

УДК 678.652

## **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СХЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОАЛМАЗНОЙ ОБРАБОТКИ**

А. И. Патеев, С. И. Красюк, К. Д. Михальцев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

Улучшение качества и сохранение физикомеханических свойств обработанной поверхности за счет антикоррозийной защиты, повышение производительности за счет снижения диссипации энергии, расходуемой на трение, при обработке поверхности деталей машин абразивным кругом имеют важное значение в области машиностроительных технологий. Эти задачи могут быть решены при помощи устройства электроалмазной обработки деталей машин с непрерывной правкой круга [1].

Электроалмазная обработка - одна из разновидностей электроабразивной, инструментом для которой служит токопроводящий круг с алмазоносным поверхностным слоем толщиной около 3 мм. Сущность метода электроалмазной обработки режущих инструментов заключается в сочетании электрохимического растворения обрабатываемого материала (что обуславливает высокую производительность процесса) с механической алмазной обработкой (что определяет высокое качество и точность обработанных поверхностей).

Электроалмазная обработка, отличаясь малыми нагрузками на обрабатываемую поверхность, особенно эффективна для материалов, склонных к выкрашиваниям и сколам при обработке.

При обработке твердых сплавов, с одной стороны, происходит анодное растворение кобальта, в результате чего остается скелетная структура из карбидов металлов и прочность сплава снижается до одной трети своей первоначальной величины, с другой стороны идет анодное окисление карбидов с растворением их в электролите.

Основные преимущества электроалмазного шлифования, в сравнении с чисто алмазным являются:

- 1) производительность шлифования повышается в 3-4 раза;
- 2) расход алмазных кругов снижается в 1,5-2 раза;
- 3) обработка осуществляется практически без нагрева, благодаря чему на обработанной поверхности не образуются трещины, прижоги, остаточные напряжения. Чистота обработанных поверхностей достигает 9 класса и выше, что позволяет заточку и доводку инструмента совместить в одну операцию.

Электроалмазная обработка осуществляется путем анодного растворения материала обрабатываемой поверхности детали и механического снятия непрочной анодной пленки абразивными зернами инструмента. Растворению подвергают в первую очередь микронеровности. Инструмент-катод представляет собой шлифовальный круг из электрокорунда или другого абразива на токопроводящей основе-металле или графите с бакелитовой связкой. Концентрацию алмазов на поверхности круга принимают равной 50-100%, а обработку ведут при больших плотностях тока (до 60-100 А/см<sup>2</sup>), что значительно повышает производительность. Рабочее напряжение в зоне обработки низкое (5-15 В), благодаря чему эрозионные процессы при обработке не возникают. Скорость вращения круга выбирают равной 25—80 м/с, давление 3-4 кгс/см<sup>2</sup>.

Для модернизации оборудования под электроалмазную обработку в [2] было наиболее близким по технической сущности решением поставленной задачи предложено устройство для комбинированной электроалмазной обработки с одновременной правкой круга, содержащее трансформатор переменного тока. Один вывод средней точки этого устройства подключен к кругу через токосъемник, а другие три вывода — через управляемые тиристорные выпрямители. Первый с помощью специального устройства для непрерывной правки круга образует электрическую цепь правки круга, второй образует электрическую цепь анодного растворения обрабатываемой детали, третий — электрическую цепь катодного осаждения антифрикционных пленок на круг.

Все управляемые тиристорные выпрямители имеют блоки управления и независимую регулировку от 0 до определенного максимума. Контуры электрических цепей сблокированы с основными технологическими движениями шлифовального станка и работают независимо друг от друга. В зазоры между анодом и катодом электрических цепей подается электролит (рис. 1).

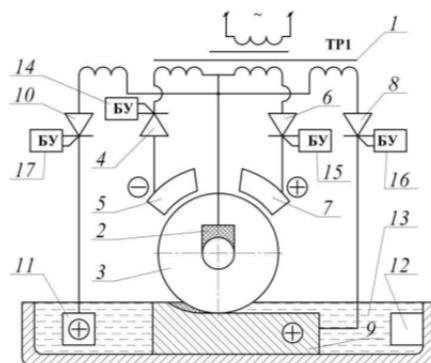


Рис. 1 – Схема устройства для комбинированной электроалмазной обработки с осаждением окисных пленок на поверхностях круга и обрабатываемого изделия

Устройство состоит из трансформатора переменного тока 1, вывод средней точки которого через токосъемник 2 подключен к кругу 3, а другие четыре вывода: первый – через тиристор 4 с помощью специального устройства для непрерывной правки круга 5 образует электрическую цепь правки круга, второй через тиристор 6 с помощью специального катода 7 образует электрическую цепь катодного осаждения пленок на круг, третий через тиристор 8 образует электрическую цепь анодного растворения обрабатываемой детали 9, четвертый через тиристор 10 с помощью специального анода 11, погруженного в неэлектропроводную термостатированную с помощью специального устройства 12 ванну с электролитом 13 образует цепь катодного осаждения пленок на обрабатываемую деталь. Тиристоры управляются блоками управления 14, 15, 16 и 17, они имеют независимую регулировку от 0 до определенного максимума. Контуры всех электрических цепей замыкаются через токосъемник на круг и работают в разнополярных направлениях, сблокированы с основными технологическими движениями шлифовального станка и работают независимо друг от друга. В зазоры между анодом и катодом электрических цепей подается электролит.

В некоторых случаях возможно применение и токонепроводящих брусков или кругов. Работа такими кругами, как показывает опыт [2], может оказаться более эффективной, так как при использовании токопроводящего инструмента необходимо поддерживать устойчивый контакт между ними и деталью. Равномерный подвод электролита в зону обработки оказывается во многих случаях затрудненным, как и поддержание необходимой плотности тока. Трудности возрастают при увеличении площади контакта инструмента с деталью. При применении токонепроводящих кругов это ограничение отпадает, так как круг осуществляет только сьем металла. Электрохимическое растворение обеспечивается за счет тока, протекающего между деталью и специальным катодом, который может быть соединен со шлифовальной бабкой и поэтому перемещается вместе с ней, охватывая деталь. Шлифовальный круг при этом может размещаться в вырезе катода [2].

Также были проведены и другие исследования различных показателей комбинированного электроалмазного затачивания (шлифования), таких, как глубина дефектного слоя, производительность, удельный сьем материала и др. Растровая электронная микроскопия образцов алмазного круга после комбинированного электрохимического алмазного шлифования в сочетании с одновременной непрерывной правкой круга на примере твердого сплава позволила установить, что поверхность остается развитой и постоянно обновляется за счет поддержания режима самозатачивания. Также отмечено образование на поверхности круга пассивирующих защитных пленок, снижающих интенсивность процесса засаливания [3].

Спектральный анализ образца алмазного круга после комбинированного электроалмазного шлифования твердого сплава свидетельствует о наличии преимущественно углерода – алмаза и элементов связки (Cu, Sn), а также отмечается образование оксидных пассивирующих пленок (рис. 2).

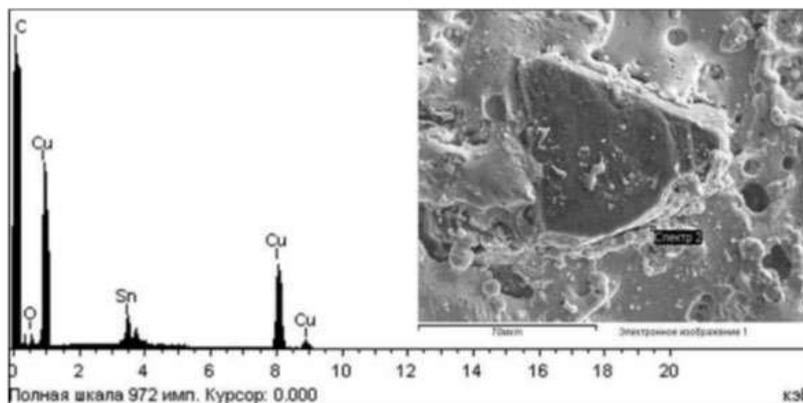


Рис. 2 – Спектральный анализ поверхности образца алмазного круга после комбинированного электроалмазного шлифования

По сравнению с механическим алмазным шлифованием электроалмазное, обеспечивая точность и чистоту обработки по высшему классу, имеет значительно более высокую производительность, меньший износ инструмента и расход алмазов, меньший расход электроэнергии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Янюшкин А. С., Медведева О. И., Янюшкин С. А., Попов В. Ю. Физико-химическое взаимодействие инструментального и обрабатываемого материалов при комбинированном электрохимическом шлифовании // Труды Братского государственного университета. Сер. Естественные и инженерные науки. – 2012. Т. 1. – С. 183-190.
2. Янюшкин А. С., Лобанов Д. В., Рычков Д. А., Попов В. Ю., Сурьев А. А., Архипов П. В., Лосев Е. Д., Яковец А. В., Черемных А. С. Конструкция катода для правки круга при комбинированной электроалмазной обработке: пат. Рос. Федерация. № 2446039; заявл. 25.03.2010; опубл. 27.03.2012. Бюл. № 9.
3. Лобанов Д. В. Устройство для комбинированной алмазной обработки с непрерывной правкой круга: пат. 2239525. Рос. Федерация. № 2003105413; заявл. 25.02.03; опубл. 10.11.04, Бюл. № 31.