

УДК 004.942+662.61

## ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА БЕДНОГО СРЫВА ПЛАМЕНИ В КАМЕРАХ СГОРАНИЯ ГТУ С ПИЛОТНЫМ ПЛАМЕНЕМ

Зубрилин И.А., Самарский университет, г. Самара, [zubrilin416@mail.ru](mailto:zubrilin416@mail.ru)  
Гураков Н.И., Самарский университет, г. Самара,  
Матвеев С.Г., Самарский университет, г. Самара

В настоящее время можно выделить три основных подхода для расчёта границы бедного срыва пламени при сжигании газообразных топлив: полуэмпирические модели, моделирование в трёхмерной нестационарной постановке и гибридные модели. Под гибридной моделью понимается подход, основанный на разумном сочетании полуэмпирических и трёхмерных моделей и позволяющий использовать их преимущества (скорость получения результатов и универсальность).

В большинстве работ, посвящённых обобщению данных по бедному срыву пламени, рассмотрено либо чисто гомогенное горение, либо диффузионное и не рассмотрены параметры, характеризующие распределение топлива между основным и дежурным контурами горелочного устройства, тогда как для малоэмиссионных КС ГТУ одним из наиболее эффективных методов стабилизации пламени при горении бедных заранее подготовленных смесей является использование в горелочных устройствах пилотного пламени. В работе представлена модель для расчёта границы бедного срыва пламени при сжигании газообразных топлив в камерах сгорания ГТУ в зависимости от распределения топлива между основным (гомогенным) и пилотным (диффузионным) контурами горелочного устройства. Схема исследуемой КС представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлено сопоставление определённых экспериментально срывных характеристик  $\alpha_{\text{бс\_эксп}}$  и значений коэффициента избытка воздуха, осреднённого по поверхности зоны обратных токов  $\alpha_{\text{зот}}$ , и полученных в результате расчёта экспериментальных условий в трёхмерной постановке, но без горения топлива. Как видно из рисунка 2 изменение  $\alpha_{\text{зот}}$  качественно соответствует изменению срывной характеристики КС во всем диапазоне  $\bar{G}_{\text{дк}}$  и значит может быть использован для формирования гибридной модели.

В результате обобщения расчётных и экспериментальных данных для различных начальных температур  $T_k$  и перепадов давления на КС  $\Delta P$  (рис. 3) получено выражение, позволяющее определить  $\alpha_{\text{бс}}$  для произволь-

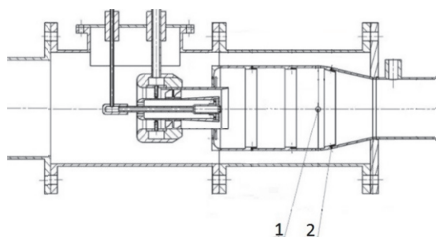


Рис. 1. Схема исследуемой камеры сгорания

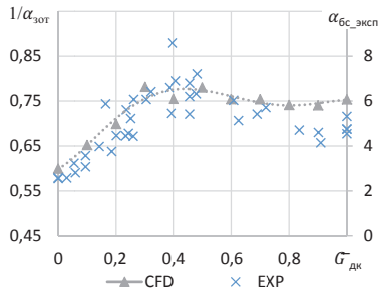


Рис. 2. Сопоставление расчётных и экспериментальных данных,  $\Delta P = 3\%$ ,  $T_k = 500\text{K}$

ного соотношения топлива между основным и дежурным контурами горелочного устройства КС:

$$\frac{\alpha_{\text{бс}_0}}{\alpha_{\text{бс}}} = \left( \frac{\alpha_{\text{зот}_0}}{\alpha_{\text{зот}}} \right)^{\frac{T_k}{k}} \alpha_{\text{бс}_0}$$

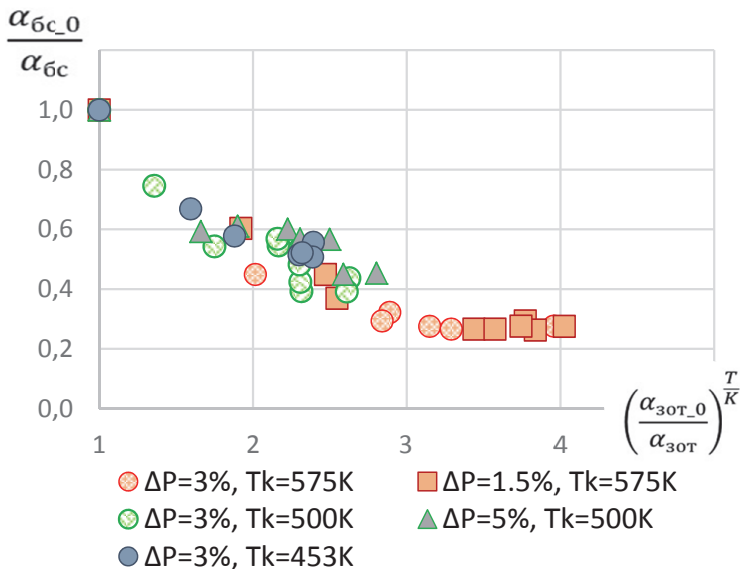


Рис. 3. Обобщение данных по бедному срыву пламени

Алгоритм использования модели следующий:

На основе проектного расчёта строится трёхмерная геометрическая модель камеры сгорания.

По результатам расчётов RANS в трёхмерной постановке без горения определяется зависимость  $\alpha_{зот} = f(\bar{G}_{дк})$  и строится зависимость  $\frac{\alpha_{зот_0}}{\alpha_{зот}} = f(\bar{G}_{дк})$ ,  $\alpha_{зот_0}$  – коэффициент избытка воздуха ЗОТ при подаче всего топлива в основной контур,  $\bar{G}_{дк}$  – расход топлива в дежурном контуре, отнесённый к суммарному расходу топлива через КС.

В постановке LES определяется зависимость  $\alpha_{бс_0} = f(G_B)$ , где  $\alpha_{бс_0}$  – коэффициент избытка воздуха при бедном срыве пламени при подаче всего топлива в основной контур,  $G_B$  – расход воздуха при заданной температуре.

Определение границы по бедному срыву пламени для произвольного распределения топлива по зависимости  $\alpha_{бс} = \left(\frac{\alpha_{зот_0}}{\alpha_{зот}}\right)^{\frac{T_K}{K}} \alpha_{бс_0}$ ,

$\alpha_{бс}$  – коэффициент избытка воздуха при бедном срыве пламени;  $K=137$ ,  $T_K$  – температура воздуха на входе в КС.

Сопоставление результатов применения предлагаемой методики с экспериментальными данными для исследуемой КС представлено на рисунке 4.

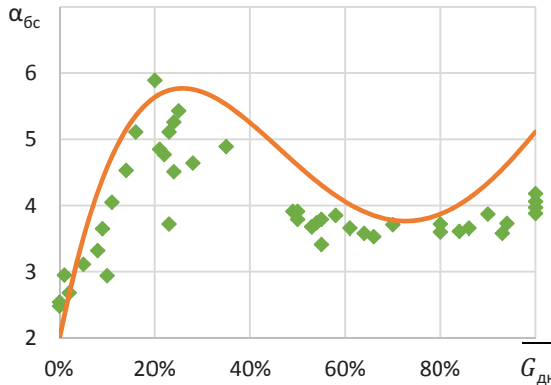


Рис. 4. Сопоставление результатов расчёта по предлагаемой методике — и экспериментальных данных ◆