

## **МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАМЕНИ ПО СПЕКТРУ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА**

**Чистяков А.П.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Аширов А.Н.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Грибаев А.И.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Абрамов И.В.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

**Болотов Д.К.** (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Научный руководитель – проф., д-р физ.-мат. наук Мирошниченко Г. П.**  
(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

**Консультант – канд. физ.-мат. наук Аксарин С. М.**  
(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

В данной работе был предложен метод измерения температуры потока газов в камере сгорания газотурбинного двигателя. Анализ спектра излучения радикалов  $C_2^*$  и спектра излучения сажи, описываемый моделью черного тела, позволил получить погрешность измерений около 1% от измеряемой величины в диапазоне измерений от 1000 К до 2350 К. Результаты были апробированы в рамках исследовательских работ с ОКБ им. А. Люльки.

### **Введение.**

В настоящее время возрастает интерес к оптическим датчикам температуры, которые возможно применять при сложных условиях эксплуатации. Традиционные способы регистрации для измерений температуры внутри горячих секций газотурбинных двигателей, имеют такие недостатки как, короткий срок службы и большое время отклика. Классические методы оптической пирометрии, основанные на модели абсолютно черного тела, имеют погрешность измерений не менее 100 К.

При детальном рассмотрении структуры спектра излучения топлива в камере сгорания, позволяет получить информацию о температуре, соотношении воздух-топливо (AFR), давлении и химическом составе потока газа.

### **Основная часть.**

В данной работе был предложен метод измерения температуры потока газов в камере сгорания газотурбинного двигателя. Данный метод основан на анализе спектров излучения радикалов  $C_2$  и спектра излучения сажи, описываемый моделью черного тела.

Для снятия спектральных данных в видимой области спектра с камеры сгорания газотурбинного двигателя был разработан макет устройства, состоящий из сапфирового стержня, волоконно-оптического жгута и системы обработки оптического сигнала. Сапфировый стержень, установленный в камере сгорания, передает излучение через волоконно-оптический жгут к спектрометру, входящему в состав системы обработки сигнала. Полученный спектр содержит в себе излучение радикалов  $C_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH$  и спектр излучения сажи.

Обработка сигнала реализуется с помощью итерационного алгоритма, основанного на поочередном моделировании и вычитании спектра излучения сажи, описываемого моделью

черного тела на основе температуры рассчитанной с использованием аппроксимации Вина по диапазонам длин волн от 650 нм до 750 нм, и спектра радикалов CO<sub>2</sub>. В спектральном диапазоне от 450 нм до 575 нм наблюдаются только излучение электронно-колебательно-вращательных переходов радикалов C<sub>2</sub>, анализ которых позволяет рассчитать колебательные температуры, основанные на отношениях интегральных интенсивностей серий электронно-колебательных переходов с изменением колебательных чисел от 1 к 0 и от -1 к 0. На основании разницы колебательных температур радикалов C<sub>2</sub> корректируется рассчитанная температура сажи после чего итерации алгоритма повторяются. Когда разница колебательных температур становится меньше или равна заданной величине погрешности выполнение алгоритма прекращается. Полученная в рамках последней выполненной итерации температура сажи принимается равной температуре потока газов.

**Выводы.** Данный метод позволил получить погрешность измерений около 1% от измеряемой величины в диапазоне измерений от 1000 К до 2350 К. Результаты были апробированы в рамках исследовательских испытаний в ОКБ им. А. Люльки. В рамках дальнейших исследований предлагается использовать оптическую схему для получения пространственного разрешения в камере сгорания, анализировать Лоренцево уширение спектральных линий.