

УДК 261.9.047

ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОГО НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ  
НА АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ ПОД СЛОЕМ ФЛЮСА

А.В. Перова, Е.В. Смоленцев, А.В. Норман (ВГТУ)

В основу разработки теории по проектированию технологического процесса (ТП) формирования покрытий на деталях из алюминиевых сплавов методом электроэрозионного нанесения покрытий (ЭНП) под слоем флюса положен принцип обеспечения требуемой надежности деталей в процессе их эксплуатации в условиях электрохимической обработки.

При проектировании ТП изготовления деталей из алюминиевых сплавов с покрытием, сформированным методом ЭНП, необходимо выделить два основных этапа: подготовительный и производственный этапы.

На подготовительном этапе осуществляется:

1) Выбор детали и материала, из которого она будет изготовлена, определение способа изготовления заготовки.

2) Отработка технологичности конструкции детали, учитывающей: характер производства, габариты деталей, физико-механические свойства алюминиевых сплавов, их особенности поведения в процессе обработки, величину погрешности действительного размера, технические требования к покрытиям.

3) Отработка геометрии детали.

4) Выбор и подготовка технологического оснащения.

5) Выбор материала и конструкции электрода-инструмента (ЭИ). Наиболее эффективным оказывается применение поверхностных слоев из чугуна марки СЧ-20 с целью защиты деталей из алюминиевых сплавов от воздействия щелочных сред и сред, содержащих хлористые соединения. На эксплуатационные свойства таких покрытий, большое влияние оказывает правильный выбор режимов и последовательности технологического процесса [93]. При этом, важным критерием оценки качества покрытия являются его сплошность равномерность, толщина, а также глубина диффузионного слоя, влияющая на прочность сцепление покрытия с основой.

6) Выбор межэлектродной среды (МЭС), определение ее состава. Правильный выбор МЭС является важным фактором, определяющим не только эф-

фективность процесса, но и возможность его проведения. При нанесении покрытий на алюминиевые сплавы методом ЭНП, в качестве МЭС предложено, использовать флюс марки ФС-71 [2]. Обладая активирующими свойствами, флюс в процессе обработки, вступает в реакцию с поверхностной оксидной пленкой, разрушает ее, частично растворяет и удаляет в виде взвеси, очищая, таким образом, поверхность заготовки от пленки, которая не только препятствует стабильному протеканию процесса, но и является основной причиной разрушения поверхности заготовки [2], [3].

7) Выбор режимов ЭНП [4], определение необходимого количества слоев (не менее 2-х) обеспечивающее формирование покрытия требуемого качества.

К производственному этапу можно отнести процесс формообразования детали (механическая обработка) и процесс формирования слоя покрытия методом ЭНП.

В общем случае ТП изготовления деталей из алюминиевых сплавов с покрытием сформированным методом ЭНП под слоем флюса можно представить в следующем виде:

1) Механическое формообразование детали.

После окончательной механической обработки деталей, контроля точности геометрических размеров и взаимного расположения поверхностей, переходят к этапу нанесения покрытия методом ЭНП, который заключается в подготовке поверхности к покрытию, непосредственном его нанесении и дополнительной обработке.

Определив основные требования, которыми следует руководствоваться при разработке ТП нанесения металлических покрытий на алюминиевые сплавы методом ЭНП и согласно методике представленной в [4], далее технологический маршрут нанесения покрытия на детали из алюминиевых сплавов будет выглядеть следующим образом:

2) Контроль детали и обрабатываемой поверхности. Устанавливается возможность обработки, определяется действительное значение размера после обработки, проверяется соответствие величине погрешности.

3) Подготовка поверхности. Этот этап подразумевает подготовку поверхности заготовки под нанесение покрытия, причем большое внимание здесь необходимо уделить ее очистке, которую проводят с помощью обезжиривания и травления. Очистке подлежит и участок, примыкающий к обрабатываемой

поверхности, шириной (25 ... 30) мм. При этом применение абразивных инструментов и механических методов очистки не недопустимо. Обезжиривание проводится органическими растворителями: бензином, ацетоном. Обезжиренные детали промывают в теплой воде (температура не ниже 298 К) и протирают жесткой волосяной щеткой. Травление проводят в 15 %-ом водном растворе азотной кислоты при температуре (333 ... 338) К в течение (2 ... 5) минут или в 30 %-ом водном растворе азотной кислоты при температуре (293 ... 298) К в течение (1 ... 2) мин для нейтрализации остатков щелочи, затем детали промывают в теплой воде, протирают и сушат при температуре 333 К. Здесь же производят визуальный контроль наличия грязи и масла.

4) Установка ЭИ в электрододержатель вибратора.

5) Установка и закрепление детали в приспособлении.

6) Приготовление флюса и его нанесение. Состав флюса должен соответствовать следующим значениям: порошок флюса (ФС-71) – 50 % по массе; этиловый спирт ( $C_2H_5OH$ ) – 50 % по массе [2]. Нанесение флюса на деталь осуществляется равномерным сплошным слоем толщиной (0,2 ... 0,3) мм.

7) Отработка режимов на оборудовании и изготовление первого опытного образца.

8) Контроль качества покрытия опытного образца и оценка эффективности процесса. На основании полученных результатов производится корректировка режимов.

9) Обработка основной партии деталей. ЭИ под слоем флюса осуществляется ЭИ, изготовленным из чугуна марки СЧ-20 на следующих режимах [4]:  $A_u = (0,1 \dots 0,5)$  Дж;  $U_{cp} = (50 \dots 60)$  В;  $I_{кз} = (3 \dots 5)$  А;  $\tau_u = (10^2 \dots 10^3)$  мкс; скорость подачи ЭИ  $V_{Э} = (50 \dots 200)$  мм/мин; количество слоев  $n = 3$ ; нанесение покрытия ведется течение времени, необходимого для формирования покрытия требуемой толщины  $T_0 = (3 \dots 5)$  мин/см<sup>2</sup>.

10) Снятие детали с приспособления.

11) Промывка детали. Промывку осуществляют с целью удаления остатков флюсов и шлаков, вызывающих развитие коррозии. Удаление флюсов производят непосредственно после завершения процесса нанесения покрытия промыванием поверхности с покрытием и примыкающего к ней основного металла проточной горячей водой (333 ... 353) К с помощью волосяной щетки. После

этого деталь промывают 2 %-ным водным раствором хромового ангидрида той же температуры, а затем вновь горячей проточной водой.

12) Сушка. Промытые детали сушат при температуре (387 ... 453) К или горячим воздухом при (333 ÷ 383) К до полного удаления влаги.

13) Контроль тщательности промывки проводят 2 %-ным раствором азотнокислого серебра.

14) Контроль качества покрытия. Визуальный осмотр внешних видимых дефектов: трещин, прижогов и пр. Контроль качества поверхности и точности размера, определение толщины (не менее 20 мкм) и сплошности (75 ... 95 %) покрытия.

15) Финишная обработка.

16) Дополнительная обработка.

17) Общий контроль деталей.

18) Консервация готового изделия.

Использование рассмотренной технологии является перспективным и позволяет получить на деталях из алюминиевых сплавов защитное, токопроводящее покрытие толщиной до 80 мкм и сплошностью после финишной обработки до 100 %, обеспечивающее устойчивую работу деталей под действием потока щелочных сред и сред, содержащих хлористые соединения, применяемых, например, при электрохимической обработке.

Работа выполнена в Воронежском государственном техническом университете при поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых МК-283.2010.8.

#### Библиографический список

1 Перова, А. В. Формирование защитных покрытий на основе металлов электроэрозионным методом / А. В. Петрова // Нетрадиционные методы обработки : межвуз. сб. науч. тр. М. : Машиностроение, 2009. Вып. 9. Ч. 2. – С. 54-60.

2 Патент 2318637, Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Способ электроэрозионного восстановления чугунных деталей [Текст] / В. П. Смоленцев, О.Н. Кириллов, С. В. Дульцев, М. В. Щипанов // 2008, Бюл. №7.

3 Перова, А. В. Модель нанесения покрытий на алюминиевые сплавы электроэрозионным методом / А. В. Перова, Е. В. Смоленцев, А. В. Норман //

Обеспечение качества продукции на этапах конструкторской и технологической подготовки производства : межвуз. сб. науч. тр. Воронеж : ГОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2011. Вып. 7. – С. 46-53.

4 Перова, А. В. Методика определения режимов нанесения покрытий электроэрозионным методом / А. В. Петрова // Нетрадиционные методы обработки : межвуз. сб. науч. тр. М. : Машиностроение, 2010. Вып. 9. Ч. 3. – С. 70-78.