

УДК 621.923

Н. В. Азарова, канд. техн. наук, доц., **С. А. Поезд**, канд. техн. наук, доц.,
А. В. Рудницкий, ст. лаборант, **В. П. Цокур**, канд. техн. наук, доц.
ФГБОУ ВО «Донецкий государственный технический университет», г. Донецк, ДНР
Тел./Факс: +7 (856) 3010731; E-mail: msmo@fimm.donntu.ru

ШЛИФОВАНИЕ ТВЕРДОГО СПЛАВА VK15 АЛМАЗНЫМИ КРУГАМИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СВЯЗКЕ

В статье приведены данные по исследованию изменений среднего арифметического отклонения профиля обработанной поверхности при алмазном шлифовании твердого сплава VK15 алмазными кругами на связке M2-01, рабочая поверхность которых получена в результате электроэрозионной правки.

Ключевые слова: шлифование, алмазный круг, шероховатость поверхности, твердый сплав.

N. V. Azarova, S. A. Poezd, A. V. Rudnitsky, V. P. Tsokur

GRINDING OF HARD ALLOY VK15 WITH DIAMOND WHEELS ON A METAL BUNDLE

The article presents data on the study of changes in the arithmetic mean deviation of the profile of the treated surface during diamond grinding of the VK15 hard alloy with diamond wheels on the M2-01 bundle, the working surface of which was obtained as a result of electroerosion straightening.

Keywords: grinding, diamond wheel, surface roughness, hard alloy.

1. Введение

На параметр шероховатости (ПШ) обработанных поверхностей оказывает влияние большое количество факторов: высота, форма, характер расположения неровностей и их направление и зависит от принятого вида и режимов обработки; условий охлаждения, типа и состояния используемого оборудования и приспособлений; химического состава и микроструктуры обрабатываемого материала. Перечисленные факторы можно объединить в три группы, связанные с геометрией процесса резания, с пластической и упругой деформацией обрабатываемого материала с текущим состоянием и вибрациями режущего инструмента, физико-химическими процессами в зоне резания. ПШ играет важную роль в работоспособности изделий, снижая трение и износ, увеличивая коррозионную стойкость в связи с однородностью поверхности, повышая прочность и контактную жесткость соединений в связи со снижением концентраторов напряжений [1]. В ГОСТе [2] приведены значения ПШ R_a для плоского чистового шлифования 0,40 ... 1,60 мкм, а для тонкого – 0,05...0,4 мкм. Приводится таблица с рекомендациями по выбору зернистости кругов на металлической связке для получения нужного параметра шероховатости.

Заданного качества обработанной поверхности изделия можно достичь только на оптимальных сочетаниях режимов резания, охлаждающих жидкостей и характеристик режущего инструмента. При финишной обработке деталей из твердых сплавов рекомендуют применять алмазные круги на металлической связке, которая обеспечивает прочное удержание алмазных зерен, снижение удельного расхода алмазов, повышение производительности обработки [2, 3, 4]. Существуют различные способы комбинированного алмазного шлифования, когда дополнительно вводится энергия в зону резания [2] или в зону, смещенную на 180° [5] или 90°. Введение постоянного технологического тока или в виде импульсов принято называть алмазно-эрозионным шлифованием (АЭЭШ), а введение постоянного тока с применением

электролитов –электрохимическим. При АЭЭШ [3, 4, 5] увеличивается удельный расход алмазов, а применение электролитов приводит к пассивации электродов.

ВК15 работает при нагреве до 1000°C и используется при обработке металлов резанием, бесстружковой обработке металлов, в качестве матриц при изготовлении алмазов, в горной промышленности. При исследовании обработки твердого сплава ВК15 алмазным кругом на связке М2-01 авторы [6] утверждают о полной потере режущей способности круга через 30 минут ввиду процесса засаливания, что связано с процессами пассивации электродов при электрохимическом шлифовании. Поэтому исследование влияния продолжительности шлифования на работоспособность алмазного круга и параметр шероховатости является актуальной задачей.

2. Основное содержание и результаты работы

Исследования влияния продолжительности шлифования твердого сплава ВК15 алмазным кругом на параметр шероховатости R_a (среднее арифметическое отклонение профиля) проводили на плоскошлифовальном станке модели 3Г71, модернизированном для электроэрозионной правки алмазных кругов на металлической связке. Определяли параметр шероховатости R_a после правки, а также после 15, 30, 45 и 60 минут работы шлифовальным кругом 1А1 250×76×15×5 АС6 160/125-4-М2-01. Круг перед установкой статически балансировали на ножах.

Перед каждым экспериментом круг правили для удаления с рабочей поверхности круга следов предыдущей обработки, удаляя 0,04 мм алмазоносного слоя по высоте. Электроэрозионную правку круга перед экспериментом осуществляли на медном электроде с использованием источника технологического тока ИТТ-35 на следующих режимах: напряжение холостого хода 55 В, поперечная и вертикальная подача ручная для обеспечения силы тока 7...8 А. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости использовали 0,3% раствор кальцинированной соды в воде.

После электроэрозионной правки РПК представляет собой поверхность с развитым рельефом, сформированным выступающим из металлической связки алмазными зернами. Режимы резания: скорость резания – 35 м/с, продольная подача – 3, 6, 9, 12 м/мин, глубина резания – 0,015 мм.

Среднее арифметическое отклонение профиля R_a определяли на профилометре модели 283 по шести измерениям. Доверительный интервал для шести измерений, равный $\pm 0,018$ мкм был рассчитан с использованием дисперсии, определенной по выборке из 100 измерений R_a .

На рисунке 1 приведены изменения ПШ R_a в течение 60 мин при различных способах шлифования: при алмазном электроэрозионном шлифовании (АЭЭШ) твердого сплава ВК15, когда в зону обработки подаются прямоугольные импульсы от генератора ШГИ 100/125 (рис. 1, а, б) и при шлифовании без подачи импульсов в зону резания (рис. 1, в). Во всех трех случаях после правки ПШ R_a составляет 1,25...1,3 мкм, но уже через 15 мин шлифования снижается до значения 0,5...0,7 мкм вне зависимости от способа шлифования. После 15 мин и до 60 мин шлифования ПШ R_a находится в пределах 0,25...0,5 мкм. Рассмотрим также влияние увеличения скорости детали от 3 м/мин до 12 м/мин на среднее арифметическое отклонение профиля шлифованной поверхности (рис. 1). Рассмотрим также влияние увеличения скорости детали от 3 м/мин до 12 м/мин на среднее арифметическое отклонение профиля шлифованной поверхности (рис. 1). Как видим, значительной потери режущей способности шлифовального круга не наблюдается.

Рассмотрено также влияние увеличения скорости детали от 3 м/мин до 12 м/мин на среднее арифметическое отклонение профиля шлифованной поверхности (рис. 1).

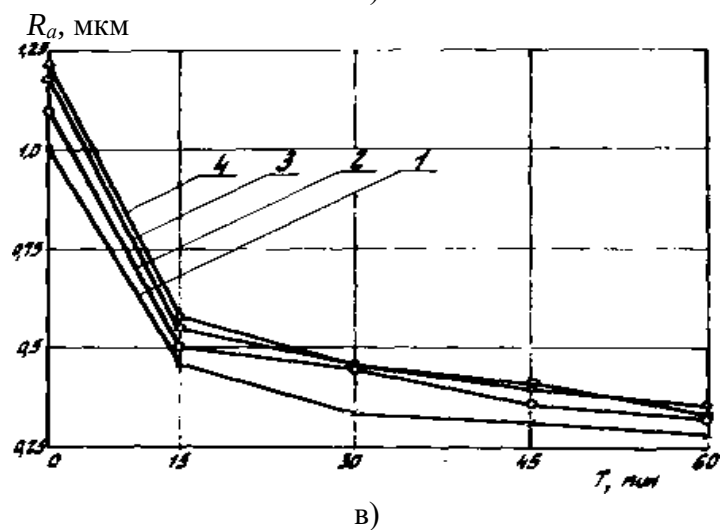
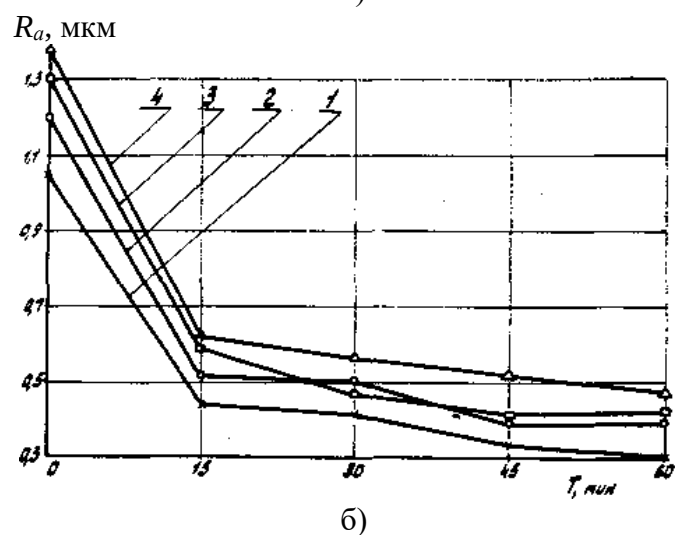
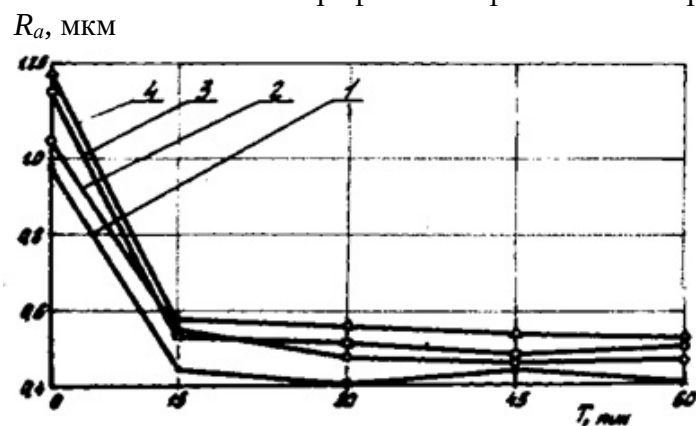


Рисунок 1. Влияние времени обработки на среднее арифметическое отклонение профиля R_a при АЭЭШ сплава ВК15 кругом АС6 160/125-4-М2-01

а) – $f = 8 \text{ Гц}$; б) – $f = 22 \text{ Гц}$; в) – без тока.

1 – $V_0 = 3 \text{ м/мин}$; 2 – $V_0 = 6 \text{ м/мин}$; 3 – $V_0 = 9 \text{ м/мин}$; 4 – $V_0 = 12 \text{ м/мин}$.

Для понимания полученных результатов дополнительно исследовали изменение рабочей поверхности круга в 30 точках (6 радиальных и 5 осевых сечений), которые представлены на рисунке 2. Из графиков видно, что после ЭЭП РПК в разных сечениях по высоте другая на 10...20 мкм, а после 60 мин шлифования при вводе технологического тока 22кГц в 5 сечении происходит симметричное изменение, что указывает, что импульсы с частотой 22кГц очищают зерна от продуктов шлифования.

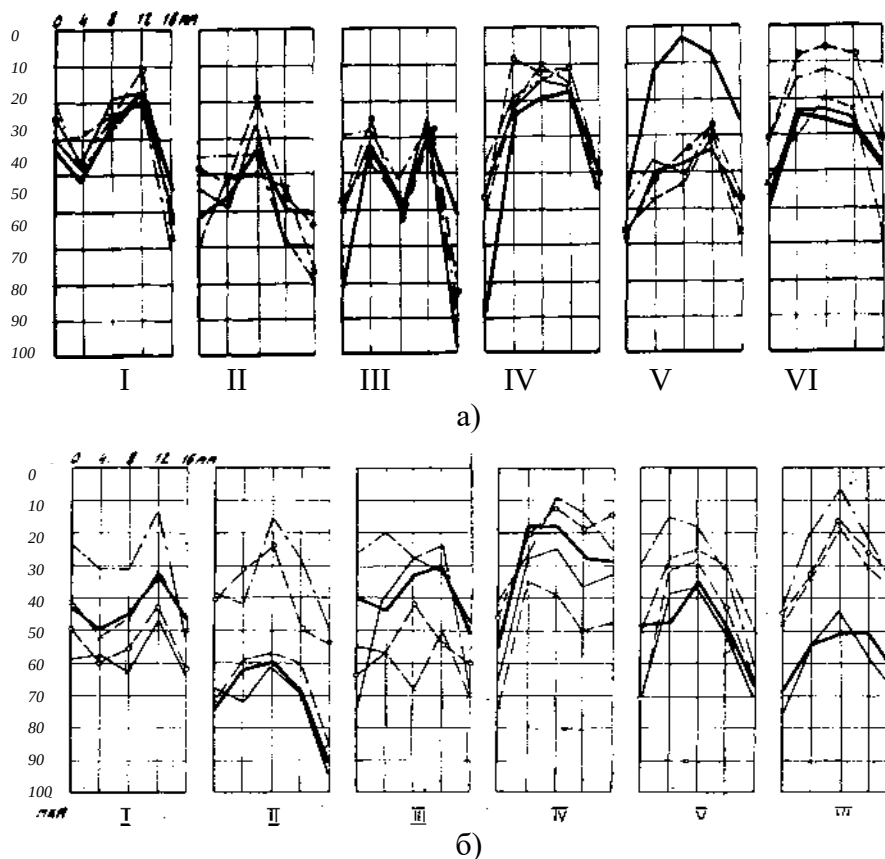


Рисунок 2. Влияние электрических режимов и времени обработки твердого сплава ВК15 на осевой профиль круга АС6 160/125-4-М2-01 (генератор ШГИ 125-100 мм)

а) $f = 22$ кГц; б) – без тока;

— — — — — - после правки; - - - - - после 15 мин;
 — — — — — - после 30 мин; — — — — — - после 45 мин;
 ————— - после 60 мин.

При шлифовании без введения электрического тока картина иная. Вначале шлифования после ЭЭП зерна расположены на одной высоте (отличие 10 мкм), но через 60 мин наблюдается не только снижение высоты рабочего профиля (сечения II, V, VI), но и вначале снижение, а затем повышение (I, III, IV сечения). Это говорит о том, что зерна частично разрушились или удалены, а на оставшейся части зерен начал намазываться обрабатываемый материал. Высота профиля разнится до 30 мкм, а в сечениях I, III, IV наблюдаем увеличение высоты профиля из-за налипания на алмазные зерна обрабатываемого материала.

Были проведены эксперименты по определению удельного расхода алмазов при шлифовании твердого сплава ВК15 с вводом технологического тока в зону резания и без тока, которые представлены на рис. 3.

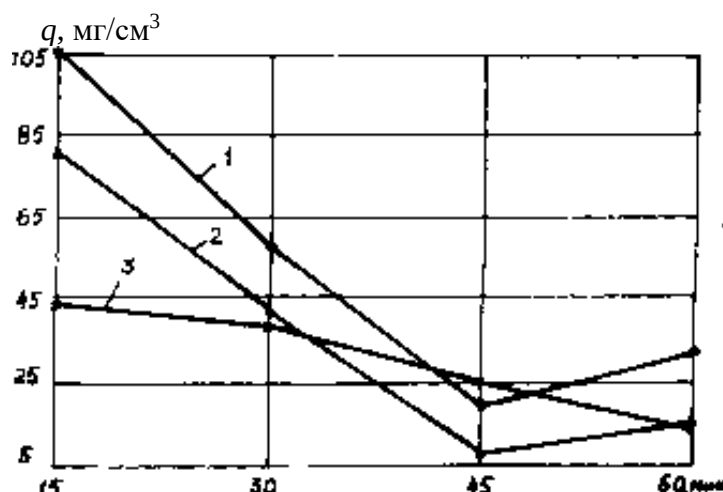


Рисунок 3. Влияние времени шлифования на удельный расход алмазов при шлифовании кругом АС6 160/125-4-М2-01 твердого сплава ВК15
1 – АЭЭШ при $f = 8$ кГц; 2 – АЭЭШ при $f = 22$ кГц; 3 – АШ

3. Заключение

Приведенные результаты экспериментов показывают, что правка импульсным током на технологическом источнике ИТТ-35 позволяет работать алмазному кругу в течение 60 мин, обеспечивая достижимый параметр шероховатости $R_a = 0,35$ мкм, а при обработке с введением в зону резания импульсного тока $R_a = 0,50$ мкм. ПШ после правки 1,1...1,2 мкм, а после 15 мин шлифования уменьшается в 2,2 раза.

Изменение продольной подачи стола) от 3 до 12 м/мин не повлияла на ПШ при алмазном шлифовании твердого сплава ВК15 на скорости резания – 35 м/с и глубине резания – 0,015 мм. При введении в зону резания импульсного тока ПШ увеличился в 1,3 раза. Удельный расход алмазов, который в 1,8 раза выше за первые 30 мин с введением в зону резания импульсного тока, после 60 мин шлифования сопоставим с алмазным шлифованием. На представленных графиках координат РПК видно, что ЭЭП позволяет обеспечить выступание зерен близких к окружности. В процесс шлифования РПК представляет собой череду впадин и выступов, но при соблюдении оптимальных режимов резания алмазный круг будет обновляться, обеспечивая получение заданного качества поверхности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Исследование в технологии механической обработки / А. Е. Древаль, С. Г. Васильев, Д. В. Виноградов, О. В. Маликов // Электронный журнал МВТУ им. Баумана, 2014, №12, С. 22-28.
2. ГОСТ Р 70117 -2022. Шероховатость поверхности. Рекомендации по выбору: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 мая 2022 г. №359-ст.: введен впервые: дата введения 2023-01-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт, Центр». – М.: РСТ, 2022. – 20с.
3. Механика и производительность алмазного шлифования с учетом износа зерен / Ф. В. Новиков, Ю. Г. Гуцаленко, В. И. Полянский, В. В. Ивкин // Резание и инструменты в технологических системах. – Харьков, 2018 – Выпуск 88 С. 142-157.

4. Аверкина Н. Е. Правка алмазных дисковых кругов на металлической связке. URL: [conf.sfu-kras.ru>sites/mn2013/thesis/s057/s57-004.pdf](http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2013/thesis/s057/s57-004.pdf) (дата обращения 26.05.2025). Текст: электронный

5. Голубев, И. В. Круглое наружное шлифование со стабилизацией режущей способности токопроводящего инструмента электрическими разрядами: Автореф. дис.канд. техн. наук: 05.03.01. – М., 1985 – 16 с.

6. Янюшкин А. С., Архипов П. В., Торопов В. А. Механизм процесса засаливания шлифовальных кругов// Вестник машиностроения. 2009. №3. С.62-69.

Поступила в редколлегию 07.04.2025 г.