

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ

В.С. Киселев, А.И. Щеткин, М.В. Радченко

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

Представлены результаты разработки оригинальной конструкции устройства для сверхзвуковой газопорошковой наплавки (СГП-наплавки). Рассмотрены модели основных деталей оборудования. Описаны основные требования, предъявляемые к разработанному устройству.

Ключевые слова: Промышленная безопасность, сверхзвуковая газопорошковая наплавка, разработка и изготовление газопламенного оборудования, программный комплекс SolidWorks 2016, повышение надежности и безопасности производства.

FEATURES MODERNIZED INSTALLATION FOR SUPERSONIC GAS-POWDER SURFACING

V.S. Kiselev, A.I. Shchetkin, M.V. Radchenko

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

The results of development device of an original design for a supersonic gas-powder cladding (SGP- cladding). The models of the main parts of equipment. The basic requirements to develop a device.

Keywords: Industrial Safety, supersonic gas-powder cladding, development and production of flame equipment, software package SolidWorks 2016, increasing the reliability and production safety.

Промышленная безопасность при эксплуатации машин и механизмов в большой степени зависит от их надёжности и долговечности. Одним из важных показателей при этом является износостойкость поверхностных слоев деталей - даже относительно небольшое повышение износостойкости дает значительный экономический эффект. Одним из наиболее прогрессивных и эффективных направлений создания деталей с заданными свойствами на их рабочих поверхностях является нанесение защитных покрытий с использованием концентрированных потоков энергии [1, 2].

Среди различных методов нанесения покрытий в последние годы активно развиваются методы с использованием сверхзвуковых газовых струй, в частности процессы напыления порошковых износостойких материалов [3, 4].

Однако, как и всем методам напыления, этому методу присущ практически неустранимый недостаток – возможность с течением времени отслоения покрытия от основы, что снижает уровень промышленной безопасности при эксплуатации оборудования.

Эта проблема решается заменой процесса напыления на процесс создания неразъёмного соединения покрытия с поверхностью детали – наплавкой с использованием сверхзвуковых газопорошковых струй [5, 6].

Технология и аппаратура для сверхзвуковой газопорошковой наплавки самофлюсующихся порошковых сплавов системы Ni-Cr-B-Si на поверхности заготовок и изделий позволяет получить износостойкие комбинированные покрытия, устойчивые к различным видам износа в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, в том числе и оборонное, теплоэнергетику.

Однако процесс наплавки на рынке российских технологий существует всего порядка 10 лет и при всей перспективности является малоизученным [7, 8].

Целью работы являлось модернизация конструкции запатентованного ранее устройства для сверхзвуковой газопорошковой наплавки многофункциональных защитных покрытий.

Для достижения цели в работе ставился ряд задач, среди которых:

- изготовить конструкцию горелки на новейшем, прецизионном оборудовании из жаропрочных материалов;

- предусмотреть возможность в конструкции пистолета для СГП-наплавки простую операцию смены сопла, для чего было изготовлено несколько сопел Лавалья с числом Маха М2, М4 и М6;

- спроектировать более интенсивную систему охлаждения сопла Лавалья;

- исследовать процесс обжигания сверхзвуковой газовой струи сжатым воздухом при использовании нескольких насадок на ствол пистолета для подачи воздуха: а) параллельно пламени, б) перпендикулярно и в) под углом 15 градусов.

На современном этапе развития средств компьютерного моделирования процесс проектирования любого изделия сложно представить без проведения инженерного анализа, в том числе прочностного, теплового, электромагнитного и т.д. Инженерные расчеты призваны сократить время, затрачиваемое специалистом на поиск рациональных конструктивных решений, позволяют избежать ошибок до начала изготовления изделия, свести до минимума количество натурных испытаний и в кратчайшие сроки получить приемлемый результат.

Для проектирования пистолета для СГПН был использован современный программный комплекс SolidWorks 2016, предназначенный для автоматизации работ промышленных

предприятий на этапах конструкторской и технологической подготовки производства изделий любой степени сложности и назначения. Специализированные модули программного комплекса решают задачи на этапе производства и эксплуатации.

Редактор SolidWorks 2016 позволяет создавать трехмерные модели отдельных деталей, сборочные единицы, состоящие из нескольких деталей, и чертежи по деталям.

Основные детали новой конструкции горелки для сверхзвуковой газопорошковой наплавки изготовлены на токарно-фрезерном обрабатывающем центре высокой точности DMG 1250 CTX Beta. Для изготовления сопел разработан уникальный осевой режущий инструмент (зенкер), изготовленный на шлифовально-заточном станке ANCA RX7 из твердосплавного материала. Основная сложность заключалась в изготовлении критического сечения сопла, диаметр которого менее миллиметра. Расчетные значения диаметров критических сечений экспериментальных сопел Лавалья для чисел Маха М2, М4 и М6 составляют 0,9 мм, 0,7 мм и 0,5 мм соответственно. Данная операция была проделана на электроэрозионном микрофрезерном станке SARIX SX200 (Швейцария). Внутренняя поверхность отполирована вручную высококвалифицированным доводчиком.

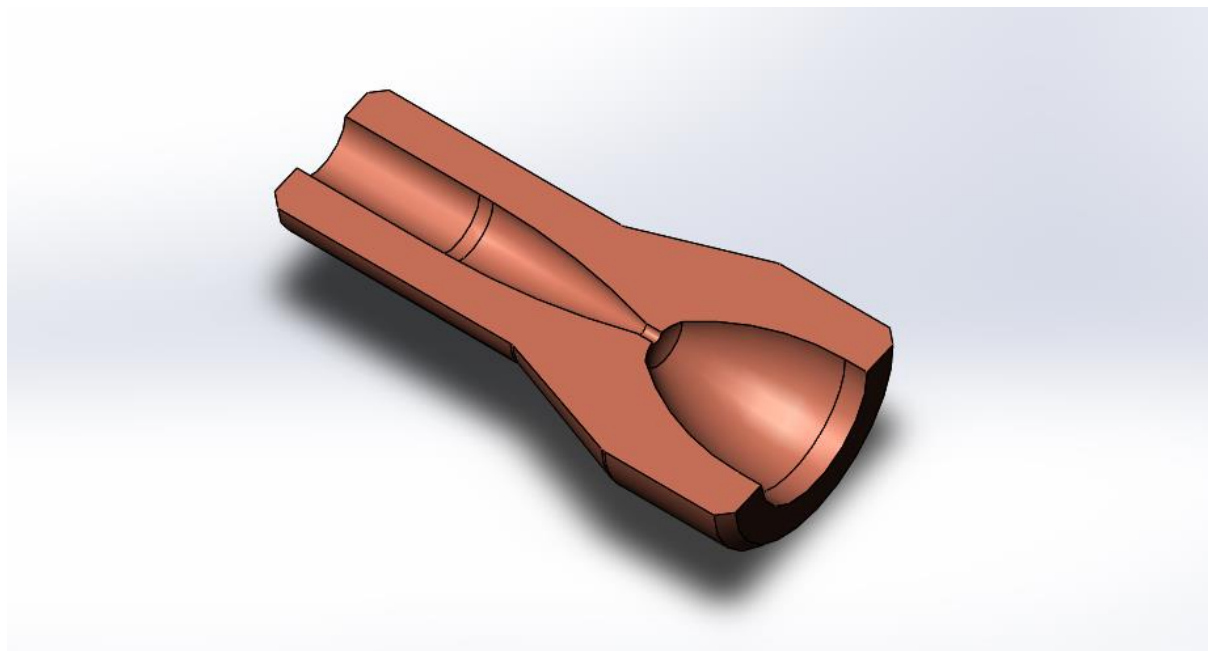


Рисунок 1 – Модель экспериментального сопла Лавалья в разрезе

Смеситель и рукоятка выполнены на базе наиболее отработанного технологического

оборудования для нанесения покрытий способом газопорошкового напыления типа

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ

«КЕДР». Внешний вид представлен на рисунке 2.

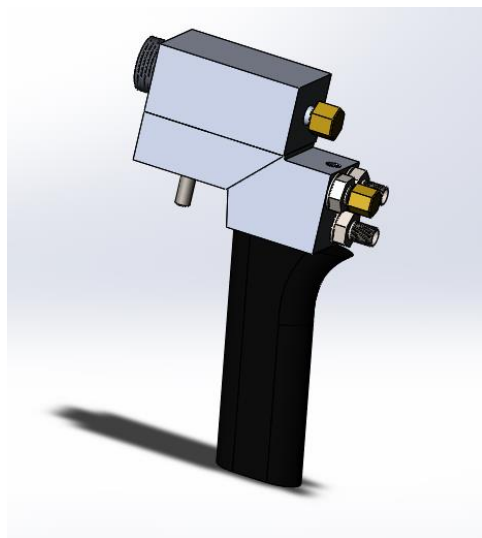
Ниже представлена конструкция и внешний вид изготовленного устройства.

При разработке были сформулированы основные требования, предъявляемые к разработанному оборудованию:

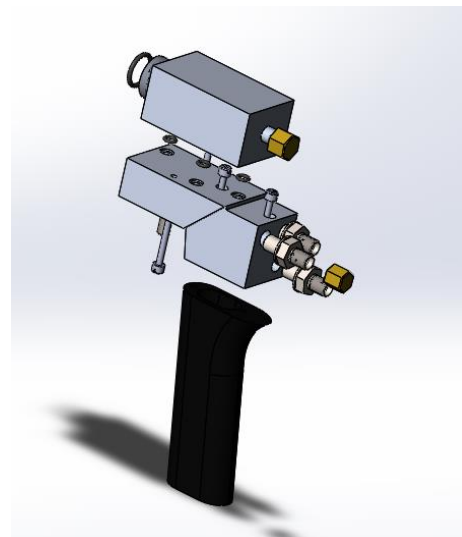
- интенсивное охлаждение, поступление охлаждающей жидкости в камеру к соплу;

- наличие двух канала для подачи порошка для возможности получения комбинированных покрытий;

- обеспечение в конструкции каналов беспрепятственного прохождения порошкового сплава при отсутствии возможности появления конденсата.



а)



б)

Рисунок 2 – Модель смесителя установки «Кедр»:
а) общий вид в сборе; б) составные элементы в разборе

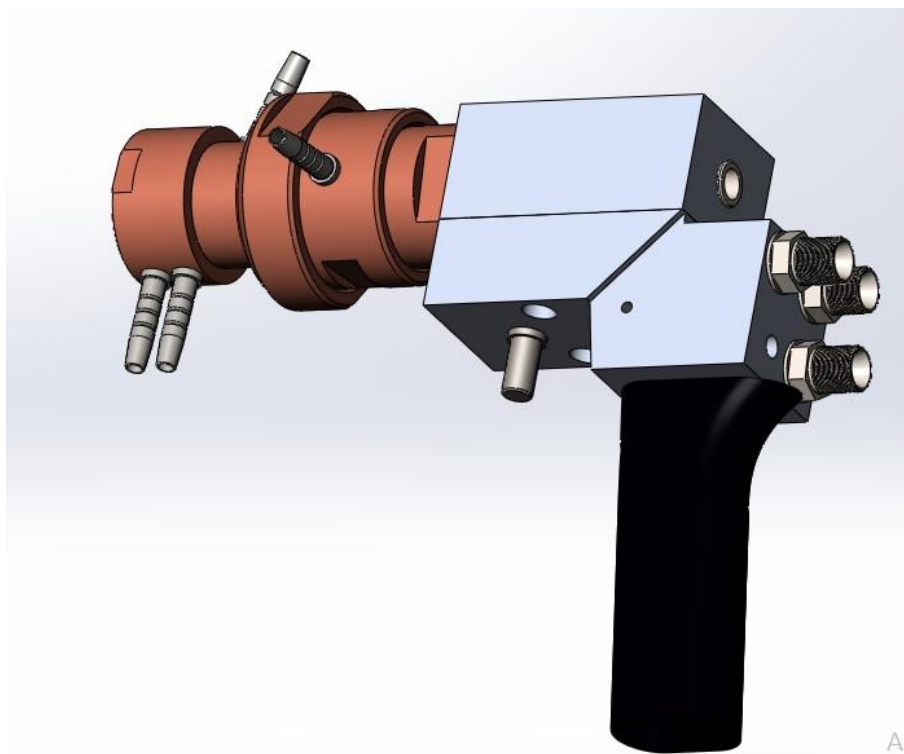


Рисунок 3 – Модель пистолета для СГПН

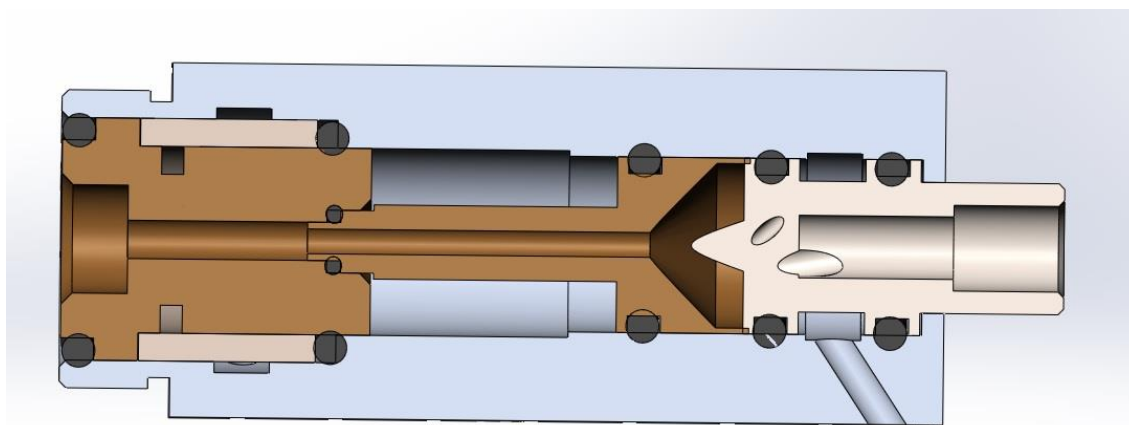


Рисунок 4 – смеситель «КЕДР» в разрезе



Рисунок 6 – Алгоритм подготовки и настройки оборудования

Для быстрой смены сопла и простоты разборки пистолета был изготовлен специализированный ключ, позволяющий выполнять им одним сборку всей конструкции (рисунок 5).



Рисунок 5 – Специализированный ключ для сборки сверхзвукового устройства для наплавки (с гравировкой)

Для реализации технологического процесса СГП-наплавки износостойких покрытий с использованием модернизированного

устройства был разработан алгоритм подготовки и настройки оборудования, представленный на рисунке 3.

Таким образом, с целью повышения промышленной безопасности эксплуатации технологического оборудования в машиностроении были выполнены конструкторско-технологические исследования, на основе которых проведено проектирование и изготовление модернизированного устройства для сверхзвуковой газопорошковой наплавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Радченко М.В., Киселев В.С.** Разработка технологии создания защитных покрытий для повышения надежности и безопасности промышленного производства. Проблемы техноферной безопасности – 2015: сборник статей I Международной заочной научно-

- практическая конференции (10 февраля 2015 года) / Под ред. Мельберт А.А., Вишняк М.Н. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. - С. 163-165.
2. **Маньковский С. А.** Повышение эксплуатационной стойкости поверхностей элементов котлов с "кипящим слоем" путем создания защитных покрытий сверхзвуковой газопорошковой наплавкой: дисс. кан. техн. наук: 05.03.06 / Маньковский Сергей Александрович. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. - Барнаул, 2008. - 156 с.: ил. РГБ ОД, 61:08-5/299.
 3. HVOF-solutions: Информационный бюллетень. // Sulzer Metco. 2008.
 4. Praxair surface technologies - TAFA: HP/HVOF equipment solutions. 2009.
 5. Патент РФ № 60410, 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.
 6. Патент РФ № 2346077. Способ сверхзвуковой газопорошковой наплавки /**Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Радченко Т.Б., Игнатьев В.В.**; заявл. 19.03.2007.
 7. **Киселев В.С.** Повышение износостойкости наплавленных покрытий путём выбора рациональных технологических параметров на основе диагностики сверхзвуковых газопорошковых струй: дисс. кан. техн. наук: 05.02.10 / Киселев Вадим Сергеевич. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. - Барнаул, 2010. - 129 с.: ил. РГБ ОД, 61 10-5/1627.
 8. **Уварова С. Г.** Разработка методики прогнозирования качества защитных износостойких покрытий, выполненных способом сверхзвуковой газопорошковой наплавки на объектах Ростехнадзора: дисс. кан. техн. наук: 05.02.10 / Уварова Стелла Германовна. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. - Барнаул, 2012. - 151 с.: ил. РГБ ОД 61 12-5/3277.