

## ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ ГАЗА ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ МОДЕЛИ СТАБИЛИЗАЦИИ ПЛАМЕНИ

Савченко О.В.<sup>1</sup>, Крашенинников С. В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара, olegsav4nko@yandex.ru

<sup>2</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академик С. П. Королева» (Самарский университет), г. Самара, s.v.krash@mail.ru

*Ключевые слова:* энергетическая установка, камера сгорания, устойчивость горения, турбулентная диффузия, эпюра скоростей, горелка, срыв пламени, фронт пламени.

Обеспечение горения в широком диапазоне скоростей и составов рабочей среды является обязательным условием при создании современных энергетических установок. В настоящее время отсутствуют надежные методы оценки пределов устойчивости горения для различных типов стабилизаторов горения. Экспериментальные данные зачастую противоречат выводам существующих моделей стабилизации пламени. Примером являются представленные в литературных источниках данные по бедному срыву пламени в туннельных горелках, являющихся частным случаем стабилизации пламени за уступом. Экспериментальное исследование [1], взятое в качестве основы для данной работы, отмечает несоответствие стандартных, тепловых в своей основе, моделей стабилизации пламени результатам натурального эксперимента. При этом существует изменение характера влияния конструктивных параметров туннельных горелок на границу бедного срыва пламени, не отражаемого моделями стабилизации пламени. В связи с этим возникает необходимость проведения теоретических исследований в данном направлении, включающих математическое моделирование различных аспектов данного процесса.

В представленной работе проведено расчетное исследование течения за уступом при различных соотношениях диаметров входного отверстия  $d$  и уступа  $D$ . Проведены расчеты характеристик потока и горения при стабилизации пламени за уступом. Установлено, что для анализа предсрывных режимов горения возможно использовать результаты расчетов течения и массообмена изотермического течения. Определены основные параметры потока: эпюры скоростей, давлений, характеристик турбулентности в струе.

Анализ результатов численного эксперимента позволил выявить соответствие между границами бедного срыва пламени для различных отношений диаметров входного отверстия и уступа и параметрами турбулентной диффузии в данных течениях. Отмечается, что изменение характера влияния конструктивных параметров туннельных горелок на границу бедного срыва пламени, наблюдаемое в эксперименте, связано с изменением уровня турбулентной диффузии при массообмене между активной струей туннельной горелки и зоной циркуляции продуктов сгорания за уступом.

Зависимость скорости распространения пламени от коэффициента турбулентной диффузии обычно используется в моделях турбулентного горения [2]. В данном случае ее использование предложено для моделирования бедного срыва пламени.

Данный подход был применен в модели стабилизации пламени, основанной на учете местной скорости турбулентного горения. В этой модели стабилизации пламени проводится сравнение скорости потока в слое смещения и местной скорости турбулентного пламени. Расчетное моделирование течений с внезапным расширением, как и для свободной струи, показывает, что при снижении скорости потока в слое смещения наблюдается рост параметров турбулентной диффузии. Соответственно, каждому режиму горения соответствует единственное положение фронта пламени, определенное через состав, температуру смеси и характеристики турбулентного обмена за стабилизатором пламени.

### Список литературы

1. Новые закономерности стабилизации пламени / Т.И. Алексеева, Л. М. Новикова // Физика горения и взрыва. 1979. №4. С. 135-137
2. Щетинков Е.С. Физика горения газов / М.: Наука, 1965. 740 с.

### Сведения об авторах

Савченко Олег Владимирович, инженер-конструктор 1-й категории ПАО «ОДК-Кузнецов», г. Самара. Область научных интересов: моделирование процессов горения и смесеобразования в камерах сгорания тепловых двигателей.

Крашенинников Сергей Всеволодович, канд. техн. наук, доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» (Самарский университет), г. Самара. Область научных интересов: рабочие процессы тепловых двигателей и энергетических установок.

### **APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELING OF GAS FLOW FOR JUSTIFICATION OF THE FLAME STABILIZATION MODEL**

Savchenko O.V.<sup>1</sup>, Krashennnikov S.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ПАО «ОДК-Кузнецов», Samara, olegsav4nko@yandex.ru

<sup>2</sup> Samara National Research University, Samara, s.v.krash@mail.ru

Calculations of the flow and combustion characteristics are carried out for the stabilization of the flame behind the ledge. The main parameters of the flow are determined: diagrams of velocities, pressures, characteristics of turbulence in the jet.