.

*Поступила 07.06.13*