

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

Михаил Александрович Макушин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, обучающийся, тел. (965)827-86-05, e-mail: muxamuxa10@gmail.com

Елизавета Геннадьевна Бобылева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, ст. преподаватель, тел. (383)343-91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

В данной работе рассматриваются этапы развития и совершенствования электрохимических методов обработки материалов в современных условиях производства.

Ключевые слова: электрохимическая обработка, анодное растворение металла, электролит, комбинированные методы обработки.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF ELECTROCHEMICAL METHODS OF MATERIAL PROCESSING

Mikhail A. Makushin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Student, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (965)827-86-05, e-mail: muxamuxa10@gmail.com

Elizabeth G. Bobyleva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10 Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Senior Lecturer, Department of Photonics and Device Engineering, phone: (383)343- 91-11, e-mail: kaf.nio@ssga.ru

This paper discusses the stages of development and improvement of electrochemical methods of material processing in modern production conditions.

Key words: electrochemical machining, anodic dissolution of the metal, the electrolyte, the combined processing techniques.

В современном приборостроении технология механообработки различных материалов достигла значительных результатов. Но быстрое развитие производства и стремительный прогресс машино- и приборостроения вызвали необходимость использования твердосплавных, вязких, хрупких и других материалов, традиционная обработка которых либо затруднена, либо вообще не возможна. Все это предопределило возникновение и применение новых методов обработки материалов. Одним из которых является электрохимическая обработка материалов.

Электрохимическая обработка (ЭХО) – способ обработки электропроводящих материалов, заключающийся в изменении формы, размеров и (или) шерохо-

ватости поверхности заготовки вследствие анодного растворения ее материала в электролите под действием электрического тока [1].

Электрохимический метод размерной обработки в проточном электролите был впервые предложен в 1928 г. советскими инженерами В.Н. Гусевым и Л.А. Рожковым.

Большой вклад в промышленное применение электрохимических методов обработки внесли отечественные ученые Ю.Н. Седыкин, Ю.Н. Петров, И.И. Мороз, А.И. Левин, Л.Б. Дмитриев и другие.

Приоритет в разработке теории электрохимических процессов также принадлежит ученым нашей страны. Мировую известность получили работы академика А.Н. Фрумкина по теории строения двойного электрического слоя на границе металл-раствор, теории скоростей электрохимических процессов, теории диффузионных процессов, протекающих в растворах в условиях влияния электрического поля, а также работы академика Л.М. Колотыркина в области электрохимической кинетики коррозионных процессов, распространенные затем на поведение металлов в пассивном состоянии.

Отдельные аспекты теоретической электрохимии нашли свое дальнейшее развитие в работах Н.А. Изгарышева, С.В. Горбачева, Б.Б. Дамаскина, В.В. Скорчеллетти.

В начальный период своего развития метод электрохимической обработки получил применение для прошивки отверстий и формообразования турбинных лопаток, удаления заусенцев с кромок зубьев шестерен и заточки сверл, оснащенных пластинами из твердого сплава.

Большие успехи были достигнуты в электрохимической технологии рабочих профилей газовых турбин, отверстий, при получении плоскостей штампов, пресс-форм, удаления заусенцев, заточки сверл, оснащенных пластинами из твердого сплава [2]. Усилиями научно-исследовательских организаций и базовых лабораторий авиационной промышленности были созданы станки для ЭХО рабочего профиля турбинных лопаток и других изделий [3 – 6].

Институтом электрохимии АН СССР были изучены закономерности анодного растворения металлов и сплавов при высоких плотностях тока, влияния ионного массопереноса в проточных растворах электролитов на макрокинетические закономерности межфазного массообмена при интенсивном электрохимическом растворении металлов.

Большие достижения в области развития теории электрохимической размерной обработки были получены Тульским политехническим институтом под руководством Ф.С. Седыкина.

Теоретические исследования обогатились интересными работами, связанными с установлением общих закономерностей в электрохимической ячейке и анализом общих закономерностей формообразования. Интенсивное развитие получили вопросы, связанные с повышением точности формообразования и улучшения качества обрабатываемой поверхности [7–8].

С каждым годом ЭХО находит все новые применения. Немецкие специалисты разработали процесс электрохимического промывания, являющегося

дальнейшим развитием процесса электрохимического удаления материала при обработке ручьев штампов. Этот способ особенно эффективен при обработке большого числа отверстий малого диаметра. Английскими разработчиками предложено использовать электрохимическую обработку для повышения износостойкости стенок штампа и срока службы инструмента при прессовании изделий порошковой металлургии.

Для правильного проектирования процесса ЭХО предложено применять математическое моделирование. Задача моделирования состоит в том, чтобы рассчитать форму канавок, получающихся при многократном прохождении инструмента над поверхностью детали, высоту и форму гребешков, остающихся между канавками в зависимости от формы рабочей части инструмента и технологических параметров [9, 10]. Значительное внимание уделяется вопросам управления импульсной и импульсно-циклической ЭХО, применения для этих целей вычислительных комплексов, методов адаптации и оптимизации процесса управления [11].

Вопрос исследования путей повышения производительности, точности, качества обработки актуален всегда. Точность обработки зависит от ряда параметров, которые условно можно разделить на две группы: внешние (технологические) параметры, которые поддаются контролю и управлению (напряжение на электродах, свойства электролита на входе в межэлектродное пространство, жесткости системы СПИД); параметры которые не поддаются контролю в процессе работы (состав и свойства электролита, локальные значения плотности тока, выхода по току) и являются как бы внутренними временными характеристиками процесса. Все эти параметры находятся в сложной взаимосвязи.

Производительность процесса или скорость анодного растворения металла определяется значениями анодной плотности тока и анодного выхода по току, и, следовательно, их повышение увеличивает производительность процесса. Эффективным способом интенсификации процесса анодного растворения является правильный выбор состава электролита и основных технологических параметров процесса.

Для решения этой задачи важное место отводится разработке и исследованию комбинированных методов, в основе которых лежит ЭХО.

Одним из новых и перспективных методов, при котором происходит значительное увеличение производительности обработки, является метод, при котором осуществляется совмещение анодного растворения металла с лазерной обработкой, то есть электромагнитное излучение подводится к обрабатываемой поверхности через слой жидкости электролита и интенсифицирует процессы ЭХО.

Основоположниками разработки данного метода стали исследователи Кишенева, Воронежа, Куйбышева и Новосибирска.

В работе [12] рассмотрено влияние излучения оптического квантового генератора (ОКГ) на анодное растворение металла и отмечена возможность селективно или комплексно воздействовать конденсированным потоком когерентного и монохроматического излучения на все этапы электродного процесса. В отличие от других методов воздействия, применимых в промышленности, излучение

ОКГ имеет существенные преимущества, связанные с селективностью управления отдельными стадиями процесса, а также с бесконтактным способом подвода светового потока.

В заключение хочется отметить, что исследования в области электрохимической размерной обработки не завершены и ведутся по сей день [13, 14].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 3.1109-82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий. – М. : Стандартинформ, 2012. – 15 с.
2. Полетаев, В. А. Технология автоматизированного производства лопаток газотурбинных двигателей. – М. : Машиностроение, 2006. – 256 с.
3. Зайцев А. Н. Прецизионные электрохимические копирующе-прошивочные станки 2000 года // Электронная обработка материалов. – № 6, 2001. – С. 71-79.
4. Фирсов А. Г. Разработка оборудования и технологии финишной электрохимической размерной обработки проточных поверхностей малогабаритных лопаток компрессора ГТД с применением компьютерных технологий : Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Казань : КГТУ, 2005. – 16 с.
5. Зайцев А. Н. Прецизионные электрохимические станки // ИТО : Инструмент. Технология. Оборудование. 2008. № 5. С. 104-107.6. Митрюшин, Е. А., Саушкин, С. Б., Саушкин Б. П. Станочное оборудование для электрохимической обработки аэродинамических профилей лопаточных машин // Металлообработка. – № 6, 2010. – С. 50-61. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/stanochnoe-oborudovanie-dlya-elektrohimicheskoy-obrabotki-aerodinamicheskikh-profiley-lopatochnyh-mashin/viewer> – Загл. с экрана.
7. Петров Ю. Н. Основы повышения точности электрохимического формообразования / Ю. Н. Петров, Г. Н. Корчагин Г. Н. Зайдман и др. – Кишинев: Штиинца, 1978. – 162 с.
8. Давыдов А. Д. Высокоскоростное электрохимическое формообразование [Электронный ресурс] : монография / А. Д. Давыдов, Е. Козак. – М. : Наука, 1990. – 272. с. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/davydov-a-d-kozak-e-vysokoskorostnoe-elektrohimicheskoe-formoobrazovanie_2079b531f5f.html. – Загл. с экрана.
9. Саушкин Б. П. Проектирование технологий электрохимической обработки изделий авиационной техники [Текст] / Б. П. Саушкин. – М. : Машиностроение, 2009. – 360 с.
10. Zhitnikov V. P., Zaitsev A. N. Mathematical modeling of electrochemical copying of small size geometrical objects // The same publ. – P. 302–312.
11. Саушкин Б. П., Атанасянц А. Г., Сычков Г. А. Проблемы и перспективы развития импульсной электрохимической размерной обработки [Электронный ресурс] // Электронная обработка материалов. – № 2, 2003. – С. 10-22. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-impulsnoy-elektrohimicheskoy-razmerno-obrabotki> – Загл. с экрана.
12. Филимоненко В. Н. Воздействие излучения ОКГ на анодное растворение металлов / В. Н. Филимоненко, В. Г. Самусев // Электрохимические и электрофизические методы обработки. – №4, 1976. – С. 9-12.
13. Рахимьянов Х. М., Журавлев А. И., Гаар Н. П. Установка для исследования электрохимических процессов в условиях активации процесса электрохимической размерной обработки [Текст] // Научный вестник НГТУ. – №2, 2010. – С. 135-144.
14. Рахимьянов Х. М., Красильников Б. А., Гаар Н. П. Методика выбора электролита для лазерно-электрохимической обработки // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – № 2, 2012. – С. 18-21.

© М. А. Макушин, Е. Г. Бобылева, 2020