

ПОИСК ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ МИКРОДУГОВОМ ОКСИДИРОВАНИИ

Злотников А.И.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Петришин Г.В.

ГГТУ им. П.О. Сухого, г. Гомель, Беларусь

Метод микродугового оксидирования (МДО), основанный на анодной поляризации металлов в растворе электролитов при условии протекания микроплазменных разрядов является сложным многофакторным процессом. В результате на поверхности анода формируется керамическое покрытие толщиной от 10 до 500 мкм, состоящее преимущественно из кристаллического оксида материала анода. Такие покрытия обладают повышенной твердостью, износостойкостью, устойчивостью против коррозии, высокими диэлектрическими свойствами и находят применение в различных областях техники. Регулируя составы электролита и режимы проведения оксидирования можно получать антикоррозионные и износостойкие, декоративные и диэлектрические, теплозащитные и упрочняющие покрытия. В настоящее время МДО считается наиболее перспективным способом нанесения оксидно-керамических покрытий различного функционального назначения на изделиях из алюминиевых сплавов, так как позволяет получать на их поверхности покрытия с более высокими физико-химическими и механическими свойствами по сравнению с покрытиями, получаемыми другими методами [1, 2].

Широкому применению технологии МДО в промышленности препятствует ее главный недостаток – высокая энергоемкость, так как получение толстослойных покрытий (более 30 мкм) требует или большой плотности тока или значительного увеличения длительности проведения процесса. Кроме того, большие потери энергии связаны с такими сопутствующими процессами как сильный нагрев электролита и затраты на его охлаждение. Снизить затраты электроэнергии при получении таких покрытий возможно, за счет конструирования новых более экономичных источников питания и использования особых токовых режимов.

Целью данной работы является изучение влияния различных токовых режимов на энергоемкость процесса МДО алюминиевых сплавов и свойства получаемых покрытий.

Формирование покрытий осуществляли на лабораторной установке, которая позволяет получать на выходе источника питания периодический асимметричный переменный ток с различной амплитудой и шириной анодных и катодных импульсов. Схема установки приведена на рис. 1.

Регулировка амплитуды анодной и катодной составляющих (одновременно) осуществляется путем изменения положения движка автотрансформатора АТ1. Ширина импульса любой составляющей тока зависит от величины α – угла отпириания соответствующего оптотиристора VS1 и VS2,

который в свою очередь определяется положением регулировочных элементов R1 и R2.

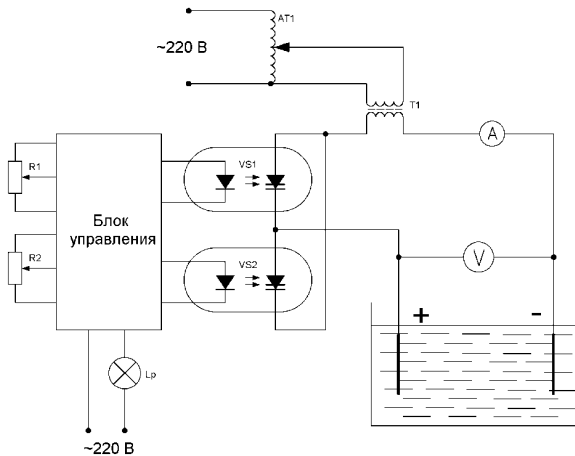


Рис. 1. Схема установки для получения МДО-покрытий, где: AT1 – автотрансформатор, T1 – мощный трансформатор, VS1, VS2 – оптотиристоры, R1, R2 – регулировочные резисторы, Lp – электролампа

Так, например, при минимальном (нулевом) положении резистора R1 и максимальном положении резистора R2 получаем периодический импульсный ток положительной полярности. Если наоборот, R1 принимает максимальное, а R2 – минимальное значения, то получаем периодический импульсный ток отрицательной полярности. При различных ненулевых значениях резисторов R1 и R2 происходит сложение импульсных токов различной полярности, в результате чего получается ассиметричный переменный ток с различной шириной и амплитудой анодных и катодных импульсов (рис. 2).

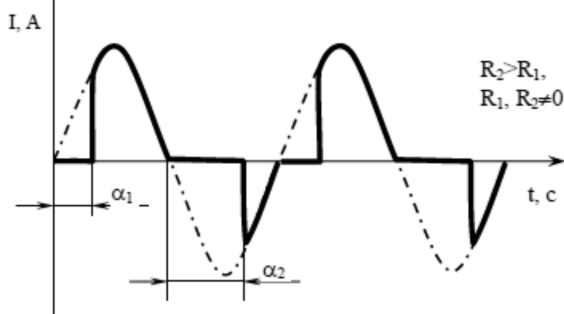


Рис. 2. Ассиметричный переменный ток с различной шириной и амплитудой анодных и катодных импульсов

При условии, когда $R1 = R2 = 0$ образуется симметричный переменный ток. Для контроля тока и напряжения на ванне к установке подключали двухлучевой осциллограф С 101.

Процесс МДО проводили в гальваностатическом режиме при постоянной плотности тока равной $j = 5 \text{ А/дм}^2$, которую поддерживали, повышая в ручном режиме напряжение по мере роста толщины покрытия начиная с нескольких вольт до 450 В. В качестве электролита использовали силикатно-щелочной электролит составом: 10 г/л натриевого жидкого стекла и 2,5 г/л гидроксида калия. Покрытия наносили на пластинки из алюминиевого сплава АД1. Пористость покрытий определяли путем подсчета числа пор на выбранном участке микрофотографии покрытия. Микротвердость покрытий измеряли по стандартной методике на приборе ПМТ-3 при нагрузке 2 Н. Энергозатраты измеряли с помощью ваттметра АСМ-8003.

Были испытаны следующие токовые режимы:

- переменный ток частоты 50 Гц;
- двухполупериодный выпрямленный ток частоты 50 Гц;
- асимметричный переменный ток с отношением анодной и катодной составляющих $I_k/I_a = 0,5$;
- постоянный ток.

Свойства керамических покрытий, полученных с использованием различных токовых режимов, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Свойства керамических покрытий

Ток	Толщина, мкм	Микротвердость, ГПа	Пористость, см ²	Энергозатраты, кВт·ч·м ⁻²
Переменный	39	9,1	30	91,28
Двухполупериодный	31	8,2	34	99,67
Асимметричный	42	9,8	25	86,51
Постоянный	34	5,3	42	98,26

Из полученных данных видно, что наилучшие показатели имеют покрытия, полученные при проведении МДО с использованием асимметричного тока. Энергопотребление при этом наименьшее. Близкие показатели имеют покрытия, полученные при использовании синусоидального переменного тока. Наихудшие результаты дает МДО с использованием постоянного тока – полученные покрытия имеют высокую пористость и низкую микротвердость.

Таким образом, используя периодический асимметричный переменный ток с различной шириной и амплитудой анодных и катодных импульсов можно в значительной степени регулировать энергопотребление при проведении процесса МДО деталей из алюминиевых сплавов и свойства получаемых оксидно-керамических покрытий.

Разработанные покрытия были испытаны для повышения стойкости к гидроабразивному изнашиванию поверхности деталей запорной аппаратуры и элементов насосов типа СВН.

Список литературы:

1. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов: в 2 т. / под общ. ред. И.В. Суминова – М.: Техносфера, 2011. – Т. 2. – 511 с.

2. Суминов И.В. Микродуговое окислирование (теория, технология, оборудование). – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ НА ВЛЭП

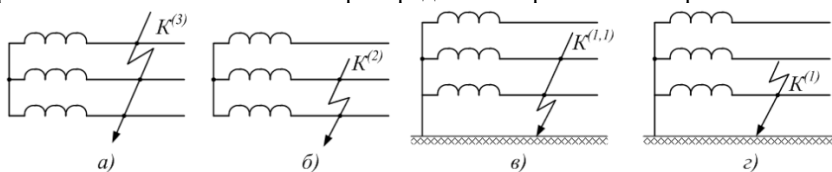
Каверза К.Б.

Научный руководитель: проф., д.т.н. Зацепина В.И.
ЛГТУ, г. Липецк

Введение. Важность данной проблемы заключается в сохранении рабочего состояния электрооборудования, так как возникновение короткого замыкания на воздушной линии является достаточно серьезной и опасной проблемой, ведущей к выходу из строя электрооборудования. В работе были рассмотрены и изучены виды коротких замыкания на ВЛЭП и наиболее эффективные способы выявления места повреждения, произошедших по их причине [1].

Теория вопроса. Воздушные линии (ВЛ) электропередачи – на сегодняшний день единственный способ для передачи электрической энергии на дальние расстояния. Из-за различного рода неблагоприятных факторов, на них происходят разнообразные аварии, например, обрыв проводов, падение дерева на ВЛ, повреждение изолятора, перенапряжение, падение провода на землю, что в свою очередь ведет к короткому замыканию [2].

Короткое замыкание – кратчайший путь протекание тока в обход нагрузки из-за разнообразных типов повреждений [3]. Рассмотрим основные виды коротких замыканий на ВЛ электропередачи изображенных на рис. 1.



а – трехфазное; б – двухфазное; в – двухфазное на землю; г – однофазное.

Рис. 1. Виды коротких замыканий

1) Трехфазное короткое замыкание – $K^{(3)}$: является одним из наиболее простых для расчета и понимания вида повреждения коротким замыканий на ВЛ. Оно является симметричным, потому что при нем не происходит нарушения симметрии фазовых токов и напряжений, а также сохраняется сдвиг по фазам. Вероятность данного вида замыкания – 5%.

2) Двухфазное короткое замыкание – $K^{(2)}$: данный вид замыкания является не очень распространенным (всего (10% от всех замыканий)). При двухфазном замыкании токи и напряжения в разных фазах не одинаковы.

3) Двухфазное замыкание на землю – $K^{(1,1)}$: данное короткое замыкание относится к числу самых опасных повреждений на линии. Причиной этому стал следующий факт: весоное падение междуфазных напряжений в месте короткого замыкания. Это происходит в силу того, что напряжение между фазами А и В падает до нуля, а напряжение между фазами А и С, В и С будет стремиться к