



Рис. 2. Изменение полноты сгорания топлива по длине

### Список литературы

1. Маркушин А.Н. и др. Усовершенствование конструкции камер сгорания традиционных схем в целях улучшения экологических показателей ГТД // Изв. вузов. Авиационная техника. 2010. № 1. С. 41–44.
2. Ильяшенко С.М., Талантов А.В. Теория и расчет прямоточных камер сгорания. М.: Машиностроение, 1964. 306 с.
3. Мингазов Б.Г. Камеры сгорания газотурбинных двигателей. Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2006. 220 с.
4. Мингазов Б.Г. Моделирование процессов в камерах сгорания на основе теории турбулентного горения // Изв. вузов. Авиационная техника. 2015. № 3. С. 47–51.
5. Третьяков В.В., Свириденков А.А., Токталиев П.Д. Моделирование нестационарности течения и смесеобразования в камерах // Изв. вузов. Авиационная техника. 2013. № 1. С. 33–37.

УДК 621.452.322.034

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОТУРБИННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Новиков В.А., Самарский университет, г. Самара, [vladislav\\_novyj@mail.ru](mailto:vladislav_novyj@mail.ru)

*Ключевые слова:* газотурбинные энергетические установки, каталитическое окисление, тканевые катализаторы, растворный синтез сжиганием

Газотурбинные энергетические установки имеют очень широкое применение в современной промышленности: транспортировка природного газа, генерация электроэнергии, морской транспорт, железнодорож-

ный транспорт. Обладая очень высокой эффективностью данные установки обладают и определенными недостатками – главные из них: шум и выброс вредных компонентов (оксиды углерода и азота – CO и NO<sub>x</sub>) в окружающую среду. Проблема шума решается установкой шумоглушителей на выходе выхлопной шахты, а снижение выбросов CO и NO<sub>x</sub> в настоящее время достигается путем окисления CO до CO<sub>2</sub> и очисткой раствором мочевины (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>) выхлопных газов от NO<sub>x</sub>. Очистка выхлопных газов газотурбинной установки от вредных примесей (CO, углеводородов, NO<sub>x</sub>) проводится в две стадии. В первой стадии газ очищают в реакционной камере от CO и углеводородов путем воздействия на поток газа электромагнитным излучением плазмы стримерного разряда. Во второй стадии активизированный газ очищают от NO<sub>x</sub> путем воздействия на него водным раствором мочевины (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>) в зоне подачи его форсунками в распыленном виде. Мочевина (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>) в условиях выхлопного тракта газотурбинной установки (T<sub>г</sub>>400°С) под воздействием температуры и излучения разлагается с образованием радикалов NH<sub>2</sub>, которые реагируют с NO<sub>x</sub> и O<sub>3</sub>. Продуктами реакции являются N<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. Возможные остатки окиси углерода после первой стадии окисляются озоном до CO<sub>2</sub>. Также при поглощении оксидов азота раствором мочевины происходит восстановление их до N<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O по уравнению (1):



Недостатком известного способа и устройства является невозможность одновременной очистки газов от всех примесей и ненадежность работы при высоких температурах, ухудшаются условия работы обслуживающего персонала.

Одним из перспективных направлений по очистке выхлопных газов газотурбинных энергоустановках является каталитическое окисление CO и NO<sub>x</sub> на катализаторах обладающих низким гидравлическим сопротивлением.

Одним из современных методов получения высокоэффективных катализаторов низкотемпературного окисления CO, не содержащих в своем составе дорогостоящих компонентов, является растворный синтез сжиганием (PCC). Растворный синтез сжиганием позволяет получить оксидные катализаторы в виде наноразмерных порошков (размер частиц менее 100 нм), которые обладают очень высокой каталитической активностью при температуре окружающей среды. В проведенной работе каталитически активное соединение (сложные оксиды меди и никеля общего состава NiCr<sub>x</sub>O<sub>y</sub> и CuCr<sub>x</sub>O<sub>y</sub>) наносилось методом PCC на ткань, которая используется на газоперекачивающих установках в качестве материала при изготовлении шумоглушителя, затем из этой ткани

изготавливался каталитический блок, который размещался в лабораторной установке для изучения режимов горения. На данной установке воссоздавались условия горения соответствующие условиям горения на газотурбинных установках, и газоанализатором измерялись показания вредных выбросов до каталитического блока и после. Изготовленный из ткани с катализатором каталитический блок обладал низким гидравлическим сопротивлением и высокой каталитической активностью, и в связи с чем может быть рекомендован к испытанию на реальных газотурбинных энергетических установках. В проведенной работе была проведена оценка степени закрепления каталитически активных частиц на тканевом носителе и степень распределения частиц по площади носителя.

### Список литературы

1. A.A. Gokhale, J.A.Dumesic, M.J. Mavrikakis, Am. Chem. Soc. 130:1402 (2008)
2. L.L. Wang, L.M. Yang, Y.H. Zhang, W. Ding, S.P. Chen, W.P. Fang, Y.Q. Yang, Fuel Process Technol, 91:723 (2010)
3. M. Shelef, and R. W.McCabe, Catal. Today 62:35 (2000)
4. G. Lenaers, Sci. Total Environ. 139: 189 – 190 (1996)
5. R.C. Rijkeboer, Catal. Today 11:141 (1991)

УДК 621.45

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПЛАМЕНИ В ПОТОКЕ НА ВСТРЕЧНОЙ ЗАКРУЧЕННОЙ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СТРУЕ

Мухаметгалеев Т.Х., ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ»,  
г. Казань, [TKhMukhametgaliev@kai.ru](mailto:TKhMukhametgaliev@kai.ru)

Мингазов Б.Г., ФГБОУ ВО «КНИТУ-КАИ», г. Казань, [BGMingazov@kai.ru](mailto:BG Mingazov@kai.ru)

В настоящее время стал актуальным вопрос снижения гидравлических потерь в форсажных камерах сгорания, что обусловило продолжение, проводившихся ранее исследований газодинамической стабилизации пламени [1, 2].

Стабилизация пламени в скоростном потоке с помощью плообтекаемых тел и струйных экранов обусловлена образованием характерной газодинамической структуры течения с зоной циркуляции в приосевой части потока.

Газодинамической основой рассматриваемого способа стабилизации пламени является противонаправленная закрученная струя двухфазной топливо-воздушной смеси. В отличие от известных струйных течений