

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ ПОКРЫТИЙ ИЗ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ NI-CR-B-S

В. С. Киселев, М. В. Радченко, Ю. О. Шевцов

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Во всем мире практика нанесения защитных покрытий получила широкое распространение в промышленности ввиду технико-экономических соображений. В России внедрением различных способов нанесения защитных покрытий занимается ряд предприятий и организаций. Так на Алтае ФНПЦ «Алтай» (г. Бийск) и ассоциация «Межрегиональный Центр Наноиндустрии» занимаются научными и опытно-конструкторскими работами в области технологий гальванических процессов нанесения антикоррозионных и упрочняющих покрытий [1]. Кроме того, гальванические методы нанесения покрытий широко внедряются на ОАО «Алтайский завод прецизионных изделий», ООО «Алтайский завод топливной аппаратуры», ОАО АПЗ «Ротор» (г. Барнаул).

Однако гальванические методы нанесения защитных покрытий так же имеют особенности, сдерживающие их более широкое использование в промышленности.

Достаточно эффективной альтернативой гальваническому нанесению являются газотермические способы нанесения защитных покрытий: технологии плазменного, газоплазменного способов напыления и наплавки, детонационного напыления, напыления с последующим оплавлением самофлюсующихся материалов [2]. Однако широкому внедрению предлагаемых технологий препятствует довольно высокая стоимость предлагаемого оборудования (выпускаемого в основном за рубежом), не всегда приемлемые характеристики получаемого покрытия и значительные энергозатраты при его производстве.



Рисунок 1 – Алгоритм комплексных исследований процесса сверхзвуковой газопорошковой наплавки

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ ПОКРЫТИЙ ИЗ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ NI-CR-B-S

С целью получения новых технологических характеристик получаемого покрытия в НИИ Высоких Технологий (г. Барнаул) в рамках Федеральной программы «СТАРТ» разработана и запатентована аппаратура и технология сверхзвуковой газопорошковой наплавки (СГП-наплавки) [3]. Для реализации этого процесса был выполнен комплекс исследований, включающий расчеты сопел Лавалы с различными числами Маха, изготовление серии сопел и их экспериментальную апробацию в процессе наплавки износостойких порошковых сплавов системы Ni-Cr-B-Si на интенсивно изнашиваемые в процессе эксплуатации поверхности деталей.

На дальнейшем этапе были произведены комплексные исследования полученного процесса сверхзвуковой газопорошковой наплавки [4], алгоритм которых представлен на рисунке 1.

Таблица 1 - Технологические рекомендации по СГП-наплавке

1. Диапазон давлений рабочих газов:
Кислород: 4,5...5 атм; Пропан: 1,0...3,0 атм.
2. Расход рабочих газов: Кислород: 1,9...6,5 л/мин
Пропан: 1,5...5 л/мин.
3. Коэффициент β соотношения рабочих газов: 1,1...1,3.
4. Рабочее расстояние L от среза сопла до наплавляемого изделия: 20...30 мм.
5. Порошковый сплав: система Ni-Cr-B-Si, марки ПГ-СРЗ.
6. Фракция порошкового сплава: 40...100 мкм.
7. Производительность порошкового питателя: 50 г/мин.
8. Скорость перемещения горелки: 3...5 мм/с.

Проведенный комплекс исследований позволил сформулировать технологические рекомендации по СГП-наплавке порошковых сплавов системы Ni-Cr-B-Si, приведенные в таблице 1:

На предприятии ООО «Энерготех» (г. Барнаул) внедрена технология сверхзвуковой газопорошковой наплавки износостойких покрытий на наиболее изнашиваемые поверхности кавитационных насосов-измельчителей, выпускаемых данным пред-

приятием[5]. Кавитационный механизм измельчения обуславливает чрезвычайно интенсивный износ лопастей основного узла установки – крыльчатки (рисунок 2).

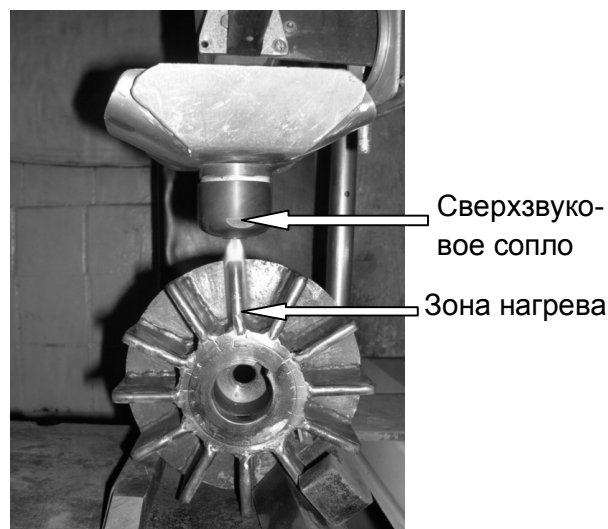


Рисунок 2 – Сверхзвуковая газопорошковая наплавка торцевых и радиальных поверхностей лопастей крыльчатки

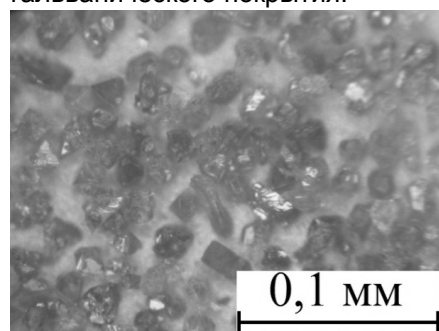
В рамках договора между ООО «НИИ Высоких технологий» и предприятием-изготовителем ООО «Энерготех» по техническому заданию произведена наплавка износостойкого порошкового сплава ПГ-СРЗ на торцевые и радиальные поверхности лопастей крыльчатки, наиболее подверженные гидроабразивному кавитационному износу. Наплавка всех плоскостей крыльчатки выполнялась в нижнем положении (рисунок 2).

Износостойкость поверхностей насоса-измельчителя с наплавленным покрытием по сравнению со сталью 45 увеличилась в 6...8 раз. Расчетный экономический эффект от внедрения разработанной технологии на одной крыльчатке составляет 16000 рублей на один насос в год.

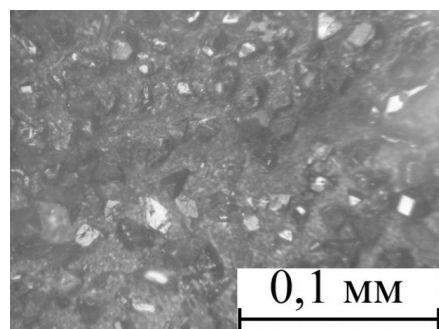
В качестве дальнейшего развития технологии СГП-наплавки сотрудниками ООО «НИИ Высоких Технологий» рассмотрены возможности создания технологии сверхзвуковой газопорошковой наплавки защитных покрытий с применением комбинированных наноструктурированных материалов на основе карбида вольфрама и технических алмазов на никелевом и кобальтовом связующем. Данные технологии позволят применять ме-

тод СГП-наплавки не только с целью защиты изнашиваемых частей различного машиностроительного оборудования, но и для создания образцов инструментов металлообработки с заданными свойствами обрабатываемой поверхности.

В результате выполнения исследований получены опытные образцы наплавленного покрытия сплава системы Ni-Cr-B-Si методом СГП-наплавки с последующим внедрением в поверхностный слой покрытия кластера алмазов различных фракций (40/28, 50/40, 63/50). Насыщение никелевой матрицы алмазными зернами позволило получить новый тип комбинированного покрытия, сочетающего преимущества газопламенного и алмазно-гальванического покрытия.



а)



б)

Рисунок 3 – Поверхности никель-алмазных покрытий, полученных способами: а) гальваническим б) СГП-наплавки

Материал основы сплавлен с покрытием, что позволило создать монолитное соединение, а внедрение упрочняющей фазы в виде алмазов на порядок увеличило показатели твердости и износостойкости. На рисунке 3 приведены фотографии поверхностей никель-алмазных покрытий, полученных различными способами.

Анализ показал, что при аналогичных свойствах поверхности покрытие, полученное методом СГП-наплавки не имеет склонности

к отслаиванию за счет образования химической связи с материалом основы, а также выкрашиванию алмазов, так как при внедрении алмазов в покрытие при высокой температуре происходит переход алмаза в графит и его растворение в никелевой матрице с образованием тончайшего пограничного слоя между алмазным зерном и материалом покрытия. Температурные характеристики пламени и измерение температуры нагрева подложки в процессе наплавки позволяют судить о качественном проплавлении материала основы и покрытия с внедренными алмазными зернами [6].

Маркетинговые исследования свидетельствуют о том, что спрос на данную продукцию стабилен, вследствие возрастающих требований к качеству узлов и деталей, производимых крупнейшими машиностроительными предприятиями России. Перспективы развития рынка позволяют прогнозировать увеличение объемов продаж продукции и оказания услуг по нанесению покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://altainano.ru/>
2. <http://www.tspc.ru/>
3. Патент на полезную модель № 60410 Россия, МПК В22В 19/06. Устройство для сверхзвуковой газопорошковой наплавки /Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Радченко Т.Б., Нагорный Д.А., Маньковский С.А.; заявл. 4.07.2006; опубл. 27.01.2007 в Б.И. № 3.
4. Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Суранов А.Я., Киселев В.С., Смолин В.С., Уварова С.Г. Диагностика сверхзвуковых газовых струй в процессах газопорошковой наплавки защитных покрытий. Сварка и диагностика № 2 / ООО «Мастер-класс». - Москва, 2009. - С. 31-36.
5. <http://www.enerteh.ru/>
6. Цыба А.А., Киселев В.С., Радченко М.В. Диагностика сверхзвуковых газопорошковых струй в процессах наплавки. 8-я Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Наука и молодежь-2011". Секция «Электроэнергетика». Подсекция «Автоматизированный электропривод и электротехнологии» / АлтГТУ им. И.И.Ползунова. – Барнаул, 2011.