

УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА УЧАСТКАХ ДЛЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ

Топала П. (БГУ, г.Бэлць, Молдова), **Стойчев П.** (ТУМ Кишинев),
Епуряну А. (Галацкий Университет, Румыния), **Бешлиу В.** (БГУ, г.Бэлць, Молдова)

An analysis of the processes on electrodes within electro-spark alloy on Razread installations under conditions when the dust material is not provided has been made. The author focuses on the peculiarities of the impulse plasma discharge influence on the cathode surface when the size of the interelectrode interval is increased. They point out the possibility of consolidating the metal surfaces by plasma of low volt impulse discharge excluding the erosion of processed areas.

В настоящее время, для исследователей в связи с развитием нанотехнологий приобретают весомое значение развитие новых способов обработки с большой производительностью, обеспечивающих обработку готовых деталей без изменения или с улучшением шероховатости поверхностей.

Электроискровое легирование (ЭИЛ) на установках типа «Разряд» основано на взаимодействии частиц порошка, подаваемых в межэлектродный промежуток (МЭП), с каналом импульсного разряда и полярным переносом продуктов взаимодействия на катод-деталь [1,2]. На таких установках процесс ЭИЛ осуществляется при МЭП равных 0,5-1,5 мм и более, и напряжениях 50-300 В, для которых данные промежутки больше пробивных. Аналогичные промежутки используются при ЭИЛ с помощью двухкаскадных разрядных систем [3] для обеспечения повышения равномерности и сплошности формируемых поверхностных слоев.

При МЭП больше пробивных создаются благоприятные условия для управления основными процессами, протекающими при развитии и взаимодействии с поверхностью электродов импульсного разряда. Подробно эти процессы проанализированы при изучении динамики импульсного разряда в условиях использования его для ЭИЛ в работе [4], где отмечено, что варьирование величиной МЭП позволяет регулировать в широких пределах термическое воздействие импульсного разряда, полярный перенос материала электродов, очистку поверхности в зоне контакта плазмы разряда с твердым телом, создавая условия для различных режимов электроискровой обработки металлических поверхностей, например, термического упрочнения, нанесения покрытий, контактной сварки и т.п.

Если при контактном ЭИЛ газоразрядная плазма находится в стесненных условиях и приэлектродные процессы и процессы в столбе разряда практически неразделимы (при этом эрозия электродов при каждом разряде проявляется в виде образования единой лунки, размеры которой определяются энергией разряда), то при больших МЭП появляется возможность проследить за явлениями в приэлектродной зоне и в столбе разряда, за различными стадиями его развития и особенностями взаимодействия плазмы с поверхностью электродов [4]. В последнем случае это взаимодействие более сложное, приводящее к появлению двух видов эрозионного разрушения поверхности катода, связанных с образованием в период разряда электродных пятен первого и второго типов [5,6]. Первые возникают на поверхности электрода сразу после пробоя МЭП и представляют собой быстро перемещающиеся катодные пятна, существующие независимо друг от друга и вызывающие незначительную эрозию поверхности катода (эрозионный след имеет вид отдельно расположенных неглубоких лунок с неровными краями без явных следов оплавления), вторые появляются спустя некоторое время после пробоя МЭП на местах существования пятен первого типа, обладают меньшей ско-

ростью перемещения и производят значительно большую эрозию чем первые (в зоне их воздействия появляется жидкая фаза материала электрода).

Как показали эксперименты, преобладание того или иного типа пятен, а следовательно, характера электрической эрозии и других термических эффектов взаимодействия плазмы с поверхностью электродов зависит от величины МЭП, параметров разряда и других факторов. Ими можно и задавать вид обработки поверхности. Например, в работе [7] при вакуумном дуговом разряде создавались условия, когда разряд осуществлялся при преимущественном развитии пятен первого типа, что позволило практически без эрозии катода проводить термическую обработку поверхности образцов из стали 65Г, получив при этом толщину упрочненной зоны равной 100-120 мкм и микротвердость 790-820 кгс/мм² (выше исходной более чем в 1,5 раза).

Учитывая результаты, полученные в [4,7] нами была изучена возможность проведения аналогичных процессов в воздушной среде на установках типа «Разряд» при использовании импульсных разрядов с длительностью $\tau_{и} \approx 250 \text{ мкс}$. Обычно процесс ЭИЛ на установках «Разряд» осуществляется путем подачи в МЭП порошкового материала. В данных экспериментах изучались электроэрозионные и термические явления на катоде при условиях, когда порошковые материалы в МЭП не подавались. В основном рассматривалась возможность упрочнения металлических поверхностей за счет термических явлений.

Обработка образцов из стали 3 и 45, титана ВТ1, ВТ6 проводилась с помощью стержневого (графитового) и дискового (медного) вращающихся электродов (рис.1). В первом случае деталь перемещалась относительно неподвижного электрода, во втором электрод (диск) перемещался относительно детали. Межэлектродный промежуток изменялся в пределах 0,03-2,5 мм, напряжение разряда в диапазоне 160-480 В при рабочей емкости 600 мкф, частота поджигающих импульсов составляла 1-40 Гц. При МЭП больше 0,3-0,5 мм как при единичных разрядах так и при непрерывном процессе обработки в области воздействия разряда появляются две зоны, из которых внешняя зона имеет цвет свежетравленной поверхности и покрыта сплошным слоем мелких лунок (6-10 мкм) с неровными краями, внутренняя – представляет собой сплошной слой жидкой фазы, созданной электродными пятнами второго типа. Величина этих зон изменяется с ростом МЭП – внутренняя монотонно уменьшается и при МЭП больше 1,5-2 мм на поверхности электрода отмечаются только отдельные небольшие (30-40 мкм) лунки со следами жидкой фазы. При непрерывном процессе ЭИЛ на промежутках более 2 мм практически вся обработанная поверхность представляет собой внешнюю зону т.е. термического воздействия.

Наблюдаемые изменения на поверхности катода можно связать с действием нескольких факторов, во-первых, увеличение МЭП изменяет структуру разряда и при превышении определенного значения МЭП (>2,5 мкм) разряд взаимодействует с катодом через пятна первого типа, во-вторых, происходит перераспределение общей энергии разряда между каналом разряда и электродами. Доля энергии, выделяющейся в канале разряда, увеличивается с ростом МЭП, это приводит соответственно к снижению энергии, выделяющейся на электродах [8]. Кроме того, следует учитывать фактор, связанный с расширением «опорной пятки» канала на катоде с ростом МЭП, способствующего к уменьшению плотности теплового потока в этой зоне. В конечном итоге все это обуславливает минимальную эрозию поверхности катода при наличии термического воздействия разряда. Следует заметить, что в нашем случае процесс происходит в воздухе и поэтому взаимодействие с материалом катода носит химико-термический характер.

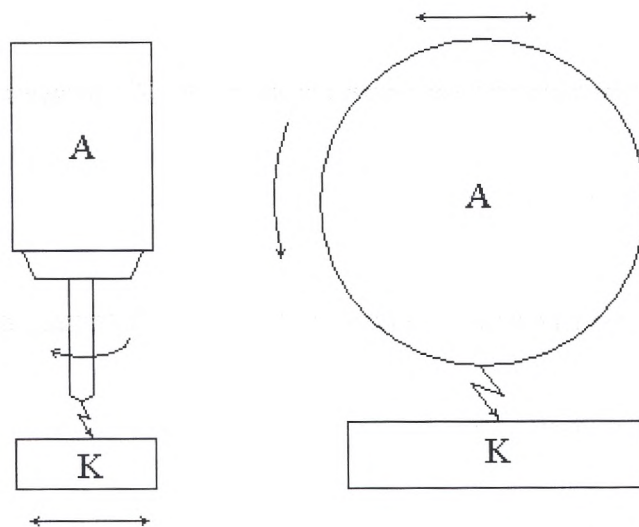


Рис.1. Кинематические схемы электроискрового упрочнения на установках типа «Разряд» с помощью стержневого (а) и дискового (б) электродов-инструментов

Последовательное изучение влияния величины МЭП (S_n) и энергии разряда, которая изменялась за счет напряжения заряда (U_3) рабочей емкости, показало, что оптимальные значения (S_n) и (U_3) с точки зрения эрозии катода и термического воздействия разряда составляют соответственно 1,5-2,5 мм и 240-400 В (термическое воздействие оценивалось по размерам зоны упрочнения белого слоя, наблюдаемой на поперечных шлифах образцов из изучаемых материалов).

Воздействие разряда при указанных выше условиях приводит к образованию в обработанной зоне равномерного и сплошного и практически без дефектов (трещин, пор) белого слоя, микротвердость которого зависит от кратности воздействия разряда.

Длительность обработки определялась числом проходов электрода-анода по одному и тому же участку катода (или перемещением участка относительно электрода) при условии, что при одном проходе зоны воздействия и каждого разряда с поверхностью катода для обеспечения сплошности располагались друг возле друга с некоторым перекрытием.

Анализ шлифов показал, что после 2-3 проходов как на стали 3 и 45, так и на титане твердость белого слоя достигает максимальных значений (рис.2). При дальнейшей обработки микротвердость стали 45 начинает уменьшаться, а титана остается неизменной (рис.2). Очевидно, в первом случае происходит отпуск закаленных слоев.

При МЭП более 1,5 мм шероховатость упрочняемых участков катода изменяется незначительно в зависимости от длительности обработки (измерения проводились на профилографе-профилометре модели 250), поэтому основным параметром, по которому следует оптимизировать процесс упрочнения является максимальная микротвердость.

Рассмотренный выше вариант ЭИЛ на установке «Разряд» может быть использован и по другому назначению. Так, при МЭП менее 1,5 мм после нанесения покрытий из порошковых материалов, обработка импульсными разрядами поверхности сформированных слоев позволяет уменьшить ее шероховатость, а воздействие плазмы разряда на окислы и загрязнения приводит к их испарению практически без эрозии поверхности, т.е. наблюдается эффект очистки.

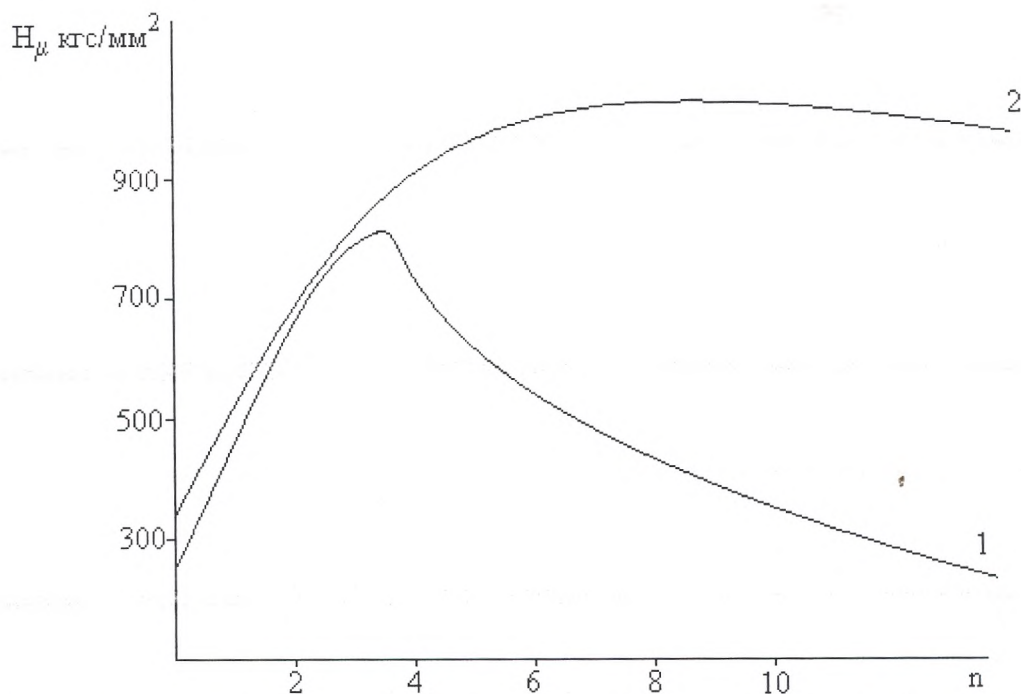


Рис. 2. Зависимость микротвердости H_{μ} белого слоя, полученного на стали (1) и на титане (2) после воздействия импульсных разрядов от числа (n) проходов (величина МЭП 2,0 мм, напряжение разряда 240 В, частота разряда $f=10$ Гц)

Установлено что при искровых разрядах на промежутках больше пробивных происходит обогащение поверхностного слоя элементами среды и частицами эродирования с поверхности электрода-инструмента имеет место образование карбидов материала подложки кода инструмент изготовлен из графита и окислов гидроокислов и нитридов при использовании вольфрамового электрода [9]

Таким образом, на установках типа «Разряд», варьируя условия воздействия импульсного разряда на материал электрода, например, за счет изменения МЭП или энергии разряда, а также наложения на МЭП электромагнитных полей [10], возможно создание режимов обработки, позволяющих проводить упрочнение, шлифование и очистку поверхности катода-детали.

Список литературы: 1. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Кишинев, Изд-во «Штиинца», 1985, с.195. 2. Гитлевич А.Е. и др. Оборудование для электроискрового легирования металлических поверхностей порошковыми материалами. Электронная обработка материалов, №6, 1983, с.78-81. 3. Мицкевич М.К., Бушик А.И., Бакуто И.А., Шипов В.А., Мрочек Ж.А. Способ электроискрового нанесения покрытий. Авт.свид. СССР, №730521, опубл. в Б.И. 1980, № 16. 4. Мицкевич М.К., Гитлевич А.Е., Бакуто И.А., Бушик А.И., Шилов В.А. Динамика импульсного разряда в условиях использования его для электроискрового легирования. Электронная обработка материалов, №3, 1986. 5. Любимов Г.А., Раховский В.И. Катодное пятно в вакуумной дуге. УФИ, т.125, вып.4, 1978, с.665-706. 6. Бушик А.И., Мицкевич М.К., Шилов В.А., Бакуто И.А. Некоторые аспекты реакции низковольтного импульсного разряда на удлинении межэлектродного промежутка. Материалы IV Всесоюзного симпозиума по сильноточной электронике. Томск, 1982. т.2, с.28-31. 7. Булат В.Е., Кейтлин Л.Г., Эстерлис М.Х.