

транзакций, чат-боты могут улучшить качество обслуживания клиентов, делая взаимодействие с торговыми автоматами более плавным и удобным для пользователя.

*Аналитика на основе данных.* Интеллектуальные торговые автоматы могут собирать ценные данные о поведении, предпочтениях и моделях покупок клиентов, предоставляя операторам торговых автоматов информацию, которая может помочь им оптимизировать свои операции и предложения продуктов. Анализируя эти данные, операторы торговых автоматов могут корректировать свои запасы, цены и маркетинговые стратегии, чтобы лучше удовлетворять потребности своих клиентов. Благодаря этому можно уточнить цены и ассортимент от машины к машине, от места к месту. Данные отчеты позволяют легко оптимизировать продукт и цены для каждого автомата, одновременно оптимизируя потенциальный доход.

Исследования показали, что торговые автоматы с искусственным интеллектом могут увеличить доход на 30% и более по сравнению с традиционными автоматами. Это связано с тем, что искусственный интеллект может помочь торговым автоматам лучше прогнозировать потребительский спрос и адаптировать предложения продуктов в соответствии с предпочтениями клиентов, что приводит к увеличению продаж и удовлетворенности клиентов.

Кроме того, торговые автоматы на базе искусственного интеллекта могут предложить клиентам более персонализированный и привлекательный опыт, что может привести к повышению лояльности и увеличению количества повторных сделок. Искусственный интеллект также может помочь снизить эксплуатационные расходы за счет оптимизации управления запасами, сокращения времени обслуживания и простоев, а также минимизации отходов.

В целом, искусственный интеллект помогает торговым автоматам и операторам автоматической розничной торговли оптимизировать операции, улучшать качество обслуживания клиентов и увеличивать доходы за счет использования анализа данных и автоматизации.

**Заключение.** Искусственный интеллект и интеллектуальные торговые автоматы совершают революцию в розничной торговле, предлагая аналитику на основе данных и беспрепятственное взаимодействие. По мере развития технологий интеграция искусственного интеллекта с Интернетом в вендинговый бизнес призвана улучшить торговые автоматы, обеспечивая еще более персонализированный и подключенный подход в работе торговых автоматов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антипин, Ф.А. Вендинговая торговля в России: анализ и перспективы развития [Текст] / Ф.А. Антипин // Российское предпринимательство. — 2016. — Том 17. — № 8. — С. 1037–1048.
2. О торговых автоматах в Японии [Электронный ресурс] / Официальный сайт «Бизнес в Японии» – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <http://iss-company.com/o-torgovux-avtomatax-v-yaponii.html>. - Дата доступа: 20.01.2024.
3. Зачем торговым автоматам искусственный интеллект и система распознавания лиц [Электронный ресурс] / Официальный сайт «Новости» – Электрон. текстовые дан. – Режим доступа: <https://incrussia.ru/news/torgovye-avtomaty-i-iskusstvennyj-intellekt>. -Дата доступа: 20.01.2024.
4. Куликова, А. А. Перспективы и направления развития торговых автоматов / А. А. Куликова // Материалы форума «Развитие интернационализации и экономической интеграции в новых реалиях» в рамках 19-го Международного научного семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование» : XXI Международная научно-техническая конференция «Наука – образованию, производству, экономике», Республика Беларусь, Минск, 23-24 марта 2023 г. / Белорусский национальный технический университет. – Минск : Четыре четверти, 2023. – С. 201-202.

УДК 691.9.048.4

#### **ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЙ ПРОЦЕСС СОЗДАНИЯ РАВНОТОЛЩИННЫХ ПОКРЫТИЙ КОМБИНИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ**

*доктор техн. наук Н.М.Чигринова, ст.преп. В.Е. Чигринов, Комлик А.И, БНТУ, г.Минск*

**Резюме.** в статье приводятся некоторые результаты исследования по влиянию электромеханической энергии на динамику массопереноса при формировании функциональных покрытий. В качестве критерия эффективности выбраны скорость прироста толщины и равнотолщинности создаваемых слоев.

**Ключевые слова:** покрытие, режимы ЭИЛ и УЗВ, электроискровое легирование, ультразвуковая обработка, композиционные легирующие аноды, массоперенос, равнотолщинность.

**Введение.** Инженерия рабочих поверхностей металлических изделий различного назначения посредством комбинированного электромеханического воздействия, обеспечиваемого посредством применения инновационной технологии электроискрового легирования с дополнительной ультразвуковой обработкой (ЭИЛ с УЗО) является эффективным средством расширения их эксплуатационных возможностей и повышения конкурентоспособности, а также позволяет решать проблемы импортозамещения и ресурсосбережения [1, 2].

**Основная часть.** Использование технологии ЭИЛ с УЗВ для формирования в критических зонах изделий покрытий различного назначения является высокотехнологичным средством стабилизации процессов анодно-катодного взаимодействия, обеспечивающего массоперенос при создании покрытия. Известно [3], что

применение дополнительной УЗО существенно влияет на ход процесса анодно-катодного взаимодействия при ЭИЛ основы, определяя характер и интенсивность массопереноса, ответственных за равнотолщинность формируемых слоев. Критериями результативности данного подхода были выбраны скорость нарастания толщины покрытий и стабилизация массопереноса анодных композиций на основе твердых сплавов групп ВК, ТК, КХН и интерметаллидных составов на основе Ni-Cr-Al в изменяющемся диапазоне энергетического воздействия [4]. Определение размерных параметров покрытий в течение фиксированного промежутка времени выполняли с помощью гравиметрического анализа и толщиномера «Константа-5», а равнотолщинность оценивали по стандартной методике с использованием равномерной сетки, нанесенной на изучаемую поверхность

Математическая обработка данных, полученных в результате комбинированной обработки стальной основы методом ЭИЛ с УЗО на разных режимах позволила сделать ряд выводов (рисунок 1).

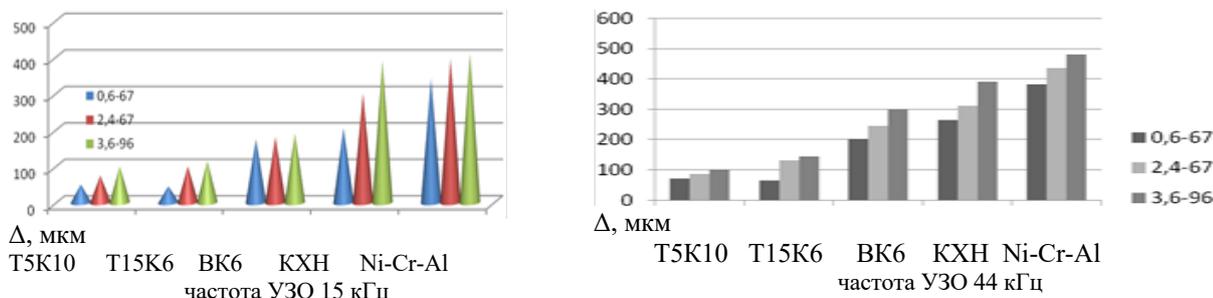
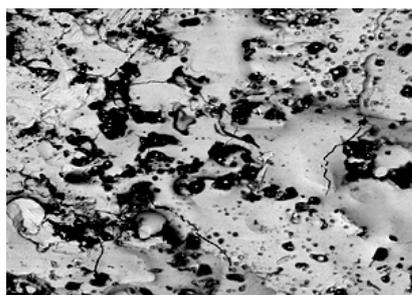
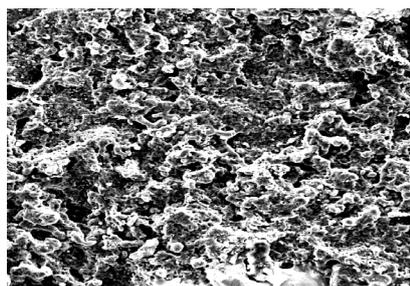


Рисунок 1– Изменение толщины покрытий при изменяющихся режимах ЭИЛ и УЗО

Анализ диаграмм показывает, что во всем диапазоне режимов ЭИЛ, независимо от частоты УЗО, самый интенсивный прирост толщины покрытий реализуется при обработке основы интерметаллидными анодами, что объясняется их большей хрупкостью (рисунок 2) и способностью к массопереносу [5].



Ni-Cr-Al



ВК 6

Рисунок 2 – Топография поверхности покрытий, сформированных итерметаллидным и тврдосплавным анодами 1500

Рост частоты УЗО до 44 кГц, несмотря на сохранение тенденции в изменении интенсивности массопереноса разными анодами с ростом величины энергетического воздействия при ЭИЛ, обуславливает увеличение толщины всех видов покрытий на 30–62 %. Сравнительные данные гравиметрического анализа, отражающие динамику массопереноса после ультразвуковой деформации поверхности катода с различной ультразвуковой частотой, показаны на рисунке 3.

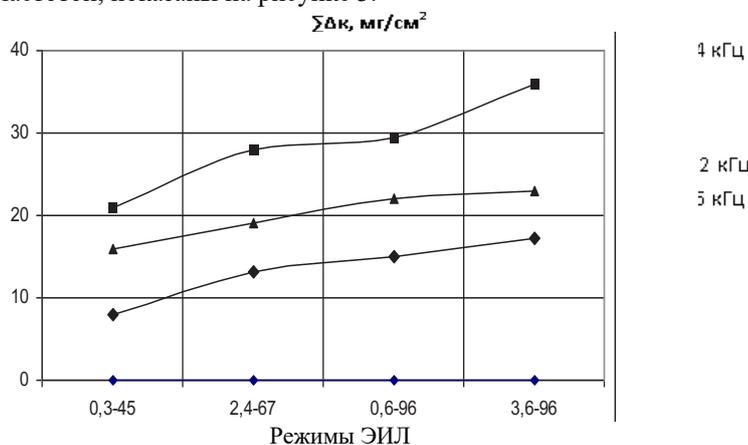


Рисунок 3 – Данные гравиметрического анализа

**Заключение.** Применение интегрального метода ЭИЛ с УЗО позволяет формировать на поверхности токопроводящих материалов покрытия различного назначения с отклонениями от равнотолщинности не более 3-5мкм. Определяющая роль в этом принадлежит составу легирующего анода и частоте УЗО.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Чигринова, Н.М. Инновации в электроискровых технологиях: теория и практика /Н.М.Чигринова //Монография. – Минск, «Бестпринт» 2018.– 262 с.
2. Чигринова, Н.М. Роль ультразвука в механизмах анодно-катодных взаимодействий при электроискровом легировании. /Н.М.Чигринова, В.Е.Чигринов, С.И. Ловыгин.– Минск.–Науч.-техн. журнал «Наука и техника», том 15.– № 5.(ВАК) – Минск.–2016.– С.380–390.
3. Чигринова, Н.М., Влияние режимов электроискровой обработки с ультразвуковым воздействием переменной интенсивности и частоты на свойства покрытий / Н.М.Чигринова, С.И.Ловыгин. – Минск.– Науч.-техн. журнал «Порошковая металлургия» (ВАК).– Минск.–2016.
4. Мицкевич М.К. Бушик А.И., Бакуто И.А., Шилов В.А. Изучение динамики процесса переноса материалов электродов в сильноточном импульсном разряде. Электронная обработка материалов, 1977, № 4.
- 5.Чигринова, Н.М. Микроплазменное легирование с ультразвуковым модифицированием поверхности / Н.М. Чигринова, А.А. Кулешов, В.В. Нелаев // Электронная обработка материалов.– НАН Молдовы.– Кишинев, 2010.– № 2.(262) – С.27–34.

УДК 691.9.048.4

#### НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССАХ ФОРМИРОВАНИЯ КЕРАМОПОДОБНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ СПЛАВОВ АЛЮМИНИЯ

*доктор техн. наук Н. М. Чигринова, ст. преп. В.Е. Чигринов, С.Д. Шпадарук, магистрант, П. Е. Крушина, студентка гр. 10505122, ФММП БНТУ, г. Минск*

**Резюме.** Отработка принципов управления состоянием материала и изменением его служебных характеристик может осуществляться различными способами, выбор которых определяется химическим составом обрабатываемого материала, областью его применения, технологичностью метода и его экономическими параметрами. В данной статье речь идет о придании алюминиевым сплавам более высоких параметров.

**Ключевые слова:** покрытие, микродуговое оксидирование, анодно-катодный режим, катодно-анодная обработка.

**Введение.** Перспективным направлением обеспечения функциональности и конкурентоспособности с одновременным увеличением ресурса большинства изделий машиностроения и металлообработки, эксплуатируемых в условиях повышенных знакопеременных нагрузок и рабочих скоростей, термоциклирования, агрессивных сред, без существенного возрастания себестоимости является их поверхностное упрочнение с созданием функционально-адаптированных покрытий. Сегодня известно и успешно эксплуатируется множество различных технологий упрочнения – газопламенные, плазменные, ионно-плазменные методы, лазерная обработка, воздействие на поверхность сильноточковыми электронными пучками, механическое легирования и др. С помощью этих современных, обычно стационарных и дорогостоящих, энергоемких и требующих создания специальной инфраструктуры, высокопроизводительных процессов поверхностного упрочнения обеспечивается создание защитных и упрочняющих покрытий на поверхности металлических изделий, продлевающих срок их безремонтной службы. Выбор упрочняющих методов определяется условиями эксплуатации упрочняемого изделия, исходным состоянием его рабочих поверхностей, конструкторской документацией (КД). Так, решение указанных проблем для изделий из различных алюминиевых сплавов может быть достигнуто за счет применения технологии поверхностного упрочнения, получившей название микродугового оксидирования (МДО).

**Основная часть.** Данный вид обработки относится к электрохимическим процессам и отличается от традиционного анодного оксидирования наличием электрических разрядов на обрабатываемой поверхности, обуславливая ее нагрев и окисление, что оказывает существенное влияние на структуру и свойства получаемых оксидных покрытий [1]. Микродуговое оксидирование также, как и плазменно-электролитическое анодирование, протекает с участием электрических разрядов, однако, при этом имеется ряд существенных отличий: оба электрода погружены в электролит, а разрядные плазменные каналы проводимости образуются не между электродами, а в тонком приэлектродном слое между поверхностью обрабатываемого металла и так называемым электролитным катодом на локальных, хаотически перемещающихся микроучастках, в то время как остальная поверхность контактирует с водным раствором электролита; плазма при МДО не паровоздушная, а электролитная; разряд при МДО не является нормальным тлеющим, высокочастотным, искровым или дуговым, а имеет более сложный характер [2,3]; МДО чаще проводится на переменном токе и в щелочных электролитах при высоких напряжениях – до 1000 В [4]. Технология МДО является экологически безопасным процессом, так как позволяет проводить обработку в электролитах с низкой концентрацией неагрессивных компонентов.