

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАДИАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ТОПЛИВА В ГОРЕЛОЧНОМ УСТРОЙСТВЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ НК-14СТ

Якушкин Д.В.<sup>1</sup>, Ястребов В.В.<sup>1</sup>, Зубрилин И.А.<sup>1</sup>, Сеньчев М.Н.<sup>1</sup>,  
Миронов Н.С.<sup>2</sup>, Улитичев А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, yakushkin.dv@ssau.ru

<sup>2</sup>ПАО "ОДК-Кузнецов", г. Самара

*Ключевые слова:* камера сгорания, процессы смешения, CFD, многокритериальная оптимизация.

Характеристики смешения топлива с воздухом оказывают существенное влияние на образование вредных веществ в камере сгорания (КС). В данной работе проведено исследование влияния радиального профиля концентрации топлива в горелочном устройстве на выбросы вредных веществ (в частности  $\text{NO}_x$ ) и полноту сгорания малоэмиссионной камеры сгорания НК-14СТ.

Основным элементом рассматриваемого горелочного устройства является лопаточный завихритель, в лопатках которого находятся топливоподводящие каналы [1].

Для предварительного определения оптимальных характеристик смешения проводилась многокритериальная оптимизация межлопаточного канала горелочного устройства. В рамках оптимизационного расчета изменялись диаметры и положения отверстий подвода топлива в лопатках завихрителя. За оптимизационные критерии были приняты окружная, радиальная и максимальная неравномерности концентрации топлива на выходе из горелочного устройства (по аналогии с неравномерностью температурного поля на выходе из камеры сгорания). По результатам оптимизационного расчета было выявлено, что обеспечение наименьшей окружной неравномерности является предпочтительным в целях снижения эмиссии  $\text{NO}_x$  и повышения полноты сгорания топлива.

Для окончательного определения необходимой картины смешения проводилось исследование влияния радиального профиля смешения на характеристики КС с идеальным распределением в окружном направлении. Результаты представлены на рис. 1.

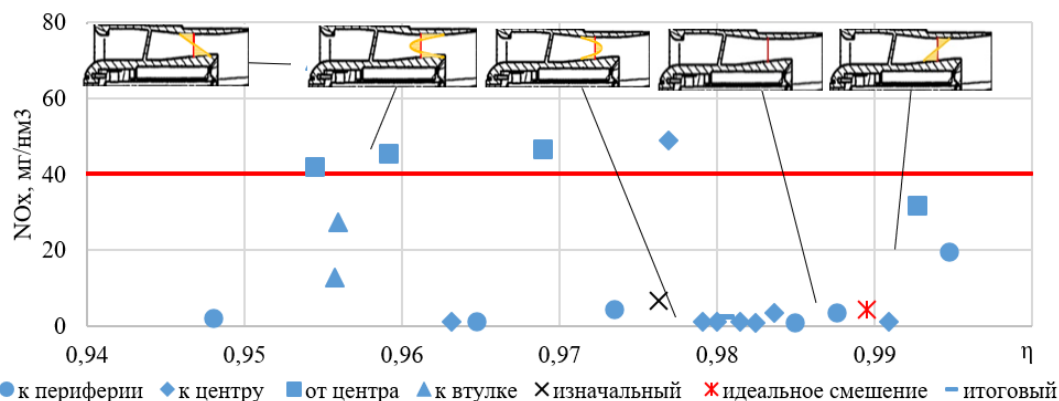


Рисунок 1 – Эмиссионные характеристики и полнота сгорания для всех расчетных вариантов. Распределение концентрации топлива в канале горелки

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что смещение максимума концентрации топлива к центру канала горелочного устройства является предпочтительным. Данный профиль концентрации обладает следующими преимуществами:

- 1) низкое содержание  $\text{NO}_x$  в продуктах сгорания за счет обеднения зоны обратных токов,
- 2) высокая полнота сгорания,
- 3) низкая чувствительность к производственным отклонениям, так как высокую полноту и низкую эмиссию обеспечивают многие из вариантов данного профиля.

На основе результатов исследования были скорректированы критерии оптимизации для обеспечения необходимого профиля и минимизации окружной неравномерности концентрации топлива в горелке. По результатам расчётов была предложена конструкция, обеспечивающая высокую полноту сгорания и низкие выбросы NOx.

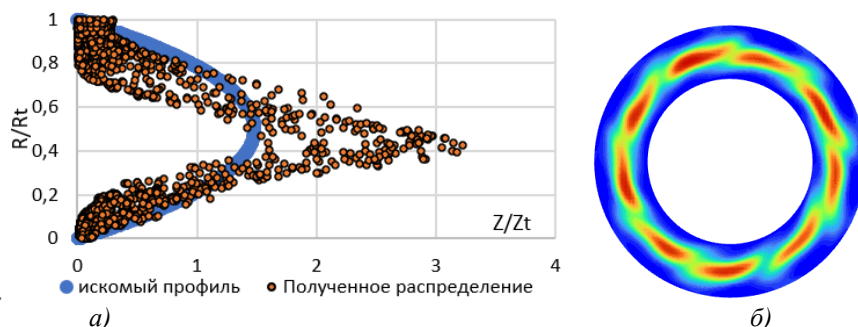


Рисунок 2 – Смешение в итоговом горелочном устройстве а) профиль смешения в сравнении с необходимым; б) контур массовой доли метана на выходе из горелочного устройства

### Список литературы

1. Заявка 2010122395/06 Российская Федерация МПК F23R 3/14. Малоэмиссионная горелка / Бантиков Д.Ю., Васильев В.И., Лавров В.Н., Цыбизов Ю.И., Кустов Д.И., Шариков Б.Ю. / ООО "Новые технологии" – № 2010122395/06; заявл. 01.06.2010; опубл. 20.02.2012. Бюл. № 5. – 3с

### Сведения об авторах

Якушкин Д.В., инженер-конструктор. Область научных интересов: Турбулентное горение в КС ГТД, CFD моделирование.

Ястребов В.В., лаборант-исследователь. Область научных интересов: численное моделирование процессов горения в КС МГТД.

Зубрилин И.А., к.т.н., доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей. Область научных интересов: вибрационное горение, численное моделирование эмиссионных характеристик КС ГТД.

Сеньчев М.Н., аспирант группы А24.06.01. Область научных интересов: Жидкостные ракетные двигатели, горение, CFD.

Миронов Н.С., начальник бригады горения КО-5. Область научных интересов: эмиссия вредных веществ при горении углеводородных топлив, термическое состояние элементов конструкции при воздействии пламени, методы расчётной доводки ГТД.

Улитичев А.Г., Главный конструктор по изделиям НК-12СТ, НК-14СТ и НК-14СТ-10. Область научных интересов: Рабочий процесс двигателя, камеры сгорания, теплообмен.

### INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE RADIAL PROFILE OF THE FUEL CONCENTRATION IN THE BURNER DEVICE ON THE CHARACTERISTICS OF THE NK-14ST COMBUSTION CHAMBER

Yakushkin D.V.<sup>1</sup>, Yastrebov V.V.<sup>1</sup>, Zubrilin I.A.<sup>1</sup>, Senchev M.N.<sup>1</sup>, Mironov N.S.<sup>2</sup>, Ulitichev A.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara University, Samara, yakushkin.dv@ssau.ru

<sup>2</sup>PJSC "UEC-Kuznetsov", Samara

*Keywords: combustion chamber, mixing processes, CFD, multicriteria optimization.*

A study of the dependence of the characteristics of the combustion chamber on the radial profile of the fuel concentration was carried out. The optimal profile of mixing fuel with air is revealed. According to the results of the study, a constructive solution of the burner device was formed.