

# СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА СВЕРХЗВУКОВЫХ ГАЗОВЫХ СТРУЙ В ПРОЦЕССАХ ГАЗОПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

**М.В. Радченко, А.Я. Суранов, Ю.О. Шевцов,  
В.С. Киселев, В.С. Смолин, С.Г. Уварова**

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

Диагностика и контроль состава, температуры, и скорости газопламенных струй в процессах сверхзвуковой газопорошковой наплавки имеет чрезвычайно большое значение для повышения качества защитных покрытий,

наносимых этим принципиально новым способом [1]. На рис. 1 представлена сверхзвуковая газопламенная струя, получаемая с использованием в газовой горелке сверхзвукового сопла Лаваля с числом Маха М5.

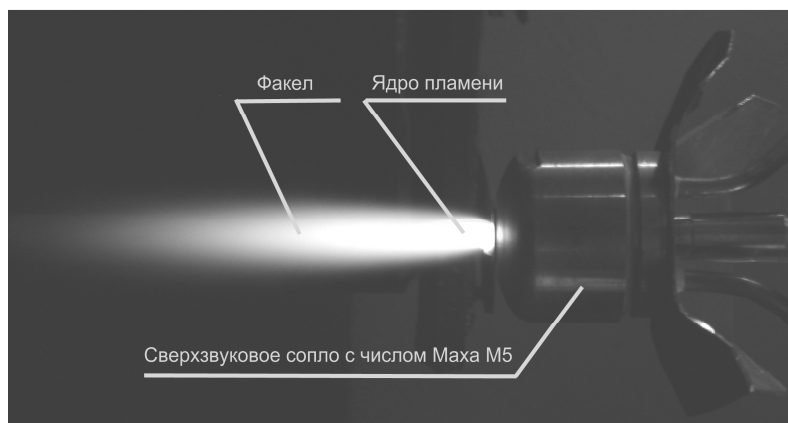


Рисунок 1 - Сверхзвуковая газопламенная струя

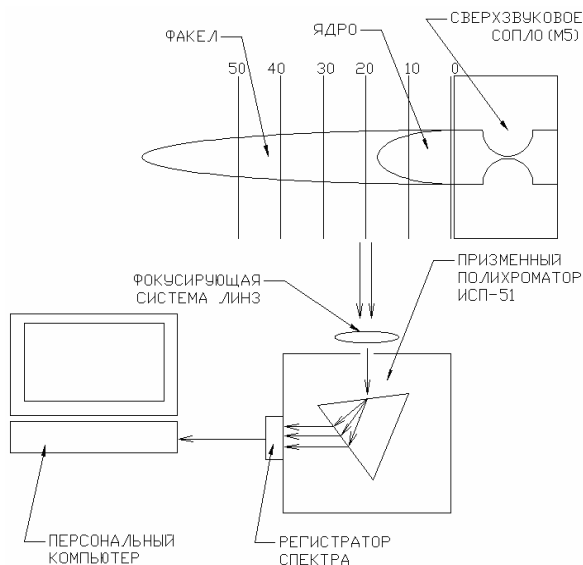


Рисунок 2 - Структурная схема экспериментальной установки

Наиболее простым и универсальным методом анализа газовых струй является оптическая эмиссионная спектроскопия. Структурная схема экспериментальной установки для снятия спектра сверхзвуковой газопламенной струи приведена на рис. 2.

Для получения спектра излучения сверхзвуковой газовой струи были применены призмный полихроматор ИСП-51 и микропроцессорный регистратор спектра на базе фотодиодного приемника ФУК1Л2 [2]. Для калибровки полихроматора по длинам волн использовалась ртутно-кадмиевая лампа СМРК-2. Получение и обработка данных проводились с использованием специального программного обеспечения - среды проектирования виртуальных приборов LabVIEW 7.1 и программы обработки данных Origin 8.0. В качестве примера на рис. 3 приведены спектры излучения пламени при режиме сверхзвукового горения с показаниями системы автоматики пропан – 68, кислород – 52 и расходе рабочих газов  $Q_{\text{пропан}} = 0,245 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $Q_{\text{кислород}} = 0,43 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

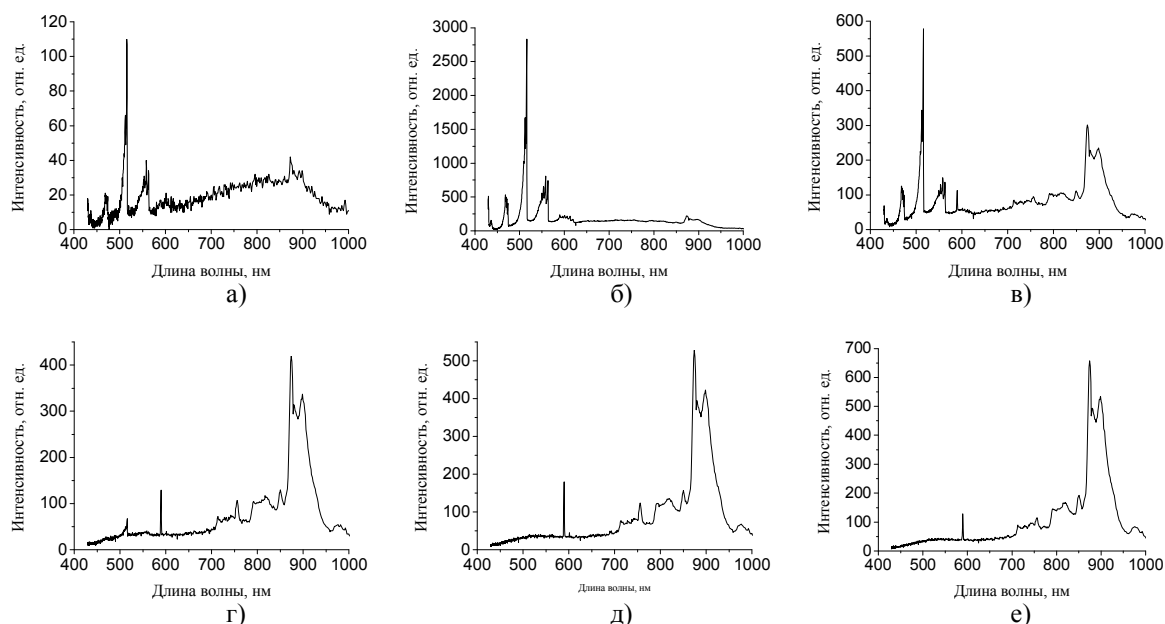


Рисунок 3 - Спектр сверхзвуковой струи на расстоянии от края сопла: а) 0 мм; б) 10 мм; в) 20 мм; г) 30 мм; д) 40 мм; е) 50 мм

По полученным данным с использованием нового программного продукта «Прогноз-техно», разработанного в НИИ Высших Технологий, построены 3D модели интенсивности свечения молекул  $C_2$  (полос Свана), соответствующих длинам волн – 438,3 нм, 473,7 нм, 516,5 нм, 563,6 нм и 619,1 нм [3-5] и атомарного углерода в диапазоне 750-950 нм [6], представленные на рис. 4.

На основании полученных экспериментальных данных сделаны следующие выводы:

1. Методом оптической эмиссионной спектроскопии получены достоверные экспериментальные данные о распределении интенсивности излучения атомов С и молекул  $C_2$  (полос Свана), которые позволяют выявить зависимость максимальной температу-

ры сверхзвукового пламени от значений общего расхода рабочих газов и расстояния от края сопла.

2. Установлено, что интенсивность спектральных линий, соответствующих  $C_2$ , может рассматриваться как критерий, определяющий максимальную температуру в сверхзвуковом газовом пламени.

3. На основе анализа интенсивности излучения полос Свана определена область максимальной температуры сверхзвукового пламени, которая располагается на расстоянии порядка 10 мм от края сопла в зависимости от расхода рабочих газов, что является одним из основных параметров, определяющих эффективность процесса сверхзвуковой газопорошковой наплавки.

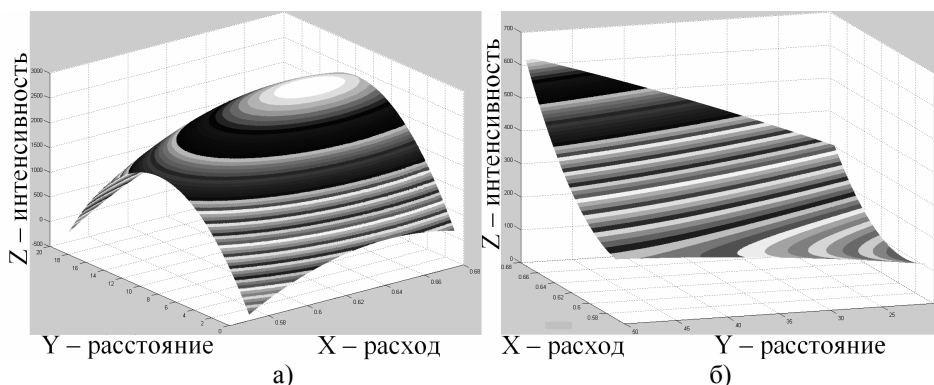


Рисунок 4 - 3D математическая модель интенсивности излучения: а) молекул  $C_2$  (полос Свана); б) атомарного углерода (С)

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Положительное решение на выдачу патента РФ по заявке № 2007110154 , МПК В22D 19/06. Способ сверхзвуковой газопорошковой наплавки /Радченко М.В., Шевцов Ю.О., Радченко Т.Б., Игнатьев В.В.; заявл. 19.03.2007.
2. Суранов А.Я., Белых С.В. Микропроцессорный регистратор одномерных изображений на базе фотодиодного приемника// Приборы и техника эксперимента. №6. 2003.
3. Герцберг Г. Спектры и строение двухатомных молекул. М.: Издательство иностранной литературы, 1949. – 403 с.
4. Пеннер С.С. Количественная молекулярная спектроскопия и излучательная способность газов. М.: Издательство иностранной литературы, 1963. 493 с.
5. <http://www.arikah.com/encyclopedia/butane>.
6. Мальцев В.М., Мальцев М.И., Кашпоров Л.Я. Основные характеристики горения. – М.: Химия, 1977. 320 с.