

накидной гайки таким образом, чтобы каналы в удлинителе и головке соответствовали друг другу.

По каналам для рабочих газов подается горючий газ и кислород, которые на выходе из сопловых наконечников поджигают, а в образовавшиеся факелы пламени по соответствующим каналам потоком транспортирующего газа подают порошок, после чего устройство вводят внутрь напыляемой детали. Разгоняемые струей горящего газа частицы порошка в раскаленном состоянии наносятся на обрабатываемую поверхность.

Для получения равномерного слоя покрытия требуемой толщины головку перемещают возвратно-поступательно вдоль оси цилиндра, а сопловые наконечники размещают по периметру головки на расстоянии, обеспечивающем перекрытие соседних потоков напыляемого порошка на  $1/3$ , так как количество частиц порошка, находящихся в поперечном сечении потока, подчинено закону нормального распределения. Таким образом, дополнительные сопловые наконечники, расположенные по периметру головки равномерно, позволяют наносить покрытие на внутренние поверхности крупногабаритных деталей без их вращения. Это не требует дополнительных затрат на привод вращения и позволяет в стационарных условиях, например при ремонте, наносить покрытие без демонтажа изделия. Расчеты показали, что предполагаемый эффект при напылении блоков д. в. с. без демонтажа составит около 15–20 тыс. руб. в год.

#### Л и т е р а т у р а

1. А. с. 751445 (СССР). Головка к горелке для газопламенного напыления / Н.Н.Дорожкин, Е.Д.Манойло, В.Т.Сахнович, Г.М.Яковлев. – Оpubл. в Б. И., 1980, № 28.

УДК 621.793

Е.А.Бондарев, Е.Г.Гинзбург,  
В.А.Лубочкин (БПИ)

#### УЛУЧШЕНИЕ ПРОЦЕССА ОПЛАВЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ, НАПЫЛЕННЫХ САМОФЛЮСУЮЩИМИСЯ ПОРОШКАМИ НА ОСНОВЕ Ni

Образование покрытий из самофлюсующихся сплавов системы Ni – Cr – В – Si включает две стадии: напыление и последующее оплавление. Оплавление производят в печах, газопламенными и плазменными горелками, токами высокой частоты, в жидких теплоносителях, потоком лучистой энергии. Применяют и

комбинации этих способов. Наименее изученным является способ оплавления потоком лучистой энергии.

В предлагаемой статье изложены некоторые особенности процесса оплавления напыленного слоя потоком лучистой энергии.

На образцы из конструкционной стали размером  $(1 \times 0,2 \times 0,1) \times 10^{-1}$  м газопламенной горелкой нанесли слой сплава ПГ-СР4-ОМ, толщиной 0,8 мм. Последующее оплавление слоя производилось на светолучевой установке "Уран-1" со скоростью перемещения образца 1,5 м/мин. На лампу мощностью 10 кВт подавали ток 300 А, диаметр луча в фокусе составлял 15 мм. Плотность теплового потока в материале, определенная методом двух термопар, составила  $2,8 \times 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>.

При данном способе оплавления под воздействием сфокусированного потока лучистой энергии интенсивно нагревается зона напыленного слоя при незначительном термическом воздействии на соседние участки, являющемся следствием высокого температурного градиента, возникающего в материале покрытия.

После оплавления потоком лучистой энергии образуется высококачественное покрытие. Небольшая выдержка по времени при оплавлении ограничивает развитие диффузионных процессов, что обеспечивает высокие механические характеристики в зоне контакта. Проведенный металлографический анализ оплавленной поверхности показывает, что оплавление протекает полностью. При толщине оплавленного слоя 0,8 мм в объеме оплавленной поверхности практически отсутствует пористость. Структура оплавленного слоя (рис. 1) имеет строение, характерное для самораспространяющихся сплавов на основе никеля. Упрочняющие компоненты сплава распределены в твердом матричном растворе никеля равномерно, переходный слой достаточно малой ширины (до 10–15 мкм) без посторонних включений.

Результаты измерения микротвердости оплавленного слоя показывают, что ее значения, измеренные в поперечном к оплавленному слою направлении, достаточно однородны и составляют  $H\mu_{100} = (0,95 - 1,0) \cdot 10^4$  МПа.

В отличие от метода светолучевой наплавки, рассмотренного в работе [1], при котором порошок насыпают на поверхность образца, а затем оплавляют, процесс напыления с последующим оплавлением более технологичен.

При данном способе реализуется возможность упрочнения деталей различной геометрической формы, а также внутренних поверхностей, расширяется их номенклатура; напыленные покрытия имеют строго заданную толщину; после оплавления в отличие от

наплавки слой получается очень ровный и гладкий, уменьшается припуск и сокращается время на механическую обработку.

В отличие от оплавления газовой горелкой при оплавлении потоком лучистой энергии отсутствует динамическое воздействие газовой струи пламени, вызывающее изменение толщины, а иногда и выплавление нанесенного слоя.

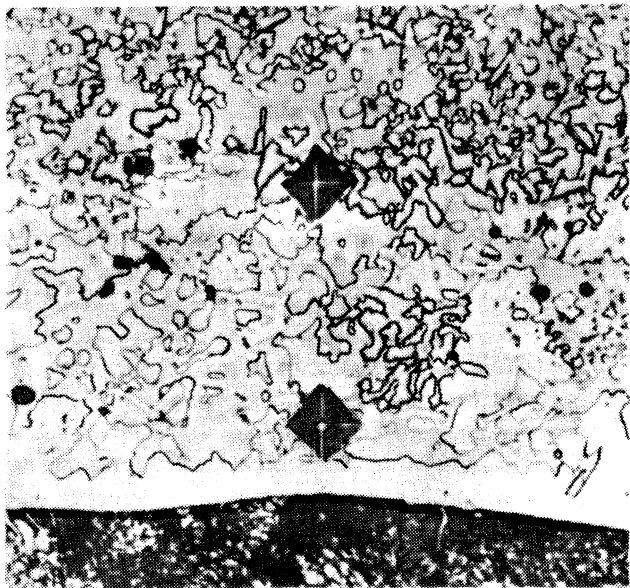


Рис. 1. Микроструктура оплавленного световым лучом покрытия сплава ПГ-СР4-ОМ. Увеличение  $\times 500$ .  $H_{\mu 100} = 0,95-1,2 \cdot 10^4$  МПа.

Перечисленные достоинства позволяют автоматизировать технологический процесс упрочнения деталей самофлюсующимися материалами с последующим оплавлением потоком лучистой энергии.

К методу обработки материалов концентрированным потоком лучистой энергии относится и получивший широкое развитие в последние годы процесс лазерной обработки. Если лазер для оплавления покрытий можно рекомендовать для крупносерийного производства, где может сказаться его эффективность, то светолучевой способ оплавления может найти применение и в мелкосерийном производстве.

#### Л и т е р а т у р а

1 Ощепков Ю.П., Ощепкова Н.В. Особенности формирования слоя, наплавленного световым лучом. – Автоматическая сварка, 1978, № 8, с. 45–48.