

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

*Магистрант – Богданович А.И., маг 18 тс, ФТС
Научный*

*руководитель – Бодилковский А.В., к.т.н., доцент
УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассмотрены новые подходы в выборе электродных материалов для восстановления и упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных машин методом электроискровой обработки.

Ключевые слова: Упрочнение, восстановление, электроискровая обработка, электродные материалы, электроды.

Изучение последних достижений в области электроискровой обработки деталей машин показывает, что все новые технологии электроискровой обработки условно можно разделить на четыре группы:

- электроискровая обработка компактными электродами;
- электроискровая обработка в гетерогенных средах;
- электроискровая обработка электродами с обмазкой;
- электродами, изготовленными из материалов с гетерофазной структурой.

Компактные электроды изготавливаются в виде монолитных стержневых сплавов на основе твердосплавных материалов, как правило кобальта и титана. Общими требованиями к таким электродным материалам при ЭИЛ являются:

- Эрозия легирующего материала, т.е анода, преимущественно в жидкой и паровой фазах, а материала катода - преимущественно в жидкой фазе.
- Температуры плавления и испарения материала анода не должны превышать соответствующих температур материала катода более чем в 2-3 раза; при этом желательно, чтобы теплопроводность материала анода превышала теплопроводность материала катода.
- Электродный материал должен быть достаточно прочным при изгибе и разрыве.
- Необходимо наличие максимально допустимой электроэрозионной способности, для наибольшего переноса материала на упрочненную поверхность.
- Хорошая электропроводность.

– Электродный материал должен содержать в своем составе компоненты, необходимые для получения упрочненного слоя с заданными физико-химическими и механическими свойствами.

Широко применяемые в настоящее время в качестве электродных материалов твердые сплавы марок ВК и ТК имеют высокую эрозионную стойкость, низкий коэффициент переноса и высокую стоимость из-за наличия вольфрама и кобальта. Поэтому такие твердые сплавы не всегда удовлетворяют требованиям, предъявляемым к электродным материалам.

Способ электроискровой обработки в гетерогенных средах [1] состоит в том, что наносимый материал в мелкодисперсном, взвешенном в газе состоянии, попадает в промежуток между электродом (анодом) и деталью (катодом). В промежутке возбуждаются высоковольтные разряды с частотой около 2000 Гц, в результате чего порошок плавится и осаждается на обрабатываемой поверхности, образуя покрытие с заданными свойствами. Преимущество способа – получение покрытия с более равномерной структурой поверхности. Однако способ сложен как в технологическом, так и в аппаратном оформлении. В связи с ограниченной номенклатурой выпускаемых порошков для электроискровой обработки, возникают сложности получения порошка соответствующего состава и дисперсности. Кроме того, получение взвеси порошка в газе, также непростая задача, требующая наличия специальной аппаратуры и технологии.

Несмотря на значительное количество преимуществ схемы процесса ЭИЛ порошковыми материалами по сравнению со схемой использования компактных электродов, имеются следующие недостатки сдерживающие ее применение в промышленности [2]:

- образуемая паровая фаза из расплавленного металла (порошка) взаимодействует как с поверхностью катода, так и с поверхностью анода;

- неравномерное конденсирование паровой фазы металла на поверхности электрода-анода изменяет величину межэлектродного промежутка, при значительном уменьшении которого происходит прекращение процесса ЭИЛ;

- затраты энергии для формирования покрытия на катоде значительные.

Новое направление в технологии электроискровой обработки предлагается Л.С. Богинским и др. [3, 4, 5], который использует электроды для электроискровой обработки с обмазками, изготовленными, в том числе, с использованием технологии сухого изостатического прессования (СИП) и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Применение обмазок электродов является перспективным направлением развития способа электроискровой обработки, так как позволяет не только изменять химический состав наплавленного слоя и защищать наплавленную поверхность от воздействия окружающей среды, но и регулировать

его температуру за счет снижения или повышения теплопроводности об­мазки. Это может привести к улучшению качества поверхности обрабаты­ваемой детали и увеличивать толщину покрытия. К тому же если подоб­рать состав обмазки таким образом, что при электроискровой обработке будет выделяться достаточное количество CO_2 , то можно ожидать увели­чение слоя покрытия в несколько раз [6].

В работе Гнесина П.К. [7] произведено исследование способов получения покрытий с помощью электроискровой обработки электродами из силицидов молибдена и вольфрама и их использования для различных практических применений. Такие покрытия являются исключительно износостойкими при высоких температурах, в том числе и в окислительных средах.

Левашовым Е.А. и др. [8, 9, 10] были исследованы новые электродные материалы для электроискровой обработки. Материалы получают с по­мощью самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) и модифицируют их нанокристаллическими добавками. Исследование по­казали, что введение нанокристаллических добавок в электродный мате­риал снижает скорость износа образцов с 80 мкм/с до 48 мкм/с, причем увеличение износостойкости электроискровых покрытий наблюдается как на титаноборалюминиевых, так и на титанохромовых карбидных покры­тиях. Это объясняется увеличением микротвердости до величины 20,7 ГПа.

Электроды, изготовленные из материалов с гетерофазной структурой, содержащие микродисперсные частицы и нанонити, вкрапленные в мат­рицу, могут значительно изменить свойства покрытия. Это объясняется тем, что нитевидные монокристаллы и поликристаллы, особенно нано­метровой размерности, обладают исключительно высокой прочностью и твёрдостью. Уменьшение размера зерен металлов с 10 мкм до 10 наноме­тров дает повышение прочности в 30 раз [11]. При этом обнаружено еще одно уникальное свойство наноструктур: при увеличении прочности од­новременно растет пластичность.

Перспективным направлением использования наноматериалов являет­ся возможность их добавок в небольших количествах к обычным сплавам при изготовлении электродов-анодов [12].

Установлено, что добавление всего лишь 0,5 % частиц с нанометровой размерностью в материал анода значительно меняет свойства изделия, увеличивая ударную вязкость сплава в 1,5 раза.

Рассматривая указанные выше способы, можно сделать заключение, что технология их использования весьма специфична, и предназначена для определённого круга деталей, в основном изготавливаемых из туго­плавких сплавов (сталь, чугун, титан и др.).

Анализ указанных выше новых технологий позволяет выявить опреде­ленную тенденцию развития электроискровой обработки:

1. Большинство новых технологий ориентированы на применение либо порошковых материалов с мелкодисперсными частицами, либо сплавов в виде композиционных материалов, содержащих основную матрицу и различные включения в ней частиц нанометрового размера. Это соответствует общему направлению развития металлообрабатывающих технологий в мире.

2. По отношению к электродам для электроискровой обработки направление развития выглядит следующим образом: применение сплошных электродов, трубчатых электродов, составных электродов из проволок, порошковых электродов, электродов из материалов на молекулярном и атомарном уровне (жидких, пылевидных, в том числе и композиционных - с вкраплениями наночастиц в матрице).

Список использованных источников

1. Абраменко С.В., Коротких М.Т. Повышение износостойкости режущих инструментов и деталей машин электроискровой обработкой в гетерогенных средах. Современное машиностроение. Сборник трудов молодых учёных. Выпуск 1. Санкт-Петербург. Санкт-Петербургский институт машиностроения. 1999. 238 с.

2. Парканский Н.Я. Исследование факторов, влияющих на процесс электроискрового легирования порошковыми материалами. «Электронная обработка материалов. 1996, №6. С. 23–25.

3. Sarantsev V.V., Markova L.V. Azarenko E.L. Study of composite spark-alloyed coatings based on titanium carbide using self-propagating high-temperature synthesis. In: Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2012. Vol. 48. Issue 2, pp 127–132.

4. Богинский Л.С. Саранцев В.Ю., Хина Б.Б. Получение электродов для электроискрового легирования деталей с обмазками с использованием технологии сухого изостатического прессования и СВС. Техника машиностроения, 2002. №4.

5. Panteleenko F. I. and oth. Formation of composite coatings based on titanium carbide via electrospark alloying. In: Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2011, Vol. 47, Issue 4, pp. 328–337.

6. Каратаев Д.Н. Влияние газовых сред на технологические возможности электроискрового легирования. Диссертация к.т.н., Москва, 1998.

7. Гнесин Б.А. Электроискровое легирование поверхности на углеродистых сталях и чугунах с помощью электродов из силицидов молибдена и вольфрама. Материаловедение, 2007, №7. С.41–45.

8. Manakova O.S., Kudryashov A.E. Levashov E.A. On the application of dispersion-hardened SHS electrode materials based on (Ti, Zr)C carbide using electrospark deposition. In: Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2015, Vol. 51, Issue 5, pp. 413–421.

9. Левашов Е.А. и др. Перспективы применения технологии электроискрового легирования и СВС-электродных материалов в современной промышленности. Материалы 5 Международной практической конференции – выставки «Технологии ремонта, восстановления, упрочнения и обновления машин, механизмов, оборудования и металлоконструкций. Россия Санкт-Петербург: Изд. СПбГПУ, 2003. С. 165–178.

10. Левашов Е.А. и др. Особенности влияния нанокристаллических порошков на структуру и свойства сплава TiC-Ti₃AlC₂, полученного методом СВС. Физика металлов и металловедение, том 95, 2003, № 6, С. 58–64.

11. Карабасов Ю.С. Новые материалы. Москва: МИСИС, 2002. 727 с.

12. Левашов Е.А. и др. Особенности влияния нанокристаллических порошков на структуру и свойства сплава TiC-Ti₃AlC₂, полученного методом СВС. 1п: Физика металлов и металловедение, том 95, 2003, № 6. С. 58–64.

УДК 621.891

МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ В ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ МАШИН

Магистрант – Веремейчик А.П., маг 18 тс, ФТС

Научный

руководитель – Сай А.С., к.т.н., доцент

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Объектами термометрической диагностики в машиностроении являются как агрегаты – двигатели, генераторы, турбины, так и отдельные детали – валы, оси, колеса, шины, листы обшивки, несущие детали конструкции. Изменение абсолютных значений и распределения температур на поверхностях объектов диагностирования обусловлено физическими процессами, происходящими внутри этих объектов, в том числе в толще материала, из которого они изготовлены.

Такие участки пластической деформации, как пластическая зона при вершине растущей усталостной трещины, вырабатывают больше тепла, чем другие участки образца вследствие большей площади гистерезисной петли для пластической деформации. Тепло, вырабатываемое в материале, удаляется за счет кондуктивной, конвективной и радиационной теплопередач, но участок пластической деформации сохраняет повышенную температуру по сравнению с остальным материалом.

Распределение температуры, наблюдаемое при помощи тепловизора, позволяет предсказать наиболее вероятное место усталостного повреждения до появления других признаков и таким образом контролировать степень повреждения по мере его развития.

Наблюдение термограмм плоских листов металла (сталь, алюминий, латунь и др.), нагретых выше температуры окружающей среды, позволяет обнаруживать концентраторы напряжений, в том числе мелкие, невидимые невооруженным глазом трещины, (рисунок 1), посторонние включения, неоднородность покрытия металла, различного рода загрязнения (рисунок 2). Большинство подобных дефектов можно обнаружить и на массивных деталях.