

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРОЗИИ И КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕНОСА МАТЕРИАЛА АНОДА НА КАТОД В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В ИМПУЛЬСНОМ РАЗРЯДЕ ПРИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Дамиан ИОРДАКИ, Павел ПЕРЕТЯТКУ

Бельцкий Государственный Университет имени Алеку Руссо

Résumé: *L'étude des étapes de formation de la couche de surface et, en même temps, le processus de transfert du matériau anodique à la cathode permettra de prédire la vitesse et le coefficient de transfert de masse dans le processus de dopage par électropompe. La tâche de cet article est d'étudier le modèle d'érosion et le coefficient de transfert du matériau d'anode à la cathode, en fonction de la direction du vecteur d'induction magnétique par rapport au courant de décharge qui se produit entre l'anode et la cathode.*

Mots-clés: *l'érosion, metal, modification, l'anode, la cathode.*

Введение

Способ электроискровой обработки металлов, разработанный Б.Р. Лазаренко и Н.И. Лазаренко, основан на явлении электрической эрозии материалов при искровом разряде в газовой среде, полярного переноса продуктов эрозии на катод (деталь), на поверхности которого формируется слой измененной структуры и состава. В результате электрического пробоя межэлектродного промежутка возникает искровой разряд, в котором поток электронов приводит к локальному разогреву электрода (анода). На поверхности катода под действием значительных тепловых нагрузок происходят микрометаллургические и сопутствующие им процессы, осуществляющие перемешивание материала катода и анода, при взаимодействии с компонентами газовой среды, что способствует образованию высокой адгезии между основой и формируемым слоем. Поэтому электроискровое легирование следует считать методом создания новых композиционных материалов. В первую очередь это относится к тугоплавким покрытиям, наиболее существенно и принципиально изменяющим свойства верхнего слоя материала. Величина этих изменений определяется составом, структурой, свойствами материалов электродов и технологическими параметрами процесса ЭИЛ. [1]

Направление вектора магнитной индукции

Из проведенных ранее исследований по ЭИЛ, когда через рабочие электроды и, в частности, через катод дополнительно пропускались постоянный или импульсный токи наблюдалось значительное увеличение эрозии анода и количество перенесенного материала анода на катод. Интенсификация переноса продуктов эрозии анода на катод нами также была обнаружена и при наложении магнитного поля на зону электроискрового легирования.

Для исследований были выбраны следующие пары материалов. В качестве катода использовалась сталь СТЗ 15x15x4, а в качестве анода были выбраны материалы наиболее широко используемые для увеличения коррозионной и износостойкости поверхностей деталей машин : Ni (Никель), Т15К6, ВК20, ВК8.

Магнитное поле создавалось с помощью магнита с регулируемой индукцией между полюсами.

Направление вектора магнитной индукции \vec{B} выбиралось относительно направлению вектора разрядного тока, возникающего между анодом и катодом. Были выбраны три направления наложения магнитного поля на зону обработки:

1. Вектор магнитной индукции направлен в том же направлении, что и ток разряда ($\vec{B} \uparrow \vec{J} \text{ p}$);
2. Вектор магнитной индукции направлен против вектора разряда ($\vec{B} \downarrow \vec{J} \text{ p}$);
3. Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно току разряда ($\vec{B} \perp \vec{J} \text{ p}$);

Эрозия и перенос материала анода на катод

Результаты исследования показали следующее: на рис.1 представлена гистограмма, показывающая значение эрозии никелевого анода в искровом разряде при различных величинах и направлениях индукции магнитного поля. Как видно из этой гистограммы при направлении вектора магнитной индукции против

течения тока разряда, т.е. $(\vec{B} \downarrow \vec{J} \parallel \vec{p})$; и при увеличении индукции поля равной 0,07Тл эрозия никелевого анода достигает наибольшего значения (рис.1, столбец 4), а максимальный перенос эродированного материала анода наблюдается при $B = 0,04$ Тл.

Если же изменить направление действия поля на 180° , т.е. при $(\vec{B} \uparrow \vec{J} \parallel \vec{p})$, то максимальная эрозия анода будет иметь место при $B = 0,067$ Тл.

Для лучшего понимания явлений происходящих при этом, воспользуемся понятием коэффициента переноса, который выражает соотношение между количеством эродированной массы анода и количеством этого материала, перенесенного на катод.

Другими словами, коэффициент $k_n = \gamma_k / \gamma_a$ показывает какая часть эродированного материала анода оседает на катоде.

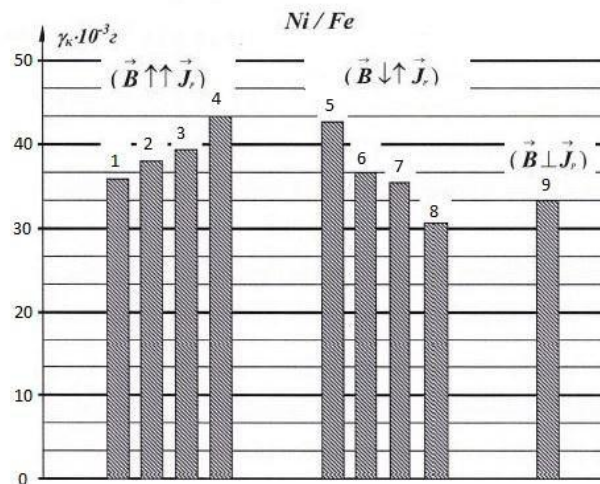


Рис.1 Гистограмма эрозии Ni – анода при легировании катода из Ст3 в зависимости от величины и направления вектора магнитной индукции.

Установка ЭФИ-10М, 3-й реж.

1 - $B=0$ Тл; 2 - $B=0,04$ Тл; 3 - $B=0,06$ Тл; 4 - $B=0,07$ Тл; 5 - $B=0,067$ Тл;

6 - $B=0,07$ Тл; 7 - $B=0,074$ Тл; 8 - $B=0,07$ Тл; 9 - $B=0,07$ Тл.

Итак, для случая ЭИЛ Стали 3 электродом из никеля имеем (см. рис.1):

Для $(\vec{B} \uparrow \vec{J} \parallel \vec{p})$ $k_n = 0,79$

Для $(\vec{B} \downarrow \vec{J} \parallel \vec{p})$ $k_n = 0,74$

Для $(\vec{B} \perp \vec{J} \parallel \vec{p})$ $k_n = 0,7$

По полученным результатам при данных условиях ЭИЛ и направлении наложения магнитного поля можно сделать вывод о том, что наибольший эффект фокусировки электронно-ионного пучка получен именно при $(\vec{B} \uparrow \vec{J} \parallel \vec{p})$ и, поэтому, процесс эрозии анода в этом случае имеет наиболее интенсивный характер.

При использовании анодов из хромоникелевого сплава ВЖЛ-2 получены следующие максимальные значения коэффициента эрозии (рис.2):

$k_n = 0,88$ при $(\vec{B} \uparrow \vec{J} \parallel \vec{p})$ $B = 0,084$ Тл

$k_n = 0,75$ при $(\vec{B} \downarrow \vec{J} \parallel \vec{p})$ $B = 0,074$ Тл

$k_n = 0,64$ при $(\vec{B} \perp \vec{J} \parallel \vec{p})$ $B = 0,04$ Тл.

Как видно, при ЭИЛ, когда $(\vec{B} \perp \vec{J} \parallel \vec{p})$ получен наименьший коэффициент переноса.

В случае электроискрового легирования анодами из сплавов ВК8 и Т15К6 при все вариантах наложения магнитного поля получен так же наименьший коэффициент переноса, который в зависимости от величины индукции поля имеет значения в пределах 0,25 — 0,43, в то время как в отсутствие поля этот коэффициент равен 0,61 для ВК8 и 0,73 для Т15К6.

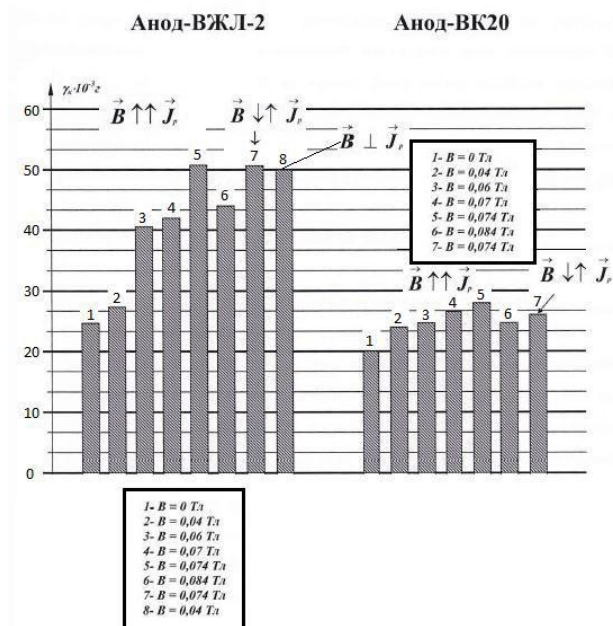


Рис.2 Гистограмма эрозии анода из ВЖЛ-2 и ВК20 при легировании катода из Ст.3 в зависимости от величины и направления вектора магнитной индукции. Установка ЭФИ-10М.

Таким образом, на существующих промышленных установках наилучшие результаты получены при ЭИЛ в магнитном поле с использованием электродных материалов из хромоникелевого сплава ВЖЛ—2 и твердого сплава ВК20.

Выводы

При комплексном изучении свойств сформированных покрытий при ЭИЛ в магнитном поле было четко установлено, что не всегда наибольшему привесу катода соответствует самые лучшие характеристики поверхностных слоев, т.е. высокий прирост массы катода не может быть мерой качества покрытия, сформированного на нем. Под влиянием магнитного поля происходит ряд других глубинных процессов в поверхностных слоях катода, такие как диффузия, распределение элементов с образованием различных сплавов и соединений. Оценка этих явлений при различных значениях и направлениях магнитной индукции поля, наложенного на зону ЭИЛ показала, что в большинстве случаев направление действия поля, хотя и оказывает влияние на физико-химические превращения в поверхностных слоях катода, но это влияние в большей степени проявляется на таких внешних характеристиках слоев как равномерность и сплошность.

Направление действия поля значительно влияет также на количество перенесенного материала анода на катод, определяя тем самым производительность процесса ЭИЛ в магнитном поле, однако это влияние не одинаково для всех используемых в качестве анодов материалов. Это свидетельствует о том, что хотя при помощи магнитного поля можно в значительной степени изменить те или иные характеристики поверхностных слоев, сформированных на катоде при ЭИЛ, однако при этом невозможно полностью исключить роль природы материалов электродов. Поэтому, очевидно, что в каждом случае, при решении задач, связанных с электроискровым легированием необходимо учитывать и свойства материалов электродов.

Литература

1. Способ нанесения металлических покрытий/Авт. изобр. Лазаренко Б.Р.Опубл. в Б.И., 51,№ 12.
2. Лазаренко Н.И. Изменение исходных свойств поверхностей катода под действием искровых электрических импульсов, протекающих в газовой среде. В сб. Электроискровая обработка металлов. Вып.1. М., 1957.
3. Лазаренко Н.И. Технологический процесс изменения исходных свойств металлических поверхностей электрическими импульсами. В кн. Электроискровая обработка металлов, вып.2 М., Изд-во АН СССР, 1960.
4. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Кишинев: Штиинца, 1985.
5. Хоконов Х.Б., Хатажуков А.С. Эффект совместного влияния электрического тока и магнитного поля на капиллярное течение жидких металлов. Адгезия расплавов и пайка метал. Вып. 1982 С. 2-5