

УДК 621.793.74:621.791.927.55

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПЛАЗМЕННОГО  
НАПЫЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ С ОДНОВРЕМЕННОЙ  
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

В.И. Посметьев, А.М. Кадырметов, В.О. Никонов (ВГЛТА)

Одной из основных проблем плазменных покрытий является их недостаточно высокая прочность. Устранение данной проблемы возможно различными способами упрочнения покрытий, однако они имеют недостатки, связанные с малым увеличением плотности плазменного покрытия и его прочности, или имеют ограничение использования по величине толщин упрочняемых покрытий (табл. 1).

В этой связи важнейшей задачей исследования является создание нового ресурсосберегающего способа упрочнения плазменных покрытий, обеспечивающего повышение плотности порошкового покрытия, его адгезионной и когезионной прочности для широкого диапазона толщин покрытий.

Решение данной задачи может быть реализовано комбинированным упрочнением поверхностей деталей, включающее в одной технологической операции нанесение на основной металл покрытия плазменным напылением и электромеханическую обработку.

Таблица 1 – Способы и недостатки упрочнения покрытий

Название	Недостатки
Гибридный процесс напыления-наплавки покрытий [1]	Наличие пористости, остаточных напряжений покрытия, а также необходимость припуска покрытия и чистой операции для его снятия.
Деформационное упрочнение изделий с наплавленными покрытиями [2]	Невозможность существенного увеличения плотности покрытий, вследствие затруднения выполнения пластической деформации и невозможности повышения адгезии на границе раздела покрытия с подложкой.
Термомеханическое упрочнение газотермических покрытий [3]	Невозможность повышения адгезии на границе раздела покрытия с основным металлом.
Комбинированный способ нанесения покрытий плазменным напылением с последующей электромеханической обработкой	Используется для ограниченных по величине толщин покрытий порядка 0,2 ... 0,4 мм, при превышении которых покрытие вследствие наличия в нем высоких остаточных напряжений и хрупкости растрескивается и отслаивается.

Способ комбинированного упрочнения поверхностей деталей реализуется плазменным напылением покрытия 1 на деталь 2 с помощью плазменной струи 3 плазмотрона 4 с одновременной электромеханической обработкой напыляемого покрытия 1 с помощью ролика 5, обкатывающего покрытие с прижимным усилием  $F$  (рис. 1). В результате подвода тепла к покрытию при его напылении от плазменной струи и выделения джоулева тепла в зоне контакта ролика с покрытием происходит нагрев покрытия в этой зоне, и последующий быстрый теплоотвод в деталь 2, в том числе, и за счет охлаждения струей 6 охладителя 7. При этом за счет действия деформирующей силы происходит высокотемпературная пластическая деформация покрытия, в результате которой заполняются поры покрытия, увеличивается его плотность и прочность. Нагрев детали плазменной струей 3 позволяет уменьшить энергозатраты электромеханической обработки покрытия и снижает вероятность хрупкого разрушения покрытия за счет того, что перед тепловым ударом и деформацией от ролика 5 покрытие имеет более высокую температуру и более пластично. Процесс осуществляется послойно с толщиной каждого слоя меньше критического значения, при котором остаточные напряжения приводят к растрескиванию и отслаиванию покрытия до нанесения необходимой суммарной толщины покрытия. Для смыва остатков моющего раствора от струи 6 после зоны электромеханического воздействия на покрытие поверхность обрабатывается струей воды высокого давления 8 от форсунки 9.

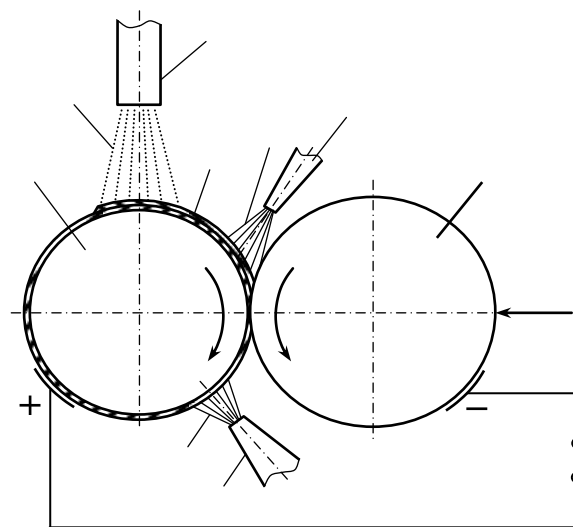


Рисунок 1 – Схема комбинированного процесса плазменного напыления покрытия с его одновременной электромеханической обработкой

При прохождении электрического тока через первый слой покрытия образуются два источника тепла. Первый – в зоне контакта деформирующего инструмента 5 с покрытием 1, который нагревает компоненты покрытия и, вследствие этого, увеличивает их пластические свойства, обеспечивает пластическую деформацию до состояния заполнения пор в покрытии, и тем самым ведет к увеличению плотности и когезионной прочности покрытия. Второй тепловой источник образуется на границе 10 покрытия 1 и детали 2 вследствие высокого электрического сопротивления в данной зоне и обеспечивает условия высокой адгезионной прочности покрытия (рис. 2).

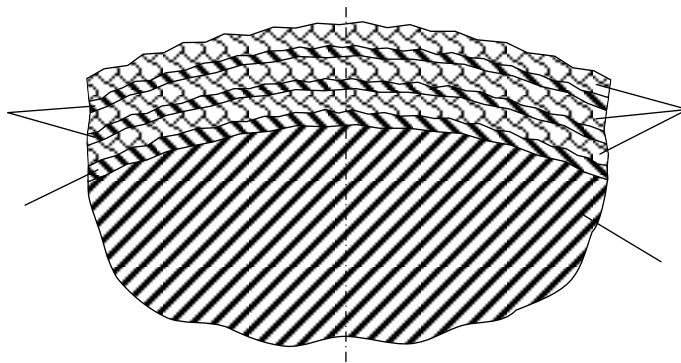


Рисунок 2 – Схема напыленных и упрочненных поверхностных слоев

При нанесении второго и последующих слоев добавляются границы между слоями 11, представляющие собой дополнительные электрические сопротивления и, соответственно, источники тепла, обеспечивающие более благоприятные условия разрушения окислов между слоями и высокой прочности соединения слоев между собой.

Предварительные исследования способа показали следующие его преимущества: повышение плотности порошкового покрытия, его адгезионной и когезионной прочности для широкого диапазона толщин покрытий.

#### Библиографический список

1 Соснин, Н. А. Плазменные технологии. Сварка, нанесение покрытий, упрочнение : учебное пособие / Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский. – М. : Машиностроение, 2008. – 406 с.

2 Махненко, В. М. Влияние последующей деформационной обработки на перераспределение остаточных напряжений в наплавленных валах / В. И. Мах-

ненко, В. М. Шекера, Т. Г. Кравцов, В. В. Севрюков // Автоматическая сварка. – 2001. – № 7. – С. 3-6.

3 Станчев, Д. И. Упрочнение воздушно-плазменных покрытий с помощью обкатки роликовым инструментом / Д. И. Станчев, К. А. Яковлев // Концепция развития и высокие технологии производства и ремонта транспортных средств : Тез. междунар. конференции. – Оренбург : ОГТУ, 1995. – С. 80.