На конкурс
«Авиастроитель года» по итогам 2017 г.

Конкурсная работа

Разработка технологии сжигания синтез-газа в низкоэмиссионной камере сгорания для достижения ультранизких вредных выбросов

Коллектив авторов:
Куприк Виктор Викторович, главный конструктор по индустриальным двигателям и испытаниям «ОКБ им. А. Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО»;
Федоров Сергей Андреевич, главный специалист – начальник отдела «ОКБ им. А.Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО»;
Балабан Юрий Николаевич, заместитель главного конструктора «ОКБ им. А. Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО»;
Гончаров Владимир Гаврилович, заместитель начальника отдела «ОКБ им. А.Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО»;
Хотеенков Иван Александрович, начальник группы сопровождения работ по индустриальным двигателям «ОКБ им. А. Люльки» филиала ПАО «ОДК-УМПО»;
Кириллов Валерий Александрович, главный научный сотрудник Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН.

I. Описание работы:

Разработана технология сжигания углеводородного топлива (природного газа) с применением конверсии части топлива в синтез-газ, содержащий водород H_2 и окись углерода CO для достижения ультранизких вредных выбросов оксидов азота NO_x и окиси углерода CO на низкоэмиссионной камере сгорания газотурбинной установки ГТУ АЛ-31СТ. Результат достигнут путем воздушной каталитической конверсии метана и последующего сжигания синтез-газа в низкоэмиссионной камере сгорания.

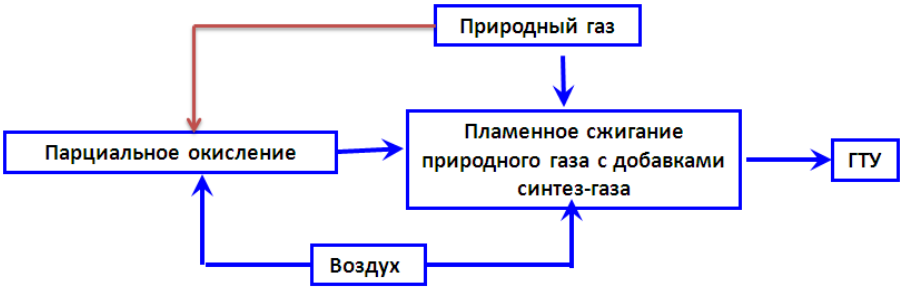

Рис. 1 Парциальное окисление: $CH_4+1/2\ O_2 \rightarrow CO+2H_2+35{,}6$ кДж
H_2 – 30% CO – 15%
Сжигание: $CO+2H_2+3/2\ O_2 \rightarrow CO_2+2H_2O$

Водород и окись углерода обеспечивают высокую стабильность горения бедных

предварительно подготовленных топливовоздушных смесей с нужной температурой горения и очень малой концентрацией вредных выбросов.

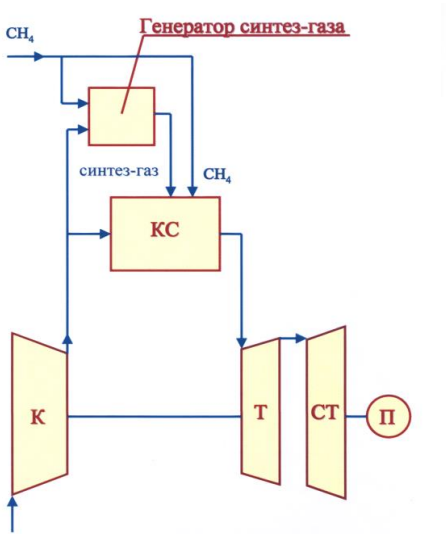

Рис. 2 Схема подготовки
и сжигания топлива в камере сгорания ГТУ
(Патент РФ №2212590)

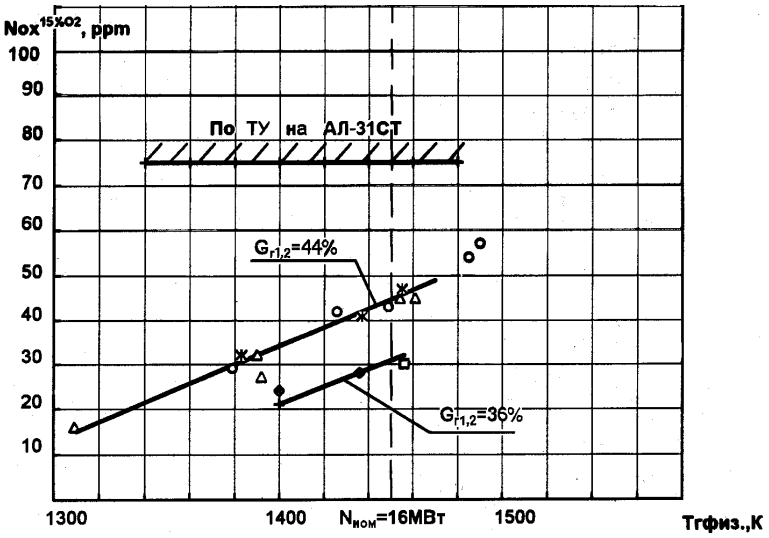

Рис. 4 Уровень вредных выбросов NOx на
низкоэмиссионной камере сгорания Z-56в
составе ГТУ АЛ-31СТ

Разработан каталитический генератор синтез-газа, эффективно работающий при малых временах пребывания топливовоздушной смеси. Использовались структурированные катализаторы воздушной конверсии природного газа на основе металлопористых и армированных носителей, разработанные Институтом катализа им. Г.К. Борескова.

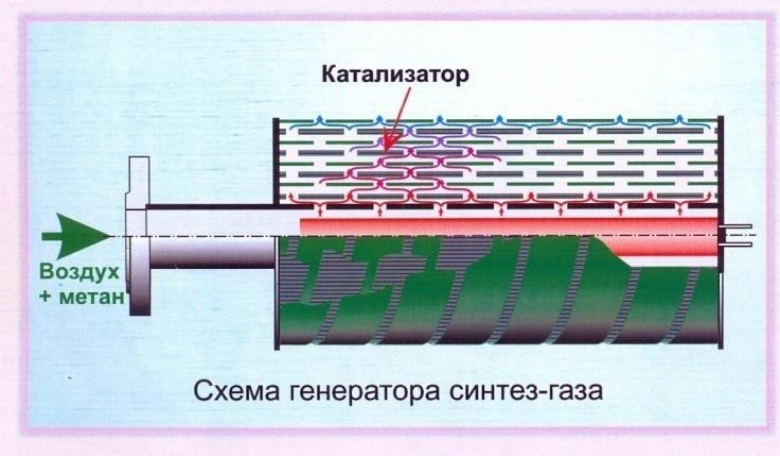

Рис. 5 Схема генератора синтез-газа

II. Результаты работы авторского коллектива

- Проведены испытания генератора синтез-газа и определен его состав. Известно, что синтез-газ содержит водорода H2≈27% и окиси углерода CO≈16%;
- Проведены экспериментальные испытания горелочного устройства низкоэмиссионной камеры сгорания со сжиганием синтез-газа и измерение концентрации вредных выбросов NOx и CO. Испытания проводились при параметрах по воздуху и природному газу, соответствующих номинальной мощности газотурбинной установки. В результате испытаний получены ультранизкие выбросы оксидов азота NOx и окиси углерода CO (<25 мг/м3).
- Выбросы оксидов азота в низкоэмиссионной камере сгорания снижены в три раза по сравнению со штатной камерой сгорания и удовлетворяют требованиям ТУ
- В 2017 году подана заявка на изобретение № 2017138059 – “Способ подготовки и сжигания топлива в камере сгорания газотурбинной установки”. Техническим результатом заявленного способа является снижение концентрации NOx и CO в продуктах сгорания за счет учета коэффициента избытка воздуха для топливо-воздушной смеси перед подачей ее в катализатор (см. графики на рис. 6,7)

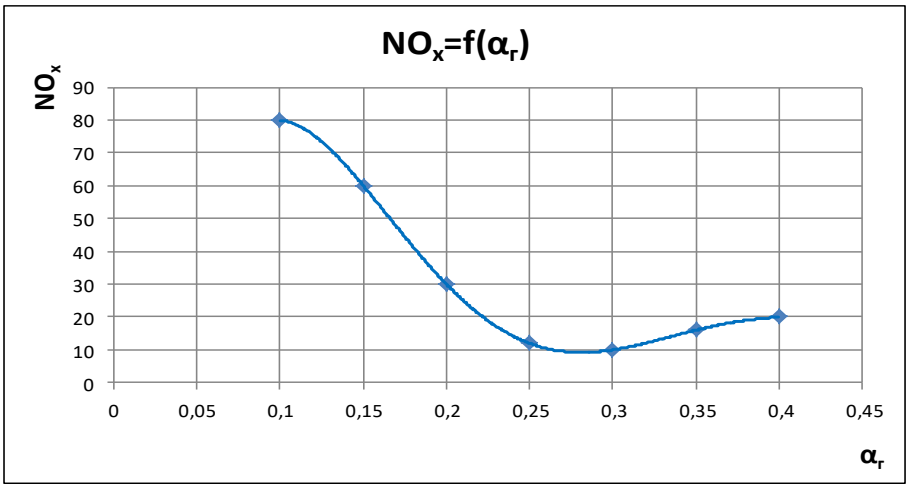

Рис. 6 График величины выбросов NOx в зависимости от значения коэффициента избытка воздуха (αг)

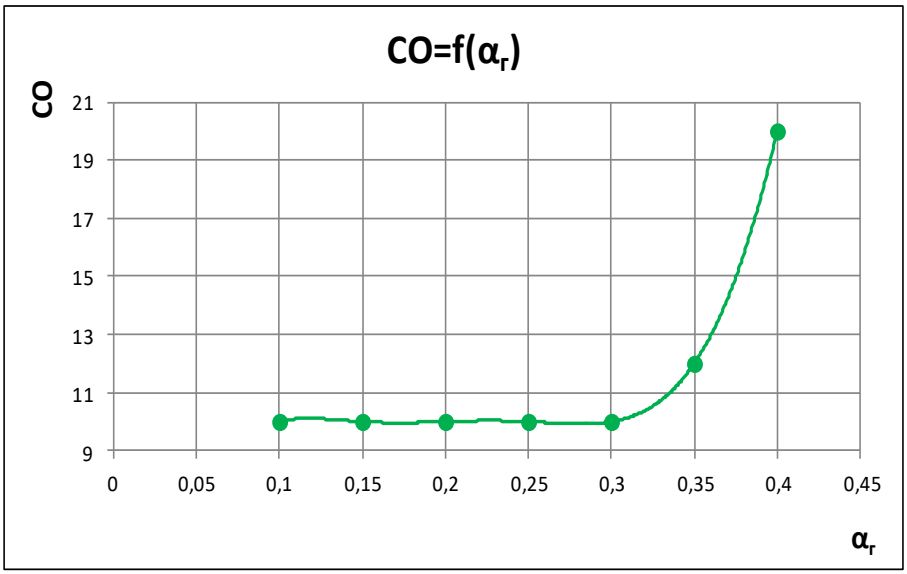

Рис.7 График величины выбросов CO в зависимости от значения коэффициента избытка воздуха (αг)

III. <u>Экономический эффект:</u>

В условиях ужесточения требований к нормам выбросов вредных веществ в атмосферу, разработанная технология определяет конкурентное преимущество выпускаемых ПАО «ОДК-УМПО» стационарных газотурбинных установок и позволяет занимать одно из лидирующих мест на рынке данной продукции.