

УДК 691.791.631

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРШКОВОЙ НАПЛАВКИ

В.С. Киселев, В.А. Сабрев

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

Рассмотрены вопросы разработки конструкций порошкового питателя установки сверхзвуковой газопорошковой наплавки. Сформулирован принцип работы оборудования. Подобраны основные материалы для проведения технологического эксперимента. Представлен алгоритм нанесения защитных покрытий и подготовки оборудования. Проведен микроструктурный анализ полученных образцов с наплавленным металлом.

Ключевые слова: сверхзвуковая газопорошковая наплавка, самофлюсующиеся порошковые сплавы, порошковый питатель, микроструктурный анализ.

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE TECHNOLOGICAL EXPERIMENTS SUPERSONIC GAS-POWDER CLADDING

V.S. Kiselev, V.A. Sabrev

The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

The problems of the development of structures powder feeder installation supersonic gas-powder cladding. It formulated the principle of operation of the equipment. Selected key materials for technological experiment. An algorithm for the application of protective coatings and prepare equipment. Spend microstructural analysis of samples with weld metal.

Keywords: supersonic gas-powder cladding, self-fluxing alloy powders, powder feeder, microstructural analysis.

В настоящее время множество трудностей в сфере промышленных технологий связаны с работоспособностью оборудования. В ходе эксплуатации рабочие части машин узлов и устройств подвергаются различным типам износа, что приводит к возникновению дефектов и разрушению поверхностного слоя за счет снижения его функциональных качеств. Данные трудности определяют потребность в развитии новейших методик поверхностного упрочнения с целью повышения прочности и долговечности оборудования.

Процесс нанесения защитных покрытий имеет огромное распространение в промышленности. Использование в качестве источников нагрева концентрированных потоков энергии, в частности, сверхзвуковых газовых потоков, и порошковых сплавов позволяет отнести сверхзвуковую газопорошковую наплавку к наиболее перспективным способам создания защитных покрытий.

Характерной особенностью процесса является высокая концентрация энергии при повышении скорости истечения газовых потоков

через сопло газопламенной установки и наплавка на базе самофлюсующихся порошковых сплавов на основе ПГ-СРЗ, что позволяет в разы увеличить износостойкость поверхностей оборудования при минимальных экономических затратах [1].

Ввиду новизны и сложности процесса СГП-наплавки её технологические параметры практически не изучены. Актуальной является проблема обоснованного выбора диапазонов технологических параметров с применением разработанных методик и усовершенствованным оборудованием, при которых будут обеспечены наилучшие качественные характеристики наплавленного покрытия. Для достижения данных целей была проведена экспериментальная апробация и отработка технологических режимов наплавки для промышленного применения.

Установка предназначена для сверхзвуковой газопорошковой наплавки с целью образование различных видов износостойких и устойчивых покрытий с использованием туго-

плавких порошковых сплавов и может быть использована во многих сферах машиностроения [2].

Одной из наиболее сложных составных частей оборудования для СГП-наплавки является порошковый питатель. Он предназначен для содержания порошкового сплава и регулировки его расхода с целью обеспечения устойчивой и равномерной подачи через сопло в зону наплавки. В настоящее время на установках для газотермического напыления применяют различные по конструкции типы порошковых питателей: эжекторные, вертикально-барабанные, горизонтально-барабанные, шнековые и другие. Как правило, перечисленные виды питателей гарантируют стабильную работу при расходе порошкового сплава не менее 25-30 г/мин. Основные конструктивные элементы разработанного питателя установки для СГП-наплавки представлены на рисунке 1.

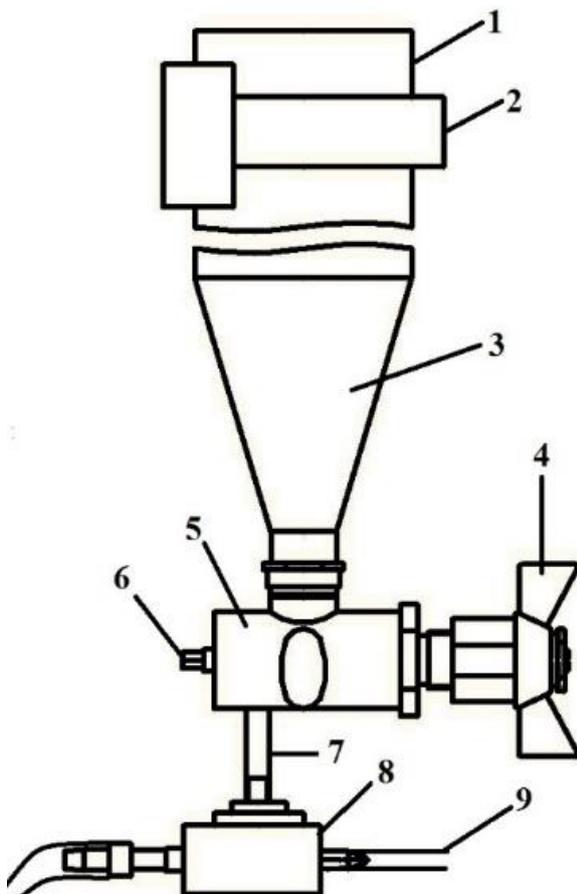


Рисунок 1 – Конструкция порошкового питателя установки для СГП-наплавки

Питатель для сверхзвуковой газопорошковой наплавки конструктивно состоит из следующих компонентов: крышка, кронштейн, бункер, регулировочный вентиль дозатора,

дозатор, заглушка, воздушно-порошковый тракт, эжектор, шланг.

Принцип работы оборудования состоит в следующем:

Воздух от компрессора, давлением до 1 атм., подается по гибкому шлангу в эжектор, где создается разрежение и через дозатор вовлекаются частицы порошковой смеси, находящиеся в бункере. Затем через выходной патрубок эжектора воздушно-порошковая смесь поступает через гибкий шланг во впускной коллектор установки для СГП-наплавки, который расположен за критическим сечением сверхзвукового сопла. Регулирование количества порошковой смеси осуществляется при помощи регулировочного вентиля дозатора. За счет повышения давления в эжекторе создается непрерывное перемешивание смеси в бункере, что обеспечивает равномерную подачу частиц порошка в горелку при наплавке. Данный питатель разработан с целью использования порошковых сплавов фракцией от 50 до 100 мкм по ГОСТ 21448-75, так как зарубежные порошковые сплавы фракцией менее 50 мкм значительно дороже.



Рисунок 2 – Алгоритм нанесения защитных покрытий

Основным материалом для сверхзвуковой газопорошковой наплавки является наплавочный порошковый сплав ПГ-СРЗ системы Ni-Cr-B-Si. Он применяется для защиты деталей, подвергающихся нагреванию, контактирующих с абразивными материалами и обеспечивает восстановление, упрочнение, исправление дефектов, стойкость при истира-

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ

нии, повышенную коррозионную стойкость, высокую твердость и износостойкость деталей при высоких температурах. [4]

Алгоритм нанесения защитных покрытий методом СГП – наплавки заключается в следующем (рисунок 2):

Настройку и подготовку оборудования необходимо проводить в следующем порядке (рисунок 3):

Подсоединить питающие шланги (рукава) рабочих газов от баллонов к горелке.

При помощи редукторов давления на баллонах пропана и кислорода выставить значение давлений соответственно $P_{\text{проп}} = 1$ атм., $P_{\text{кислорода}} = 5$ атм. Включить систему водяного охлаждения горелки.

Открыть вентиль, подающий пропан в горелку. Осуществить поджиг пламени.

Открыть вентиль кислорода на горелке. Добиваемся высокоскоростного истечения рабочих газов, и концентрации пламени для получения сфокусированной струи из сопла.

За счет регулирования подачи газов по показаниям ротаметров осуществляется выход на рабочий режим наплавки. Пропан 35 – 40 единиц (0,10 – 0,11 мЗ/час), кислород 10 – 15 единиц (0,15 – 0,2 мЗ/час). Из-за конструктивных особенностей необходимо учитывать уменьшение расхода пропана при увеличении подачи кислорода.



Рисунок 3 – Алгоритм подготовки и настройки оборудования

Осуществляется нагрев подложки перед непосредственной наплавкой порошкового сплава в течение 15-18 секунд для создания пятна нагрева (жидкой металлической ванны).

Завершив нагрев, производится подача напыляемого материала в горелку через питатель.

Формируется наплавленный валик для того чтобы добиться равномерного покрытия на поверхности металла.

При завершении процесса наплавки закрыть на горелке вентили подачи пропана и

кислорода, закрыть вентили на баллонах. Для сравнения давления открыть вначале вентиль пропана на горелке, затем вентиль кислорода для продувки горелки и газовой магистрали. Закрывать вентили на горелке и отсоединить магистральные шланги от баллонов. Выключить систему водяного охлаждения горелки.

На рисунке 4 представлены образцы с наплавленными покрытиями, подготовленные для исследований.

Метод микроструктурного анализа на основе световой микроскопии позволяет исходя из внешнего вида микроструктуры получить представление о распределении структурных составляющих в покрытиях.

Для проведения исследований подготавливались образцы, из которых изготавливались шлифы методами механического шлифования на абразивных шкурках различной зернистости и последующего полирования с применением алмазных паст для получения представления о распределении структурных составляющих в покрытиях. Для выявления макро- и микроструктуры основного, наплавленного металлов и их зоны соединения, образцы подвергались структурному травлению химическими реактивами.



Рисунок 4 – Образцы с наплавленным металлом для проведения микроструктурного анализа

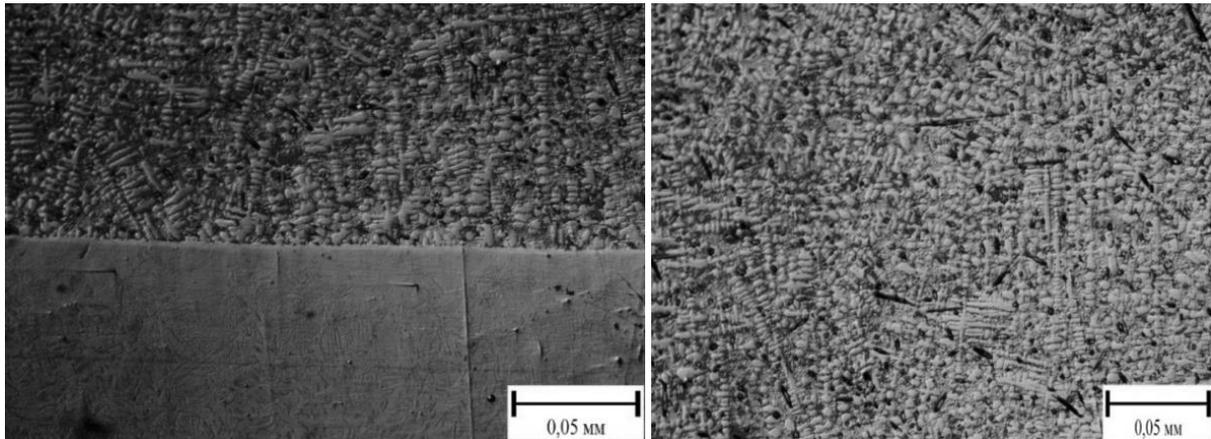
Микроструктура покрытий на образцах, наплавленных при горизонтальном положении, представлена никелевой матрицей с равномерно распределенными в как вблизи границы сплавления, так и по мере удаления от нее карбидами и боридами. Наплавленное покрытие имеет четко выраженную границу

сплавления с основным металлом. На границе сплавления отсутствуют неметаллические и металлические включения. Структура наплавленного металла имеет дендритную структуру с ярко выраженными осями первого и второго порядка

Разработку методики технологического эксперимента сверхзвуковой газопорошковой наплавки определяет потребность в развитии новейших методик поверхностного упрочнения с целью повышения прочности и долговечности оборудования.

Для достижения данных целей была проведена экспериментальная апробация и отработка технологических режимов с применением разработанных методик и усовершенствованным оборудованием, при которых будут обеспечены наилучшие качественные характеристики наплавленного покрытия.

Выявленная микроструктура покрытий на образцах, наплавленных при горизонтальном положении показала, что наплавленное покрытие имеет четко выраженную границу сплавления с основным металлом.



а) б)

Рисунок 5 – Микроструктура покрытий:

(а) - граница сплавления основного и наплавленного металлов, (б) - наплавленный металл

Список литературы

1. Киселев В.С. Состояние и перспективы развития сверхзвуковой газопорошковой наплавки покрытий из сплавов системы Ni-Cr-B-S [Текст] / В. С. Киселев, М. В. Радченко, Ю. О. Шевцов // Ползуновский альманах. - 2011. - № 4. - С. 96-98: ил. - Библиогр.: с. 98 (6 назв.)
2. Пат. № 60410 Российская Федерация, МПК В22В 19/06. Устройство для сверхзвуковой газопорошковой наплавки / Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Радченко Т.Б., Нагорный Д.А., Маньковский С.А.; заявлен. 4.07.2006; опубликован. 27.01.2007 в Б.И. № 3.
3. Патент РФ № 2346077. Способ сверхзвуковой газопорошковой наплавки / Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Радченко Т.Б., Игнатьев В.В.; заявл. 19.03.2007.
4. ГОСТ 21448-75 Порошки из сплавов для наплавки. Технические условия.