

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ МЕТОДА ЭДПГИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Пилипчук Е.В.

Белорусский национальный технический университет Минск,
Республика Беларусь

Введение. В последнее время всё более широкое применение приобретает метод электро-деформационного плакирования гибким инструментом (ЭДПГИ). Данный метод позволяет формировать покрытия из различных полимеров, мягких металлов (медь, олово, алюминий и их композиций с легирующими добавками). В настоящее время ведутся исследования возможности формирования твёрдых тугоплавких металлов, таких как хром, вольфрам и т.д. [1]. На данный момент получены положительные результаты по формированию хромовых композиционных покрытий данным методом, однако не изучены зависимости влияния технологических параметров на толщину и шероховатость формируемых покрытий.

Целью данной работы являлось установление эмпирических зависимостей влияния технологических параметров метода ЭДПГИ на толщину и шероховатость формируемых хромовых покрытий с использованием метода планирования эксперимента.

Методика исследований. Для достижения поставленной цели использовали статистические методы, позволяющие значительно минимизировать количество проводимых опытов [2]. На основе априорной информации известно, что исследуемый процесс можно описать полиномом второго порядка. В качестве варьируемых технологических параметров процесса ЭДПГИ были приняты: I - сила тока, протекающего в контакте между донором и щёткой (А); $V_{щ}$ - скорость вращения щётки (м/с); n – количество проходов щётки относительно детали, при варьировании значений параметров в диапазонах 100-160 А; 25-35 м/с; 4-8 проходов соответственно. В качестве материала донора использовался компактированный брусок, полученный методом порошковой металлургии из смеси порошков хрома и УДАГ (0,6 масс%). В качестве гибкого инструмента использовалась щётка из нержавеющей стали диаметром 200 мм с диаметром ворса 0,2 мм и плотностью набивки ворса 0,3.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований были получены эмпирические зависимости влияния технологических параметров процесса плакирования на толщину (уравнение 1) и шероховатость (уравнение 2) формируемого слоя покрытия. Полученные зависимости (1) и (2) позволяют выбирать технологические режимы процесса ЭДПГИ так, чтобы получить композиционное хромовое покрытие с заданными толщиной и шероховатостью.

$$h = -400,837 + 3,792I + 4,75V_{щ} + 30,265n - 0,058In - 0,725V_{щ}n - 0,01274I^2. \quad (1)$$

$$R_a = 17,2126 - 0,0632I - 0,5432V_{щ} - 1,724n + 0,000258I^2 + 0,00984V_{щ}^2 + 0,13675n^2. \quad (2)$$

Поиск оптимальных параметров процесса ЭДПГИ для получения слоя хромового покрытия с максимальной толщиной и минимальной шероховатостью, а также покрытий с заданной толщиной и шероховатостью, осуществлялся с помощью надстройки MS Office Excel «Поиск решения» методом «Эволюционного поиска решения». Анализ зависимостей с помощью MS Excel позволил определить оптимальное соотношение технологических параметров для достижения максимальной толщины и минимальной шероховатости покрытия.

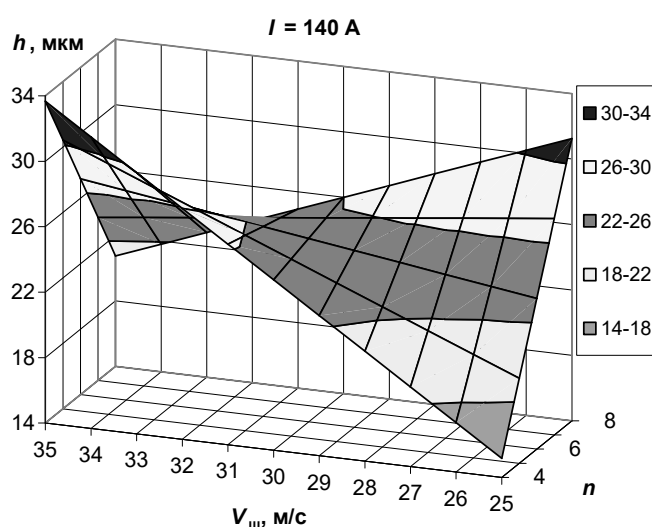


Рисунок 1 – Зависимость толщины покрытия h от скорости вращения щетки $V_{щ}$ и числа проходов n при $I = 140$ А

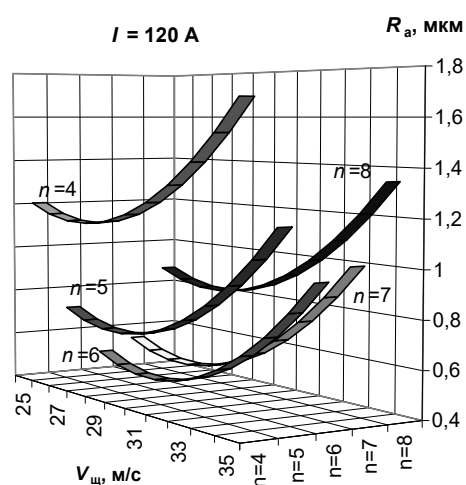


Рисунок 2 – Зависимость шероховатости R_a покрытия от скорости вращения щетки $V_{щ}$ и числа проходов n при $I = 120$ А

Выводы. Определены области значений технологических параметров процесса ЭДПГИ, обеспечивающие формирование покрытий максимальной толщины и минимальной шероховатости. Установлено, что формирование покрытий максимальной толщины происходит либо при максимальной скорости вращения щётки и минимальном числе проходов, либо при минимальной скорости вращения щётки и максимальном числе проходов в диапазоне варьируемых параметров. Покрытие максимальной толщины (33,7 мкм) формируется при следующих параметрах: $I=140$ А, $V_{щ}=35$ м/с, $n=4$, при этом шероховатость сформированного покрытия составляет R_a 1,76 мкм. Минимальная шероховатость покрытия достигается при $I=120$ А, $V_{щ}=28$ м/с, $n=6$ и составляет R_a 0,428 мкм.

1. Леванцевич М.А. Особенности контактного взаимодействия щетки с материалом покрытия при деформационном плакировании с электрическим

полям // Актуальные вопросы машиноведения: сб. научн. трудов / Объедин. ин-т машиностроения НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. 2017. Вып. 6. С. 176–179.

2. Спиридонов А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

УДК 621

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – НАПРАВЛЕНИЕ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ПРИЗВОДСТВО

Подгорный Г.В.¹, Ермаченок А.Г.²

- 1) Открытое акционерное общество «НПО Центр» НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь
- 2) Международный университет «МИТСО» Минск, Республика Беларусь

Аддитивное производство (АТ) как процесс отделяет себя от традиционных методов (ковка, литье и др.) в том, что он добавляет повышенную гибкость дизайна при выборе формы и геометрии желаемой детали. Кроме того, аддитивные возможности на основе сплавления материалов с различной микроструктурой слой за слоем, позволяют применять любые особенности АП. Это позволяет создавать пользовательские функционально классифицированные материалы через аддитивные технологии (АТ), и предоставляет возможность получить материалы с индивидуальными микроструктурами с заданными параметрами и производительностью.

При описании АП важно применять целостный подход к процессу проектирования в той части, которая использует АТ, и включает в себя как процесс проектирования детали, так и метод ее изготовления. С этой точки зрения можно выделить следующие направления для исследования как в части дизайна, так и в части процессов для АП, а также их взаимосвязь для производства различных компонентов и деталей:

- производительность и операции постобработки (оценка и проверка деталей),
- современные инструменты дизайна, доступные для АП,
- экономические соображения при оценке АП как производственного процесса.

При выборе АП в качестве метода производства существует несколько типов процессов, которые могут быть использованы для производства металлических деталей. Из этих процессов есть два наиболее распространенных – это системы порошкового слоя и системы осаждения направленной энергии. Оба метода в настоящее время используются для производства деталей АТ в некоторых отраслях, при этом наблюдается тенденция увеличения доли с каждым годом.

Существует тесная связь между процессом и дизайном при оценке АП как метода производства. Свобода дизайна, выделенная из различных процессов, которые существуют в настоящее время для производства деталей АТ,