

ВЛИЯНИЕ КВАЗИКАТОДОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ АМДОПОКРЫТИЙ

Е.И. Воробьёва, аспирант БНТУ, доктор техн. наук, профессор Н.М. Чигринова, БНТУ, г.Минск

Резюме – рассмотрены вопросы влияния квазикатодов на эксплуатационные свойства покрытий, формируемых в процессе АМДО; определены функциональные параметры шероховатости поверхности покрытия, используемые для оценки износа и объема пустот, необходимого для удержания смазочных материалов; отмечено, что на поверхности оксидируемого изделия формируется покрытие с рельефом, состоящим из высоких и узких пиков, вызывающих контактные напряжения при первичной эксплуатации детали, широкого ядра, обеспечивающего высокую износостойкость, и глубоких и узких пустот, снижающих адгезионные свойства поверхности, но увеличивающих коррозионную стойкость.

Введение. Микродуговое оксидирование позволяет формировать на поверхности вентильных металлов многофункциональные керамикоподобные покрытия с уникальным комплексом свойств. При этом работоспособность таких покрытий в значительной степени зависит от равномерности и однородности их поверхности. Неравномерность рельефа и структуры АМДО-покрытия, связанные с неоднородностью электрического поля, особенно при обработке сложнопрофильных изделий, снижают его износо-, коррозионно- и теплостойкость, ухудшают электроизоляционные и декоративные свойства.

Условия получения равномерных и структурно однородных покрытий обусловлены характером искрения и распределения тока по поверхности изделия в процессе АМДО. Поэтому для обеспечения более равномерного и плотного искрения в области оксидирования и стабилизации токовых характеристик в электролизном процессе предлагается использовать дополнительные катоды (квазикатоды), что должно способствовать получению оксидного слоя с более однородной поверхностью.

Основная часть. С целью определения целесообразности введения в ванну с электролитом квазикатодов для решения поставленной задачи была исследована шероховатость формируемых покрытий на образцах из алюминийевого сплава. Изучали две группы образцов: 1-ю группу оксидировали без применения дополнительных катодов (далее – образец № 1), 2-ю – с дополнительным катодом в пространстве ванны таким образом, чтобы исключить случайный контакт детали с катодом (далее – образец № 2).

Для контроля шероховатости применяли прибор Perthometer M2 (Mahr, Германия) со встроенным принтером, что позволяет измерить, записать параметры шероховатого профиля в заранее выбранном масштабе и распечатать результаты измерений сразу после их выполнения.

Поскольку решение задачи получения более однородной поверхности АМДО-покрытий, определяющей уровень их эксплуатационных характеристик, представляется весьма важным, при изучении полученных профилограмм (рисунок 1) оценивались не только стандартные величины шероховатости, включенные в международные, европейские, республиканские стандарты (Ra , Rz , S , Sm , $Rmax$, tp , p), но и ряд новых параметров (RzJ , Rp , Rq , Rpm , Rt , $R3z$, Rvk , $Rvkx$, Rpk , $Rpkx$, $Mr1$, $Mr2$, $Rpс$, RSm , S , R , Ar , Rx , кривая Rmr) [1,2,3], которые появляются вследствие необходимости улучшения качества поверхности и исполнения существующего технологического процесса или вследствие применения новых измерительных технологий, основанных на применении улучшенных фильтров, РС и создании новых измерительных алгоритмов [4].

Наиболее показательными являются гибридные параметры, такие как Rmr , $Rδс$, Rk , $Mr1$ и $Mr2$, $Rpki$ Rvk , зависящие от амплитуды и шага измерения, и которые описывают элементы профиля на определенном уровне сечения и определяют долю материала в областях, ограниченных опорными кривыми. Они наиболее актуальны для поверхностей со стратифицированными функциональными свойствами [5], к каковым принадлежат поверхности АМДО-покрытий.

Доля материала (Rmr) является основной характеристикой, определяющей функциональные параметры шероховатости поверхности. Графическое изображение зависимости значений относительной опорной длины профиля от уровня сечения $Rδс$ (положение сечения относительно средней линии) или зависимости доли материала в сечении от уровня, соответствующего положению наибольшего выступа поверхности, представлено относительной опорной кривой профиля или кривой Аббота – Файерстоуна (рисунок 2), построенной по данным Rmr -списка и параметрам Rk , $Mr1$ и $Mr2$, $Rpki$ Rvk для образца №1.

Параметры $Rpki$ Rvk характеризуют высоту пиков и впадин на уровне сечения, вводимом с целью исключения этих пиков из рассмотрения вследствие отсутствия их влияния на несущую способность поверхности, ее износостойкость, а потому будут удалены при первом же ее контакте с сопрягаемой деталью.

К параметрам, характеризуемым кривой Аббота – Файерстоуна, широко используемой для оценки износа и объема пустот, необходимого, например, для удержания смазки, относятся доли объема материала в области пиков рельефа $A1$, объема пустот в области впадин $A2$, объема материала в области ядра рельефа шероховатости $A3$ и объема пустот в области ядра рельефа шероховатости $A4$, определяемым в разных областях профиля (рисунок 3).

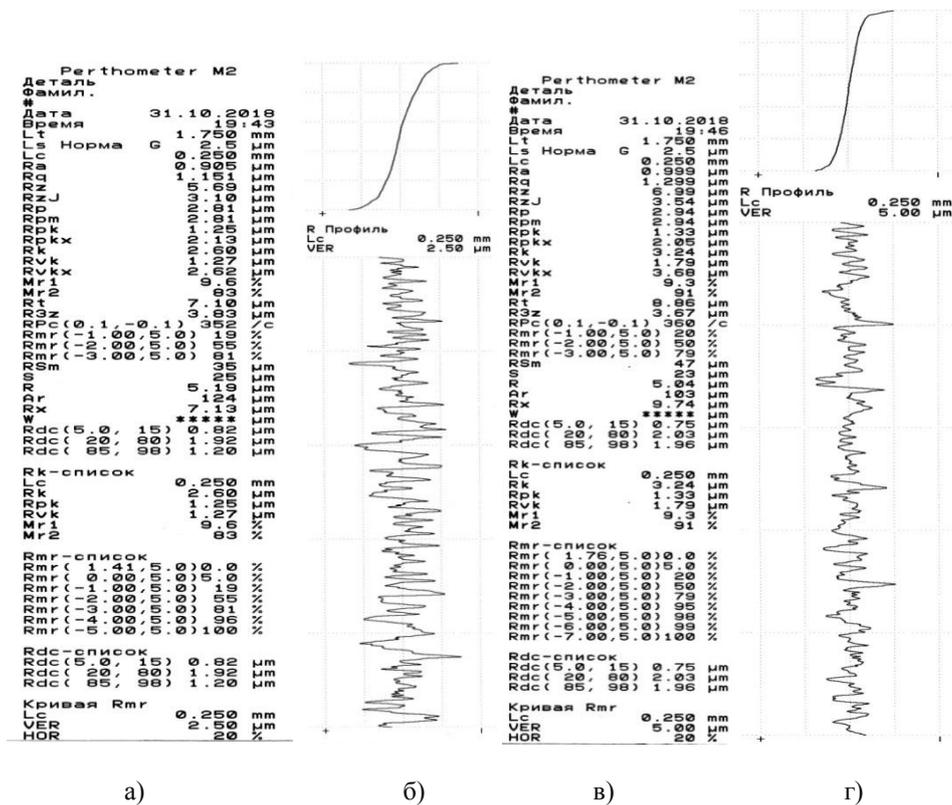


Рисунок 1 – Протоколы измерений:

- а) измеренные параметры образца №1; б) профилограмма поверхности образца №1;
- в) измеренные параметры образца №2; г) профилограмма поверхности образца №2

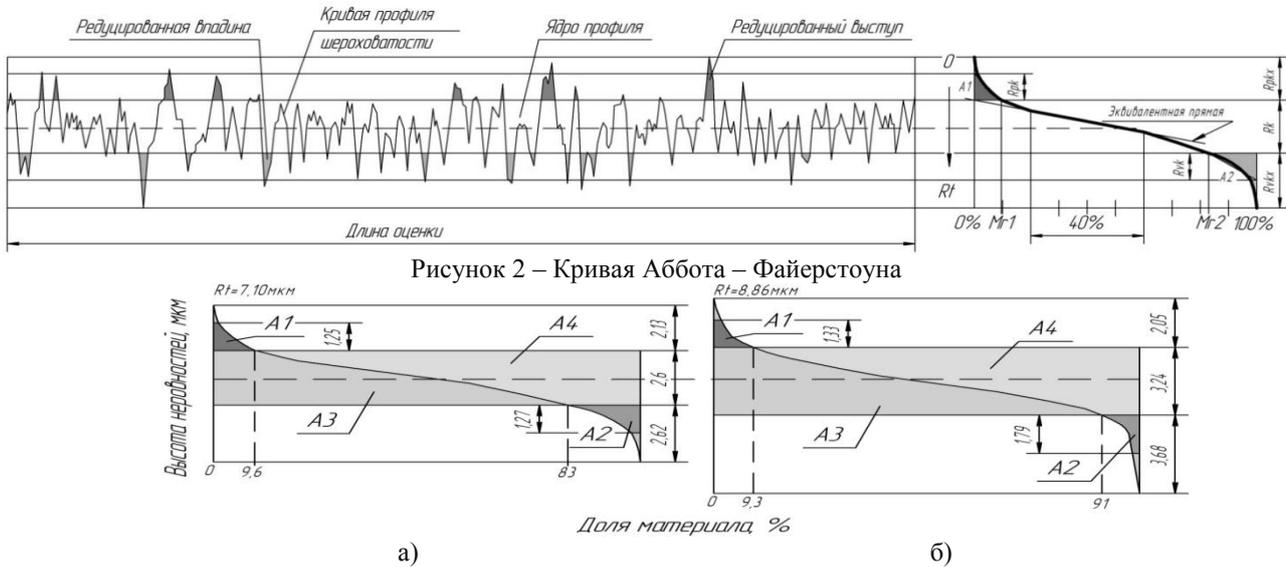


Рисунок 3 – Сравнительный анализ кривых Аббота – Файерстоуна для: а) образца №1; б) образца №2

Сравнительный анализ кривых Аббота – Файерстоуна, построенных для различных образцов, позволяет сделать ряд выводов:

1) доля материала в области пиков *A1* для образца № 2 составляет на 0,3% меньше доли образца №1, следовательно, поверхность состоит из более высоких и узких пиков, что также подтверждается амплитудными и шаговыми параметрами, такими как *Rpc*, *S*, *Ar*, *Rpk* (наблюдается увеличение плотности выступов, уменьшение среднего шага выступов, уменьшение суммарной ширины элементов профиля и увеличение редуцированной высоты пиков). Это обстоятельство обеспечивает малую начальную площадь контакта и, следовательно, высокие контактные напряжения при начальном сопряжении сопрягаемых поверхностей. Эту область материала будет подвергаться повышенному износу, поэтому желательно удалить ее перед эксплуатацией детали. Максимальная величина пиков для образца № 2 меньше, однако, она не учитывается при анализе функциональных свойств поверхности;

2) доля пустот A_2 , расположенных глубже ядра, у образца №2 составляет 9%, что почти в 2 раза ниже значения этого параметра для образца №1; параметры асимметричности профилей R_{pm} к R_z и амплитудный параметр R исследуемых образцов подтверждают значение объёма пустот в области впадин. Величина пустот оказывает влияние на способность удерживать не только смазку, но и грязь, и продукты износа, возникающие в процессе эксплуатации поверхности. Следовательно, применение усовершенствованной технологии для обработки детали предполагает увеличение износостойкости, но снижение адгезионных свойств поверхности;

3) рабочая область шероховатости или ядро представляет высоту поверхности, по которой будет распределена нагрузка при эксплуатации поверхности, а её пики не будут являться концентраторами напряжения. Этот уровень материала работоспособной толщины профиля шероховатости для образца №2 превышает значение для образца №1 на 25%. Протяженность ядра у образца №2 превышает показатель образца №1 на 8,3%. Следовательно, применение усовершенствованной технологии для обработки детали может увеличить износостойкость поверхности.

Заключение. Анализ различных параметров шероховатости позволяет дать сравнительную оценку многим функциональным свойствам поверхности. Таким образом, технология, усовершенствованная применением квазикатодов, позволит сформировать покрытие с рельефом из высоких и узких пиков, вызывающих контактные напряжения при первичной эксплуатации детали и ухудшающие качество сопряжения деталей, широкого ядра, обеспечивающего высокую износостойкость и контактную прочность, и глубоких и узких пустот, снижающих адгезионные свойства поверхности, но увеличивающих коррозионную стойкость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Surface Texture, Surface Roughness, Waviness and Lay. ASME B46.1–2002–IDT.
2. Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters DIN EN ISO 4287:1998.
3. Geometrical Product Specifications (GPS)-Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters JIS B 0601-2001.
4. Табенкин А.Н., Тарасов С.Б., Степанов С.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт / Под ред. канд. техн. наук Н.А. Табачниковой. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007, 136с.
5. Марков Б.Н., Емельянов П.Н. Зарубежная практика нормирования параметров 3D/рельефа шероховатости поверхностей // Вестник МГТУ «Станкин». 2015. №4 (35). – С.95-100

УДК 378.147

ПЕРЕХОД ОТ «МЕЛОВОГО» ПЕРИОДА ОБУЧЕНИЯ К ЦИФРОВОМУ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

доктор техн. наук, профессор А.В. Иванов, канд. техн. наук, доцент Н.В. Иванова. Могилевский государственный университет продовольствия, г. Могилев, канд. техн. наук, доцент А.И. Ермаков, БНТУ, г. Минск

Резюме – рассмотрены проблемы, возникающие при освоении студентами инженерного профиля специальных дисциплин. Описана методика проведения лекционных, практических и лабораторных занятий по специальным инженерным дисциплинам с использованием программ трехмерного компьютерного моделирования.

Введение. Одной из основных целей обучения студента в вузе является достижение им определенного уровня подготовки, который предполагает соответствующие квалификационные рамки. Используемые в настоящее время методики не позволяют достичь этой цели с наименьшими затратами. Проблемы, возникающие при обучении, во многом связаны с разным уровнем подготовки абитуриентов. Если условно по уровню подготовки выделить «слабых», «средних» и «сильных», то на какую категорию студентов целесообразнее ориентироваться преподавателю? Ориентация на «слабого» студента вызывает затухание интереса к учебе более сильных. Ориентация на «среднего» студента приводит к отставанию более слабых и все еще не индуцирует интерес у более сильных. Если же преподаватель в большей степени ориентируется на сильных «студентов», и с точки зрения уделяемого времени, и с точки зрения предлагаемых методических материалов, то более слабые не только не справляются с конкретным заданием, но и в целом теряют веру в себя [1, 2].

Основная часть. При изучении технических дисциплин очень важным навыком является умение пространственно мыслить. Некоторые люди наделены этой способностью от рождения, но развить ее можно с помощью компьютерных программ, предназначенных для создания пространственных моделей объектов. При этом решается ряд задач: создание комфортной учебной среды для современных студентов, многие сферы жизни которых и так связаны с вычислительной техникой; возможность осуществлять индивидуальный подход при групповом обучении, с учетом исходного уровня подготовки студентов; создание учебно-методических материалов для управляемой самостоятельной работы студентов; создание учебно-методических материалов для практико-ориентированного обучения; создание учебно-методических материалов для дистанционного обучения; создание учебно-методических материалов, максимально приближенных к реальным производственным условиям [3,4].

В «меловом» периоде информация доносится до студентов в виде рисунков и схем на доске, сопровождаемых словесными комментариями. Эффективность такой методики является крайне низкой, так как в современном