

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОГО ЭЖЕКТОРА ^{*)}

^{1,2}Петренко П.И., ²Степаненко А.А., ¹Переславцев А.В., ¹Артемов А.В.,
¹Вошинин С.А., ¹Чемоданов Н.С.

¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия,
petrenko_pi@nrcki.ru

²Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Для решения проблем с утилизацией отходов в удаленных районах актуальным является применение установок плазменной переработки отходов на мобильной платформе (железнодорожном вагоне, морских и речных судах). Одним из перспективных решений данной задачи представляется использование плазменно-дугового эжектора.

Целью данной работы является разработка математической модели плазменно-дугового эжектора как основного узла в составе мобильной плазменной установки.

На основе проведенного анализа литературы [1, 2] и расчетов материального и теплового баланса выполнено математическое моделирование плазменного эжектора с целью получения основных характеристик данного узла.

Для моделирования динамики потока в области горения решается система уравнений модели турбулентности k - ϵ турбулентности рассматриваются два уравнения: кинетической энергии турбулентности (k) и диссипации турбулентной энергии (ϵ).

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_m k) + \nabla(\rho_m \vec{v}_m k) = \nabla \left(\frac{\mu_{t,m}}{\sigma_k} \nabla k \right) + G_{k,m} - \rho_m \epsilon$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho_m \epsilon) + \nabla(\rho_m \vec{v}_m \epsilon) = \nabla \left(\frac{\mu_{t,m}}{\sigma_\epsilon} \nabla \epsilon \right) + \frac{\epsilon}{k} (C_{1\epsilon} G_{k,m} - C_{2\epsilon} \rho_m \epsilon)$$

Уравнение для k описывает энергию, переносимую турбулентными вихрями, а уравнение для ϵ описывает скорость диссипации этой энергии.

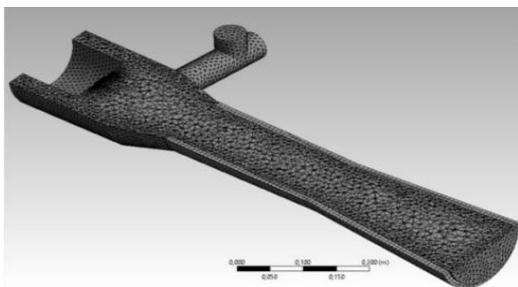


Рисунок 1. Геометрия плазменно-дугового эжектора для переработки гранулированных отходов и ее разбиение на элементы

На основании проведенных расчетов материального и теплового балансов и разработанной геометрии была создана математическая модель диссипации вихрей эжектора. Была рассчитана динамическая модель с подачей 40 кг/ч частиц полиэтилена, с подачей воды в систему охлаждения, с временным интервалом 5 секунд.

Для моделирования процесса разложения этилена использовалась модель Species Transport в объеме с турбулентно-химической моделью Finite Rate/Eddy-Dissipation с соответствующими реакциями.

Аналогичные расчеты были проведены для моделирования процесса утилизации жидких хлорсодержащих отходов. Использовалась модель Species Transport в комбинации с Non-Premixed Combustion для развернутого изучения разложения различных веществ и их смесей.

На основе используемой модели рассчитаны распределения температур, скорости и линий тока газа. Планируется создать плазменно-дуговой эжектор для проведения экспериментальных работ на стенде «Прометей».

Литература

- [1]. Wood S. et al. Review of state-of-the-art waste-to-energy technologies //Stage Two Report–Case studies, WSP, London, UK. 2013.
- [2]. P. Carabin, E. Palumbo and T. Alexakis, "Two-stage plasma gasification of waste", Proc. 23rd Int. Conf. Incineration Therm. Treatment Technol., 2004.

^{*)} DOI – тезисы на английском