

2. Мелешко, А. В. Обзор методов определения степени окисления моторного масла / А. В. Мелешко, Ю. А. Булавка // Электронный сборник трудов молодых специалистов полоцкого государственного университета имени Евфросинии Полоцкой [Электронный ресурс]. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой, 2022. – Вып. 45 (115). Промышленность. – С. 141–144.

УДК 621.794.61

ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНТИЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИМПУЛЬСНОГО МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ

Нисс В. С., Королёв А. Ю., Паршута А. Э., Янович В. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: niss@park.bntu.by

Summary. The disadvantages of traditional methods of microarc oxidation are the long processing time (up to 120 min) for the formation of oxide layers of the required thickness with the required properties and, accordingly, high energy costs. Such a long duration of the traditional MAO process is due to the fact that the thickness of the formed oxide layer is determined by the number of technological pulses acting. Thus, the operating frequency of the traditional MDO process is 50 Hz, and technological current pulses follow with a period of 10 ms. The solution to the problems associated with increasing the productivity of the process and a significant reduction in processing time with the same thickness of the oxide layer is the use of fully controlled amplitude and duration of low-frequency multipolar pulses of 0.05–1 kHz with the simultaneous superposition of technological high-frequency pulses (up to 10 kHz) into the anode half-cycle). The use of high-frequency modes of microarc oxidation makes it possible to significantly increase the number of technological current pulses per unit time and significantly reduce the processing time.

Микродуговое окислирование (МДО) относится к экологически безопасным процессам, так как позволяет проводить обработку в электролитах с низкой концентрацией неагрессивных компонентов, а также отсутствует необходимость тщательной предварительной подготовки поверхности перед обработкой. Данный вид обработки относится к электрохимическим процессам и отличается от традиционного анодного окислирования образованием локальных электрических искровых и микродуговых микроплазменных разрядов на обрабатываемой поверхности, в результате чего существенно увеличивается скорость формирования тонкого слоя керамикоподобного пористого покрытия с различным элементным и полифазовым составом [1]. Кроме того, процесс ведется при более высоких напряжениях – до 1000 В, причем чаще используется не постоянный, а переменный и импульсный токи. В особенности отмечается, что биполярный импульсный режим отличается мягкостью, регулируемым соотношением амплитудно-частотных значений катодного и анодного токов, что позволяет получать покрытия с большей толщиной, хорошей структурой и низкой пористостью [2].

Метод микродугового окислирования широко используется для нанесения покрытий на многие вентильные металлы и их сплавы, в том числе на алюминиевые и титановые, широко применяемые в машиностроении. Недостатками традиционных методов МДО являются большая продолжительность обработки (до 120 мин) для формирования оксидных слоев необходимой толщины с требуемыми свойствами и, соответственно, высокие энергетические затраты. Такая большая длительность процесса традиционной МДО вызвана тем, что толщина формируемого оксидного слоя определяется количеством воздействующих технологических импульсов. Так, рабочая частота традиционного процесса МДО составляет 50 Гц, а технологические импульсы тока следуют с периодом 10 мс.

Решением проблем, связанных с повышением производительности процесса и значительным снижением времени обработки при одинаковой толщине оксидного слоя является предложенный нами метод, основанный на использовании полностью управляемых по ампли-

туде и длительности разнополярных импульсов напряжения 100–500 В низкой частоты 0,05–1 кГц с одновременным наложением в анодный полупериод технологических импульсов амплитудой 600–1000 В высокой частоты (до 10 кГц). Использование высокочастотных режимов МДО позволяет существенно увеличить количество технологических импульсов тока в единицу времени и существенно уменьшить продолжительность обработки (до 3–4 раз). Использование регулируемой длительности и амплитуды технологических импульсов позволяет управлять потоками энергии в зонах пробоя оксидных слоев. Такого рода технологические режимы перспективны для получения оксидных слоев с низкой шероховатостью (Ra до 0,2–0,63 мкм) на алюминии и титане.

Дополнительное наложение на чередующиеся низкочастотные импульсы высоких по амплитуде высокочастотных импульсов в анодный полупериод позволяет обеспечить более легкий пробой пленки за счет повышения суммарного тока в этот полупериод, создает благоприятные условия для организации разрядов не только на оксидных пленках с явно выраженными вентильными свойствами, но и на других металлах. Использование высокочастотных импульсов способствует улучшению структуры покрытий, обеспечивает их мелкокристаллическую структуру, приводит к повышению их плотности и микротвердости, уменьшению пористости. При этом высокочастотные импульсы имеют большую амплитуду напряжения, но меньшую мощность, чем низкочастотные импульсы. За счет большей амплитуды именно высокочастотные импульсы инициируют микродуговой процесс в дефектных местах покрытия, что обеспечивает его более плотное формирование.

Установлено, что при регулировании энергии в каналах пробоя формируемые покрытия отличаются более высокой термостабильностью и высокими значениями электросопротивления по сравнению с покрытиями, полученными без ограничения энергии. Соответственно и другие физико-химические свойства покрытий, сформированные с использованием разработанного метода МДО, также могут контролироваться при регулируемой длительности и амплитуде технологических импульсов, что оказывает влияние на такие конечные характеристики МДО-покрытий, как твердость, пористость, пробойное напряжение и т.д. Эти режимы определяются выходными параметрами источника питания для МДО, определяющими начало и окончание микродугового разряда в каждом периоде.

Список использованных источников

1. Микродуговое оксидирование (теория, технология, оборуд.) / И. В. Суминов [и др.]. – М.: ЭКОМЕТ, 2005. – 368 с.
2. Yilmaz M. S., Sahin O. Investigation of the High Energy Single Pulses Affect on Micro Arc Oxidation Process on Aluminium. Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (MCM'18). Madrid, Spain – August 16 – 18, 2018.

УДК 666.762.62:666.762.64

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТЕЙНЫХ УСТАНОВОК АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Попов Р. Ю., Самсонова А. С.

Белорусский государственный технологический университет

e-mail: misakamadara@yandex.by

Summary. The possibility of obtaining wollastonite-containing ceramics based on domestic raw materials for the production of heat-insulating ceramics, parts for foundry plants in the aluminum industry has been established.

В настоящее время волластонитовая керамика является одним из востребованных направлений современной науки как материал многоцелевого назначения. Выбор таких материалов обусловлен их высокой механической прочностью и термостойкостью, а также инертностью к химическому взаимодействию с расплавом алюминия, что повышает популярность применения указанного вида материала.