

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТОПЛЕННОГО ДИФФУЗИОННОГО ГАЗОВОГО ФАКЕЛА ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Е.Н. Кондратьев, В.Н. Давитиани

*Институт горения и нетрадиционных технологий
Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова
Дворянская ул. 2, Одесса, 65026, Украина
vitaliy.davitiani@gmail.com*

Множественные пульсации в реакторе подготовки топлива, образующиеся вследствие микро-взрывной динамики выпаривания водо-топливной эмульсии обратного типа (ВТЭ), препятствуют получению стабильного факела [1]. Среди многих других - перетяжка струи вблизи устья сопла является основной причиной срыва пламени.

Аналитические решения достаточно сложны и получены при сильно упрощающих предположениях, и потому не находят широкого приложения в практических задачах. Следовательно, необходимо воспользоваться методами численного моделирования. Исходной системой уравнений являются уравнения движения Навье – Стокса, уравнение состояния, а также уравнения тепломассопереноса:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \rho(\vec{v}\vec{\nabla})\vec{v} = -\frac{\partial p}{\partial \vec{r}} + \eta\Delta\vec{v} \\ p = p(\rho) \\ \frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} = D\Delta C_{O_2} - \vec{v}\vec{\nabla}C_{O_2} - 2 \cdot W(C_{CH_4}, C_{O_2}, T) \\ \frac{\partial C_{CH_4}}{\partial t} = D\Delta C_{CH_4} - \vec{v}\vec{\nabla}C_{CH_4} - W(C_{CH_4}, C_{O_2}, T) \\ c_p \rho \frac{\partial T}{\partial t} = c_p \rho \lambda \Delta T - c_p \rho \vec{v}\vec{\nabla}T - QW(C_{CH_4}, C_{O_2}, T) \end{array} \right. ,$$

где C_{O_2} – концентрация кислорода, C_{CH_4} – концентрация метана, W – скорость химической реакции.

В качестве горючего выбран метан, а в качестве окислителя – кислород воздуха. Была получена зависимость длины факела от скорости истечения газа – линейная (Рис.1 а), а от диаметра сопла – квадратичная (Рис. 1 б).

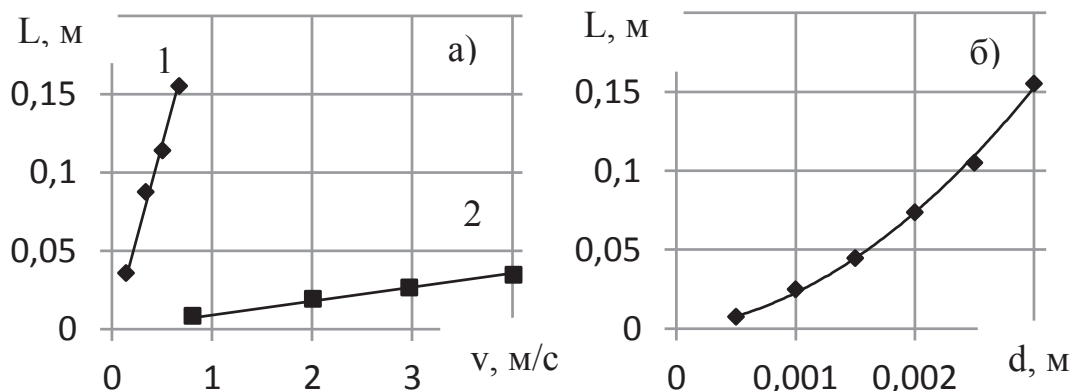


Рис. 1. Зависимость длины факела от а) скорости истечения газов при различных диаметрах сопла: 1) $d=3$ мм, 2) $d=0.5$ мм; б) от диаметра сопла при скорости истечения газов $v = 69$ см/с.

Так как основные параметры горения ВТЭ зависят от содержания в них воды проведено моделирование для различных процентных составов горючего. Результаты приведены на рис. 2.

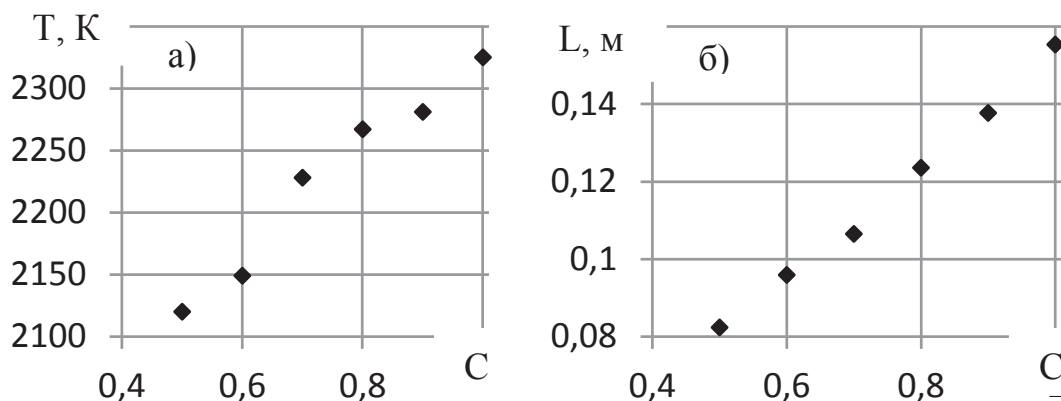


Рис.2. Зависимость от концентрации горючего: а) максимальной температуры факела, б) длины факела.

Полученные расчётные зависимости качественно совпадают с теоретическими и экспериментальными данными [2].

Литература

1. Е. Н. Кондратьев, В. В. Опятюк, К. И. Семенов. «Пульсационный режим испарения капли водо-топливной эмульсии» ФАС, 2003, № 40, Одесса, Астропринт, с. 71-81.
2. Вулис Л. А., Ершин Ш. А., Ярин Л. П. Основы теории газового факела. – Л.: Энергия, 1968. – 203 с.