

ФРИКЦИОННЫЙ И ЭЛЕКТРОФРИКЦИОННЫЙ СПОСОБЫ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

Одним из эффективных методов повышения служебных свойств металлопродукции является нанесение покрытий и деформационное упрочнение поверхностного слоя. В последние годы получили развитие комбинированные процессы обработки поверхности, когда наряду с механическим воздействием на изделие добавляется действие тока, ультразвука, лазера, плазмы, различных технологических сред и т.п. К комбинированным методам следует отнести и фрикционное нанесение металлических покрытий [1].

Сущность процесса состоит в том, что пруток из материала покрытия (медь или медьсодержащие сплавы) прижимается с определенным усилием к поверхности обрабатываемой детали, которая предварительно должна быть обезжирена и смазана глицерином или какой-либо другой специальной жидкостью. В результате в процессе трения происходит разрыхление окисной пленки на поверхности стали или чугуна и пластифицирование поверхности медного сплава, что облегчает его схватывание. В результате поверхность детали покрывается тонким слоем (1...3 мкм) латуни, меди или бронзы. Особенностью этого способа является способность покрытия к саморегенерации до определенных пределов.

В работе [2] приведены результаты исследования покрытий, полученных фрикционным и электрофрикционными способами. При электрофрикционном способе к детали подводится отрицательный полюс, а к фрикционному стержню – положительный полюс источника постоянного тока. Плотность тока составляет 30...50 А/мм². Оказалось, что электрофрикционные пленки имеют меньшую пористость, большую прочность сцепления с основным металлом, а производительность процесса в 2...3 раза выше. Приложение к контакту фрикционный стержень-деталь напряжения обратной полярности практически не меняло свойств покрытия.

Фрикционное латунирование впервые применено В.Н. Лозовским в узлах авиационной техники как средство защиты стальных деталей от схватывания и задира. Испытания плунжерных пар топливных систем двигателя показало, что латунное покрытие сокращает период приработки, втрое уменьшает интенсивность изнашивания латунированного плунжера. Высокую износостойкость узлу трения придает образующийся

рыхлый медный слой, который не уносится из зоны контакта, а переходит с одной поверхности на другую. Это явление получило название эффекта «безизносности». Еще в 1958 г. Д.Н. Гаркуновым и В.Н. Лозовским получено авторское свидетельство № 115744 на способ придания поверхностям металлов трущихся пар противозадирных свойств, которое легло в основу разработанного в России процесса финишной антифрикционной безабразивной обработки.

По нашему мнению, целесообразно использовать для нанесения покрытий фрикционным способом вращающиеся проволочные щетки (ВПЩ) [3]. Металл покрытия (МП) в виде полосы, цилиндра или бруска прижимается к ворсу ВПЩ и разогревается в зоне контакта с ней до высокой температуры. Частички металла покрытия схватываются с концами ворсинок и переносятся на обрабатываемую поверхность. Поверхность обрабатываемого изделия упрочняется за счет интенсивного пластического деформирования гибкими упругими элементами. Одновременно происходит пластическое деформирование частиц металла покрытия, находящихся на концах ворсинок и схватывание их с поверхностью изделия. Различные варианты фрикционного способа нанесения покрытий с использованием ВПЩ, реализация их в промышленности, многочисленные исследования разработаны и выполнены преподавателями и сотрудниками МГТУ им. Г.И. Носова: Л.С. Белевским, В.И. Кадошниковым, В.П. Анцуповым, А.Н. Завалициным, С.И. Платовым и др.

Способ нанесения металлических покрытий с помощью ВПЩ с использованием электрического тока предложен А.А. Абиндером [4]. Наносимые металлы или сплавы в виде стержней МП контактируют под током с напряжением 50... 60 В с ВПЩ, которая служит вторым электродом. Предполагается, что контакт ворсинок щетки с МП происходит в течение очень короткого времени и проволочки не успевают оплавляться. Стержень МП является неподвижным электродом, он нагревается до высокой температуры и переходит в пластическое состояние. ВПЩ захватывает концами ворсинок частицы размягченного металла и наносит его натиранием на обрабатываемую поверхность, которая не находится под током. Необходимая сила тока выбирается опытным путем. При нанесении тугоплавких металлов или сплавов рекомендуется поверхность изделий подогреть до 200... 300°С, что увеличивает прочность сцепления.

Нами предложен один из вариантов способа нанесения металлических покрытий с помощью ВПЩ, в котором металл покрытия, контактирующий со щеткой, выполнен в виде ролика [5]. Известно также дополнительное изобретение к предложенному нами способу [6]. С целью расширения технологических возможностей этого способа авторы предлагают совместить процессы электрической эрозии и электроискрового легирования. Предложенное нами устройство для нанесения покрытия дополняется генератором импульсов разноименной полярности, условно

положительный электрод которого соединён с элементом материала покрытия, условно нулевой – с ВПЩ, а условно отрицательной предназначен для соединения с обрабатываемым изделием. Следует заметить, что предварительный нагрев поверхности изделий перед нанесением покрытий (способ А.А. Абиндера) связан с определенными технологическими трудностями, особенно при обработке крупногабаритных деталей. Проведенные исследования [3] показывают, что тонкие поверхностные слои обрабатываемого изделия также нагреваются до весьма высоких температур и в большинстве случаев предварительный нагрев не требуется. По данным ряда исследователей температурные всплески в зоне контакта обрабатываемого изделия с ВПЩ могут достигать 1200° С. Использование специального генератора импульсов значительно усложняет технологию нанесения покрытий и увеличивает стоимость обработки. По нашему мнению, при применении электрического тока при нанесении покрытий с помощью ВПЩ целесообразней использовать обычный сварочный трансформатор или подобное устройство. Нами была изготовлена установка, которая позволяла менять напряжение от 10 до 40 В и силу тока от 20 до 120 А. Проведена серия экспериментов по нанесению покрытий на цилиндрические образцы диаметром 18 мм из стали марки 20. Нанесение покрытий проводилось на токарно-винторезном станке. Диаметр ВПЩ - 100 мм, длина ворса – 25 мм, диаметр проволоки ворса – 0,25 мм, материал – сталь марки 70. Скорость вращения щетки – 3000 об/мин. Натяг – 0,5 мм (величина подачи ВПЩ на обрабатываемое изделие). По обрабатываемому участку осуществлялось четыре прохода. Ниже приведены результаты исследований двух образцов, один из которых обрабатывался без подвода электрического тока, а другой - при тех же режимах обработки с подводом постоянного электрического тока, с напряжением 40 В и силой постоянного тока 50 А. Положительный полюс подводился к металлу покрытия, а отрицательный – к обрабатываемому образцу. Таким образом, происходил дополнительный разогрев в зоне контакта МП-ВПЩ и в зоне контакта ВПЩ-поверхность образца. В качестве материала покрытия использовалась латунь Л62. При металлографических и электронно-микроскопических исследованиях* использовалось следующее оборудование: стереомикроскоп MeijiTechno, оптический микроскоп MeijiTechno, растровый электронный микроскоп РЭМСМ6490LV. Микрорентгеноспектральный анализ проводился с помощью приставки Oxford. В дальнейшем процесс нанесения покрытий с использованием ВПЩ будем называть фрикционным плакированием (ФП), а тот же процесс с дополнительным подводом электрического тока – электро-фрикционным плакированием (ЭФП).

*В проведении этой работы принимала участие, доцент, к.т.н. Ю.Ю. Ефимова.

Способ ЭФП весьма напоминает электромеханический способ упрочнения деталей [7]. Электромеханическая обработка (ЭМО) основана на термическом и силовом воздействии. Она существенно изменяет физико-механические показатели поверхностного слоя детали. Обычно ЭМО цилиндрических деталей проводят на токарных станках. Поверхность изделия упрочняется роликом или стержнем. Подводимое напряжение 4...6 В. Сила тока 300...500 А. При ЭФП также происходит пластическое деформирование поверхностного слоя гибким инструментом и разогрев поверхностных слоев за счет трения и тепла, выделяемого при подводе электрического тока. Результаты металлографического и электронно-микроскопического исследования представлены на рис. 1-3.

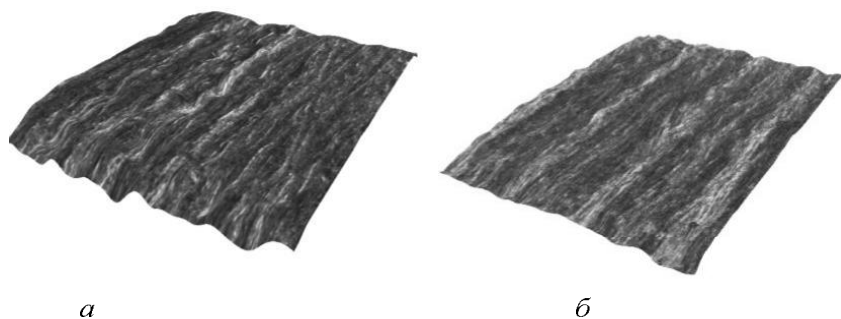


Рис. 1. Вид поверхности (стерео):
а– ФП, *б*–ЭФП

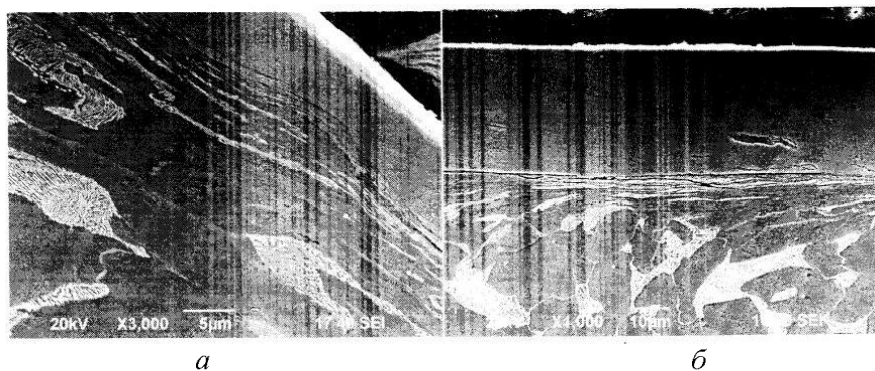
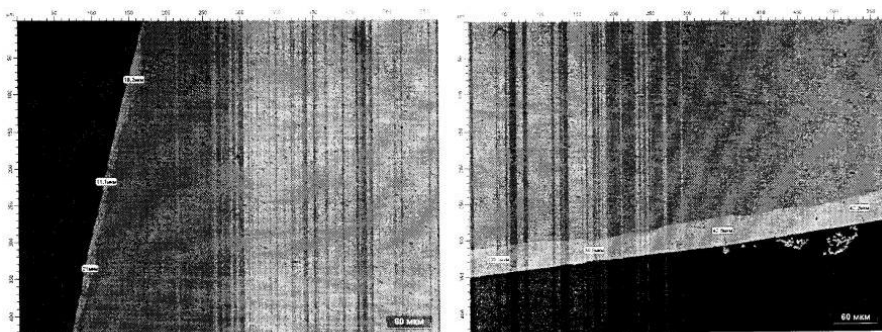


Рис. 2. Микроструктура основы и вид покрытия:
а – ФП, *б* – ЭФП



a

б

Рис. 3. Толщина покрытия:
a – ФП; *б* – ЭФП

Заключение

При ЭФП поверхностные слои изделия выглядят более «сглаженными», чем при ФП (см. рис. 1). Очевидно, что дополнительный разогрев при подводе электрического слоя делает поверхностный слой более пластичным и борозды, которые оставляют ворсинки щетки, успевают деформироваться. Об этом свидетельствуют также и замеры микротвердости. Микротвердость покрытия при ЭФП и нагрузке 10 гс составляет в среднем 2432 МПа, а при ФП и той же нагрузке - 4290 МПа. Деформация основы при ЭФП и ФП происходит примерно одинаково. На рис. 2 не просматривается каких-либо существенных различий в микроструктуре основы. Микротвердость переходной зоны металл-покрытие при ЭФП и ФП почти одинакова (2692 и 2444 МПа, соответственно, при нагрузке 200 гс). Толщина покрытия при ЭФП примерно в 2 раза больше, чем при ФП (см. рис. 3). Вопросы, связанные со свойствами покрытий, полученных при ЭФП, их структурой, прочностью сцепления и т.п., требуют дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения. / Под ред. Д.Н. Гаркунова. М.: Машиностроение, 1978. 211 с.
2. Андреева А.Г., Бурмукулов Ф.Х., Толоконников В.И. и др. Финишная антифрикционная безабразивная обработка как средство повышения срока службы машин и оборудования // Сб. науч. статей под ред. Д.Н. Гаркунова. М.: Машиностроение, 1990. С. 34-59.

3. Белевский Л.С. Пластическое деформирование поверхностного слоя и формирование покрытия при нанесении гибким инструментом. Магнитогорск: Лицей РАН, 1996. 231 с.

4. А.с. 57162 (СССР). Способ нанесения металлических покрытий / А.А. Абиндер // Б.И. 1940. №6. С. 1-3.

5. А.с. 1482980 СССР, В 24 В 39 /00. Устройство для нанесения покрытия на поверхность. / С.П. Гуров, С.Л. Гончаров, Л.С. Белевский и В.А. Пиксаев. Опубл. 30.05.89. Бюл. № 20.

6. А.с. 1733502 А2 СССР, С 23 С 26/00. Устройство для нанесения покрытий. / А.Ю. Хапалаев, О.В. Цыгулев, В.С. Веремчук, Б.А. Ляшенко, М.М. Абачараев и А.В. Рутковский. Опубл. 1992. Бюл. № 18, С. 100-101.

7. Аскинизи Б.М. Упрочнение и восстановление деталей электромеханической обработкой. Л.: Машиностроение, 1977. - 184 с.

УДК 621.778.233

С.А. Малаканов, О.С. Железков, А.Г. Виноградов

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет и Г.И. Носова»

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ДВУХОПОРНОЙ ГИБКИ ПРУТКОВ

Операция гибки широко применяется при изготовлении изделий различного промышленного и бытового назначения. В частности, прутковые пружинные клеммы ОП-105, ЖБР-65 и АРС-4 используются на российских железных дорогах в современных конструкциях рельсовых скреплений [1]. При изготовлении пружинных клемм используются операции гибки в горячем и холодном состояниях.

При разработке процессов гибки прутков часто возникают сложности, связанные с определением рациональных геометрических параметров процесса гибки, при которых обеспечивают получение изделий требуемого качества [2, 3].

Рассматривалась задача определения угла гибки в зависимости от перемещения деформирующего инструмента при двухопорной гибке. На рис. 1 показано положение инструмента и заготовки на некотором промежуточном этапе, когда пуансон переместится на величину h , а заготовка изогнется на угол гибки - α . Приняты следующие обозначения: r_1 - радиус деформирующего пуансона; r_2 - радиус неподвижных опор; A - расстояние между неподвижными опорами; d и l - диаметр и длина прутка.