

ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫМ ПЛАКИРОВАНИЕМ С ПОДАЧЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

¹Леванцевич М.А., ¹Максимченко Н.Н., ²Шелег В.К., ²Пилипчук Е.В.,
²Юреть Е.Л., ³Дема Р.Р.

¹Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Беларусь, E-mail: levancev@mail.ru

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

³ФГБОУ ВПО «Магнитогорский технический университет им. Г.И. Носова»,
г. Магнитогорск, Россия

Введение

Технологию обработки деталей вращающимися металлическими щетками (ВМЩ) достаточно давно и широко используют в машиностроительном производстве как при выполнении отделочно-зачистных операций, связанных с удалением заусенцев с лопаток турбин, снятием грата и облоя с отливок, зачисткой сварных и паяных швов и т.п. [1–3], так и для нанесения функциональных покрытий [4–7].

Для повышения эффективности отделочно-зачистных операций к ворсу ВМЩ и обрабатываемой детали подводят электрическое напряжение, осуществляя таким образом комбинированную обработку [8]. При подобной обработке одна ветвь от источника тока подается на проволочный ворс ВМЩ, вторая – на обрабатываемую деталь, что приводит к возникновению режима электродугового разряда в контактной зоне, сопровождаемого потоком искр. При таком режиме поверхностный слой детали одновременно подвержен нескольким видам воздействий: фрикционно-механическому – от проволочного ворса ВМЩ; электроэрозионному – от импульсов тока, формируемых в межэлектродном зазоре; электрохимическому – в результате анодного растворения металла при наложении электрического поля.

Аналогичные процессы происходят и при формировании покрытий деформационным плакированием ВМЩ с подачей электрического напряжения. В сравнении с традиционным способом плакирования ВМЩ без подачи напряжения, электрическое поле, создаваемое источником постоянного тока напряжением 40 В и силой тока 50А, способствует увеличению толщины слоя латунного покрытия примерно в 2 раза, при снижении его микротвердости в 1,6...1,8 раза [9]. Однако, как показывает анализ литературных данных, процесс нанесения покрытий методом плакирования ВМЩ с подачей электрического напряжения представляется значительно более сложным и, судя по наличию небольшого количества публикаций, недостаточно изученным.

Стоит отметить, что к настоящему времени в открытых источниках научно-технической информации, касающейся вопросов плакирования ВМЩ с подачей электрического напряжения, приведены, в основном, на уровне идеи, общие схемы плакирования с подачей напряжения без соответствующей экспериментальной проверки. Отсутствуют и какие-либо рекомендации по выбору как варианта подачи электрического напряжения, так и режимов плакирования, что препятствует принятию решения о целесообразности практического применения подобного способа и обуславливает необходимость проведения дополнительных исследований.

Цель исследований заключалась в экспериментальной проверке вариантов схем формирования покрытий способом деформационного плакирования ВМЩ с подачей электрического напряжения.

Методика исследований. Для проведения испытаний использовали устройство для формирования покрытий способом деформационного плакирования ВМЩ с подачей электрического напряжения, описанное в работе [10] (рис. 1).

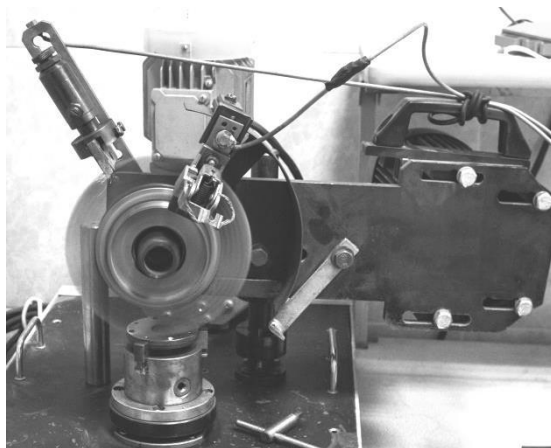


Рисунок 1 – Фото устройства для формирования покрытий способом деформационного плакирования с подачей электрического напряжения

Формирование покрытий осуществляли на поверхности образцов пластин из стали 08 кп сплошной цилиндрической щеткой диаметром 190 мм и шириной 15 мм.

Диаметр и вылет ворса щетки составляли, соответственно, 0,25 мм и 40 мм. Линейная скорость вращения варьировалась от 15 до 30 м/с. Величины подаваемого от источника постоянного тока напряжения и силы тока также варьировались, соответственно, от 4 до 16 В и от 15 до 30А. В качестве материалов покрытий (доноров) использовали литые цветные металлы на основе алюминия и меди, а также спеченные материалы из порошков хрома и меди, полученные методами порошковой металлургии. Величина натяга щетки не превышала 1,5...2,0 мм, число проходов – 5. Толщина формируемых слоев покрытий находилась в пределах 5...12 мкм.

В ходе испытаний отрабатывались два варианта способа формирования покрытий деформационным плакированием. В первом варианте подачу электрического напряжения осуществляли на ворс ВМЩ и материал-донор, во втором – на ворс ВМЩ, материал-донор и обрабатываемую деталь.

Результаты и обсуждение. Анализ полученных данных исследований показал, что вариант формирования покрытий способом деформационного плакирования с подачей электрического напряжения на ворс ВМЩ, материал-донор и обрабатываемую деталь не пригоден к применению. Это объясняется тем, что при подобной схеме плакирования электродуговые разряды, возникающие в зоне контакта ворса щетки с поверхностью детали, и интенсивное искрообразование являются главной причиной формирования слоя покрытия, отличающегося наличием дефектов в виде несплошностей, почерневших раковин и борозд со следами пригара (рис. 2, б).

Вариант формирования покрытий деформационным плакированием с подачей электрического напряжения на ворс ВМЩ и материал-донор является наиболее предпочтительным. При этой схеме плакирования формируемый слой покрытия отличается повышенной сплошностью и отсутствием поверхностных дефектов в виде раковин, борозд, отслоений и др. (рис.2, г, д, е). В отличие от покрытий, полученных при традиционной схеме плакирования ВМЩ без подачи электрического напряжения (рис. 2, в), покрытие, сформированное с подачей электрического напряжения, например, из материала-донора на основе хрома, не содержит на поверхности мелких фрагментов из микрочастиц хрома, переносимых ворсом щетки, и имеет плотный, чешуйчато-размытый вид (рис.2, г).

Для медных покрытий, сформированных способом плакирования ВМЩ с подачей электрического напряжения из материалов-доноров в виде литой меди (рис. 2, д) и спеченной порошковой меди с легирующей добавкой нитрида бора (рис. 2, е), характерно отсутствие чешуйчатости.

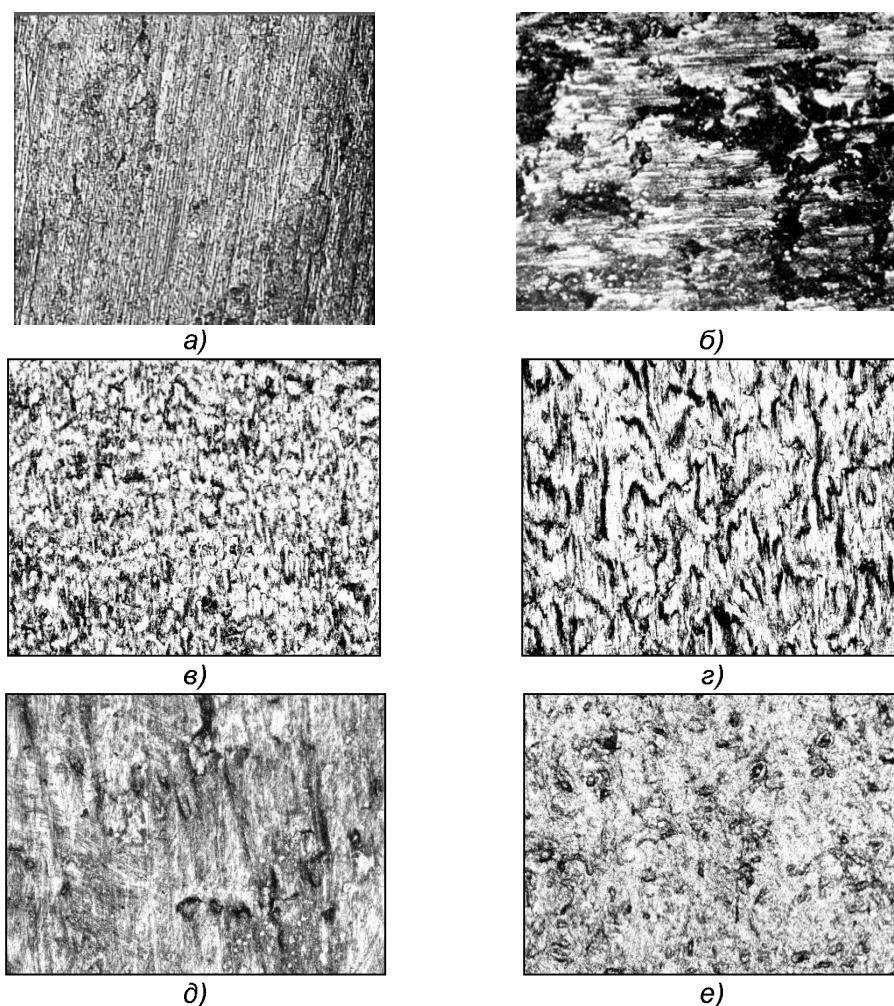


Рисунок 2 – Фото рельефа поверхности образцов с покрытиями, сформированными деформационным плакированием ВМЩ с подачей электрического напряжения ($\times 100$):

- а) – образец без покрытия; б) - алюминиевое покрытие на поверхности алюминиевого образца из сплава АК5М, сформированное с подачей электрического напряжения на материал-донор, ВМЩ и обрабатываемую деталь; в) – хромовое покрытие на поверхности стального образца, сформированное без подачи электрического напряжения; г) – хромовое покрытие на поверхности стального образца, сформированное с подачей электрического напряжения на ВМЩ и материал-донор; д), е) – медные покрытия на поверхности стальных образцов, сформированные, соответственно, из литой и спеченной порошковой меди с легирующей добавкой нитрида бора, с подачей электрического напряжения на ВМЩ и материал-донор

Заключение

Результаты выполненных исследований показывают, что для формирования качественных бездефектных покрытий целесообразно использовать вариант деформационного плакирования, при котором подачу электрического напряжения осуществляют на ворс ВМЩ и материал-донор. Вариант плакирования, при котором подачу напряжения осуществляют на ворс ВМЩ, материал-донор и обрабатываемую деталь, не пригоден к применению.

Список литературы:

1. Серебренник, Ю.Б. Обработка деталей вращающимися металлическими щетками / Ю.Б. Серебренник. – Пермь: ЦБТИ Пермского совнархоза, 1960. – 59 с.
2. Перепичка, Е.В. Очистно-упрочняющая обработка изделий щетками / Е.В. Перепичка. – М. : Машиностроение, 1989. – 135 с.
3. Папшев, Д.Д. Упрочнение закаленных поверхностей вращающимися металлическими щетками / Д.Д. Папшев, Ю.И. Кургузов // Обработка высокопрочных

сталей и сплавов инструментами из сверхтвердых синтетических материалов: Межвуз. тематич. сб. на-учн. тр. – Куйбышев: КАИ, 1978. – С. 131–137.

4. Белевский, Л.С. Пластическое деформирование поверхностного слоя и формирование покрытия при нанесении гибким инструментом / Л.С. Белевский. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогор. лица РАН, 1996. – 230 с.

5. Анцупов, В.П. Теория и практика плакирования изделий гибким инструментом / В.П. Анцупов. – Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 1999. – 241 с.

6. Витязь, П.А. Работоспособность изделий, плакированных композиционными покрытиями / П.А. Витязь, М.А. Леванцевич // Перспективные материалы и технологии. Под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ». – 2013. – С. 275–301.

7. Леванцевич, М.А. Улучшение эксплуатационных характеристик деталей поверхностным модифицированием методом плакирования гибким инструментом / М.А. Леванцевич, Н.Н. Максимченко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. – № 10. – С. 16–20.

8. Кириллов, О.Н. Разработка оборудования для скоростной обработки непрофилированным электродом-щеткой / О.Н. Кириллов // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6. – № 1.

9. Белевский, Л.С. Фрикционный и электрофрикционный способы нанесения покрытий / Л.С. Белевский, И.В. Белевская // Обработка сплошных и слоистых материалов. – 2012. – Вып. № 38. – С. 158–163.

10. Метрологическое обеспечение процесса формирования покрытий способом деформационного плакирования с наложением электрического поля / М.А. Леванцевич [и др.] // Порошковая металлургия: инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы, сварка: сб. докл. 10-го Междунар. симп. (Минск, 5-7 апр. 2017 г.). В 2 ч. Ч.2 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: А.Ф. Ильющенко (гл.ред) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2017. – С. 161–169.