

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ

**П.С. Черемисин¹, Т.Б. Радченко¹, М.В. Радченко¹,
Ю.О. Шевцов¹, А.В. Селиванов²**

¹Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

²ООО «Алтайтехносервис», г. Барнаул

Рассмотрены результаты разработки системы автоматического управления процессом СГП-наплавки с целью повышения качества защитных покрытий. Система может быть использована как на этапе изготовления детали, так и при ремонтных работах на оборудовании, введенном в эксплуатацию.

Ключевые слова: сверхзвуковая газопорошковая наплавка, автоматическая система управления.

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE PROCESS OF SUPERSONIC GAS-POWDER SURFACING

**P.S. Cheremisin¹, T.B. Radchenko¹, M.V. Radchenko¹,
Yu.O. Shevtsov¹, A.V. Selivanov²**

¹The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

²LLC «Altai`tekhnoservis», Barnaul

The results of development of the automatic control system for supersonic gas powder cladding to improve coating's quality are considered. That control system can be used as for detail fabrication stage, and for repair work on the plant equipment.

Keywords: supersonic gas-powder cladding, automatic control system.

Одним из способов решения проблемы изнашивания поверхностей деталей является нанесение защитного покрытия, с помощью различных технологических методов и оборудования. Наиболее новым и эффективным способом является сверхзвуковая газопорошковая наплавка (СГП-наплавка). Для эффективной реализации этого способа необходимо соответствующее оборудование, отвечающее требованиям процесса СГП-наплавки и использование в нестационарных условиях.

Повышение требований к покрытию обуславливает более высокие требования к оборудованию, которое должно автоматически поддерживать постоянными технологические режимы наплавки. Автоматизация процесса наплавки позволит увеличить производительность, качество и стабильность получаемого защитного покрытия, что невозможно осуществить при помощи неавтоматизированного оборудования.

Основными задачами системы автоматического управления (САУ) оборудованием для СГП-наплавки являются регулирование температуры, поддержание стабильной заданной

температуру в точке наплавления с сохранением сверхзвуковой скорости, точная и равномерная дозировка наплавочного материала (порошка) в рабочую зону, а также плавное и равномерное перемещение наплавочного пистолета относительно поверхности защищаемой детали.

Первым этапом создания САУ является разработка автоматизированной системы параметров регулирования рабочих газов, которыми являются их расход, соотношение и давление. Плавность регулирования и гибкость системы обеспечивает устройство программного управления и электронные регуляторы расхода газа. Для решения задачи плавного перемещения горелки разработана система перемещения по нескольким пространственным координатам на базе регулируемых электроприводов.

Разработанная САУ выполнена на базе перепрограммируемого микроконтроллера SMH 2010 (Сегнетикс, г. Санкт – Петербург), что позволяет в каждый момент времени отслеживать процесс и выстраивать оптимальный рабочий режим. Подобная компоновка и

состав САУ обеспечивает наименьшие массу и габариты, возможность сопряжения и интеграции ее в автоматизированные линии.

В настоящее время при разработке технологии сварки и родственных процессов широкое применение находят прогрессивные методы исследований с текущей регистрацией экспериментальных данных при помощи ПЭВМ и прикладных программных продуктов совместно с компьютерным моделированием.

Становится очевидным, что использование технических возможностей современной компьютерной техники и программ способствует получению оптимальных технологических решений при существенном снижении ресурсоемкости самого процесса разработки. Развитие программных средств сбора и обработки данных, а также моделирования сварочных процессов в последние десятилетия привело к развитию новой области знаний – компьютерным технологиям в сварочном производстве [1].

Местное воздействие на изделие сварочными источниками тепла, как известно, сопровождается неравномерным нагревом металла, его расширением и упругопластическими деформациями, которые приводят к образованию сварочных деформаций и напряжений [2]. Таким образом, регистрация изменения температуры, наряду с измерениями

параметров напряженно-деформированного состояния точки тела изделия (образца) во времени, являются неотъемлемой частью экспериментальных исследований при разработке новых технологий в области сварочного производства.

Экспериментальные исследования проводились с целью определения влияния расхода и соотношения газов (пропана и кислорода) на распределение температурных полей в зоне термического влияния (ЗТВ) под воздействием сверхзвуковой газовой струи, а также зависимости мощности газовой струи от режимов работы автоматической газорегулирующей установки с экспериментальным сверхзвуковым соплом. Газорегулирующая установка предназначена для управления тепловой мощностью сверхзвуковой газовой струи, используемой для наплавки. В качестве экспериментального образца использовалась пластина из стали В Ст 3сп размерами 120x120x4 мм, следующего химического состава (%): 0,17 С; 0,18 Cr; 0,17 Ni; 0,52 Mn; 0,18 Si; 0,01 S; 0,01 P [3].

Измерение и регистрация температуры выполнялось комплексом сбора и обработки данных с помощью измерителя-регулятора «ОВЕН ТРМ 202 v2.025», выступающего в роли системы сбора данных [4-8].

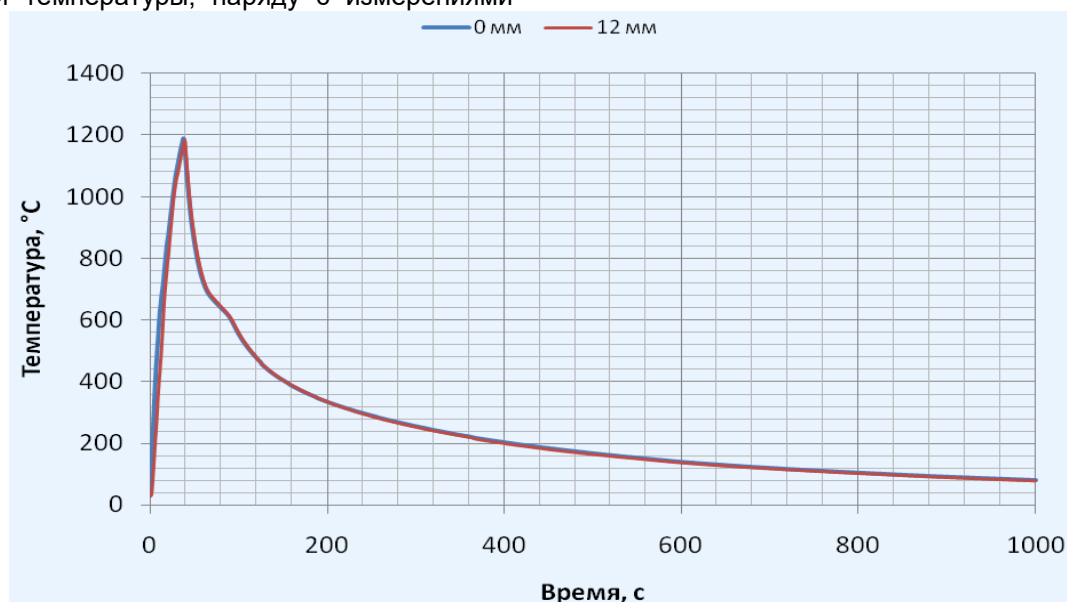


Рисунок 1 - Экспериментальный термоцикл

В качестве блока датчиков измерения температуры были применены две хромель-алюмелевые термопары диаметром от 0,15 мм (предел измерения температуры до 1350 °C). Значения температуры, регистрируемые

указанным измерителем-регулятором передавались на персональный компьютер (ПК) и обрабатывались с помощью программы «MasterSCADA». По мере поступления данных от измерителя-регулятора программа «MasterSCADA» строит график изменения

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СВЕРХЗВУКОВОЙ ГАЗОПОРШКОВОЙ НАПЛАВКИ

температуры точки тела изделия (образца) в зависимости от текущего системного времени компьютера (рисунок 1).

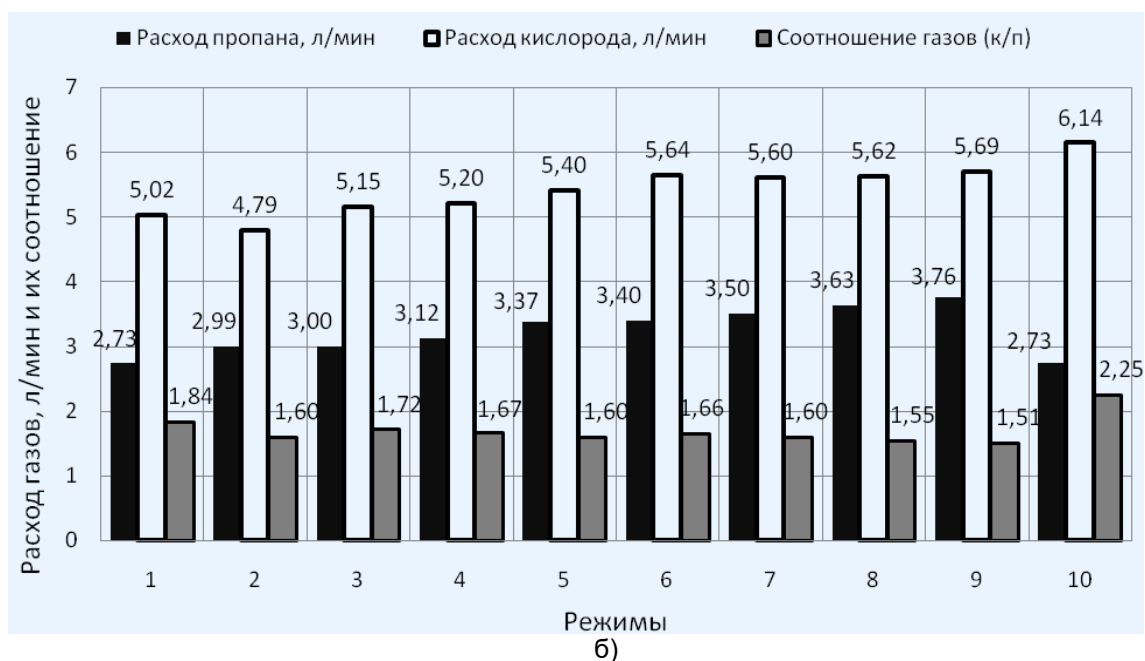


Рисунок 2 - Режимы работы автоматической газорегулирующей установки:
а – расход газов и их соотношение; б – мощность пламени при различных режимах

Нагрев пластины сверхзвуковой газовой струей производился при вертикальном положении в течение 37 с (время, в течение которого температура поверхностного слоя металла образца достигала 1300 °С на режиме с максимальной мощностью сверхзвуковой струи). После этого воздействие источника нагрева прекращалось и пластина остывала на спокойном воздухе при комнатной температуре (18-20 °С). На рисунке 2 приведены данные по расходу газов, их соотношению, а также мощности газовой струи при различных режимах. Вычисление мощности для этих режимов выполнялись с помощью пакета программ MathCAD и описанной выше системы сбора данных и измерения температуры на основе анализа полученных графиков термоциклов.

Из графика (рисунок 2) видно, что наибольшим значением мощности пламени обладает режим 10 (2240 Дж/с), для которого характерно соотношение газов: 2,25, наименьшим – режим 9 (соотношение газов составляет 1,51). Также видно, что расход газа мало влияет на мощность пламени, определяющим фактором изменения мощности пламени является соотношение рабочих газов. Управляя потоком мощности с помощью автоматической системы газорегулирования можно выстраивать наиболее эффективный тепловой режим, который позволит получить требуемые скорости нагрева и охлаждения в процессе сварки, наплавки и т.д.

Так для СГП-наплавки порошка ПГ-СРЗ на трубы диаметром 50 мм и толщиной стенок 5 мм по результатам экспериментов наиболее эффективным является режим с мощностью пламени от 1550 Дж/с до 1650 Дж/с.

Вывод:

1. Применение САУ процессом СГП-наплавки позволяет получить качественное покрытие, как на этапе изготовления детали, так и при ремонтных работах на оборудовании, введенном в эксплуатацию.

2. Усовершенствованная методика сбора и обработки экспериментальных данных при исследовании процессов сварки и наплавки с помощью ПЭВМ позволяет определять эффективные режимы работы оборудования, что способствует ускоренному получению опти-

мальных технологических решений при существенном снижении ресурсоемкости самого процесса разработки.

Список литературы

1. Компьютерные технологии в сварке / А.В. Коновалов, Э.Л. Макаров, Б.Ф. Якушкин, А.П. Выборнов // Экономика промышленности. 1999. № 3. С. 3 – 6.
2. Теория сварочных процессов / под ред. В.В. Фролова. – М.: Высшая школа, 1988. 559 с.
3. Радченко М.В., Радченко Т.Б., Черемисин П.С. Совершенствование оборудования для газотермических способов нанесения покрытий за счет автоматизации процесса / Обработка металлов, 2006.- №3(32).- С. 4-7.
4. Паспорт устройства измерителя-регулятора «ОВЕН ТРМ 202 v2.025». - rem@owen.ru
5. «Низкочастотный однофазно-трёхфазный полупроводниковый преобразователь частоты ведомый сетью». Патент на полезную модель. №2007109537/09 (010381), решение о выдаче от 20.11.07. Радченко М.В., Радченко Т.Б., Стальная М.И., Залогин В.С., Борисов А.П.
6. Радченко М.В., Чепрасов Д.П., Шевцов Ю.О., Иванайский А.А., Борисов А.П., Сейдуров М.Н., Черемисин П.С. Исследование процессов сварки и наплавки с использованием современной методики сбора и обработки экспериментальных данных// Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты), 2008.- №1(38).- С. 7-10.
7. Радченко М.В., Киселев В.С., Шевцов Ю.О., Уварова С.Г., Радченко Т.Б., Радченко В.Г. Комплексная диагностика сверхзвуковых газовых струй в процессе газопорошковой наплавки износостойких покрытий// Сварка и диагностика, 2011.- №1.- С. 54-58
8. Радченко М.В., Суранов А.Я., Шевцов Ю.О., Киселев В.С., Смолин В.С., Уварова С.Г. Диагностика сверхзвуковых газовых струй в процессах газопорошковой наплавки защитных покрытий// Сварка и диагностика, 2009.- №2.- С. 31-36.