



**ШЕСТАЯ
РОССИЙСКАЯ
НАЦИОНАЛЬНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ТЕПЛООБМЕНУ**

Том 3

**ТЕЗИСЫ
ДОКЛАДОВ**

**27 - 31 октября 2014 года
Москва**

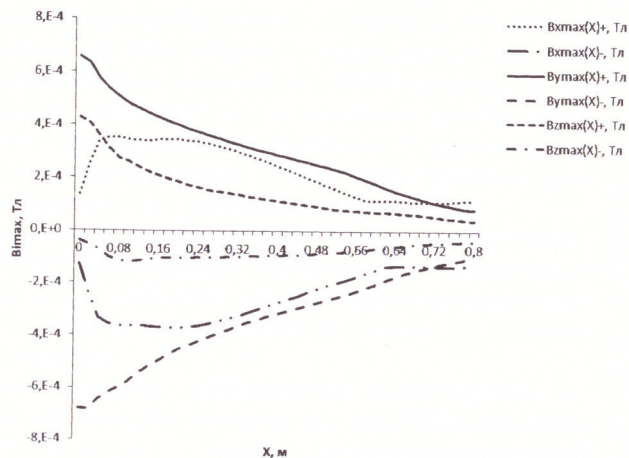


Рис. 2. Графики зависимости максимальных значений компонент магнитной индукции от координаты сечения по длине канала по оси X после изогнутой части

Наибольшие значения магнитной индукции B наблюдаются в сечении, соответствующем началу прямого канала после изогнутой части ($X = 0$). Особенностью формирующегося магнитного поля в сечении $X = 0$ является то, что величина B_y (составляющей индуцированного магнитного поля, нормальной к направлению движения жидкости вдоль оси X и ориентации внешнего магнитного поля по оси Z) превышает по абсолютной величине составляющие B_x и B_z (рис. 2). В самом же магнитная индукция B не достигает своих максимальных значений. На практике важное значение имеют данные по распределению максимальных флуктуаций индуцированного магнитного поля по длине канала. В частности, такая информация необходима при разработке расходомерных устройств для контроля жидких металлов [1].

Список литературы

1. Кебадзе Б.В. Контроль теплогидравлических параметров и диагностика состояния ядерных энергетических установок с применением статистических методов. — Обнинск, 2007.

O.V. Mitrofanova, G.D. Podzorov

National Nuclear Research University «МЭФТИ», Moscow

NUMERICAL CALCULATIONS OF THE INDUCED MAGNETIC FIELD AT GARTMAN'S FLOW IN CHANNELS WITH GENERATION OF LARGE-SCALE VORTEX STRUCTURES

УДК 543.42

Н.И. Москаленко, И.Р. Додов

Казанский государственный энергетический университет

МЕТОДЫ РАСЧЕТОВ РАДИАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ТОПЛИВ

Рассматриваются методы расчетов радиационных характеристик газовых ингредиентов продуктов сгорания органических топлив, необходимых для моделирования радиационного теплообмена в камерах сгорания энергетических агрегатов и факелов аэроносителей в атмосфере, систем залпового огня и в других высокотемпературных средах. Анализируется метод модельного представления спектров, эмпирические методики, метод численного моделирования тонкой структуры спектров (МЧМТС) поглощения (излучения). Основной характеристикой, определяющей радиационный теплообмен, является функция спектрального пропускания (ФСР), которая в общем случае зависит от тонкой структуры спектров излучающих и поглощающих сред и функции источника излучения. Влияние последних учитывается введением коэффициентов селективности в ФСР и коэффициентов неравновесности в функцию источника излучения.

В настоящее время актуально повышение эффективности радиационного теплообмена в камерах сгорания. Математическая модель радиационного теплообмена для своей реализации требует знания ФСР и структурных характеристик среды в камере сгорания, включая температуру и концентрации ингредиентов по ее объему [1]. Химический состав продуктов сгорания может быть рассчитан термодинамическим методом [2]. Поле температуры может быть вычислено путем замкнутого моделирования радиационного теплообмена [1] с применением итерационной температуры уточнения решения до установления стационарного состояния среды камеры сгорания. Далее полученное распределение температуры по объему топки и ФСР в структурно-неоднородной среде используется для вычисления потоков излучения по тепловоспринимающим поверхностям топки. В связи с большим объемом вычислений в задачах моделирования радиационного теплообмена необходимо, чтобы расчетные формулы для ФСР были достаточно простыми и однотипными для различных газовых компонентов, формирующих спектры поглощения (излучения), и в то же время с достаточной степенью точности аппроксимировали действительную ФСР. Несмотря на значительный прогресс вычислительной техники и молекулярной спектроскопии МЧМТС поглощения (излучения) в расчетах ФСР, их применение в широких масштабах остается затруднительным вследствие большой трудоемкости таких вычислений, но его применение достаточно эффективно для кон-

троля погрешностей, возникающих в результате применения приближенных методов расчета ФСП.

Учет влияния неравновесности излучения на радиационный теплообмен возможно выполнить путем учета неравновесного радиационного выхолаживания [3] и введения колебательных температур в ФСП и в функцию источника излучения. Последние различаются для различных оптически активных ингредиентов и могут зависеть от колебательных и вращательных квантовых чисел переходов, формирующих электронные, колебательно-вращательные и вращательные полосы поглощения (излучения).

В докладе преимущественно обсуждаются оперативные методы вычислений ФСП: метод модельного представления спектров и двухпараметрический метод эквивалентной массы. Показано, что двухпараметрический метод расчета ФСП является наиболее точным и универсальным при решении задач радиационного теплообмена.

Выполненные сравнения спектров коэффициентов молекулярного поглощения излучения паров при высоких температурах до 2500 К, полученных экспериментально и вычисленных по параметрам спектральных линий атласов [4], показали, что для комбинационных и обертоновых полос расчетные данные по спектральным коэффициентам поглощения сильно занижены от двух до десяти раз. Это занижение обусловлено ненадежным учетом эффекта ангармонизма молекулы паров H_2O в спектрах молекулярного поглощения при высоких температурах.

Список литературы

1. Москаленко Н.И., Загидуллин Р.А., Зарипов А.В., Локтев Н.Ф. Моделирование радиационного теплообмена с учетом неравновесности и селективности излучения в топках энергетических котлов тепловых электрических станций. I математическая модель // Изв. вузов. Проблемы энергетики. 2012. № 1—2, С. 23—32.
2. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания / Д.Е. Аймасов, А.Ф. Дрегаллин, А.П. Тишин и др. — М.: ВИНТИ, 1972. — 490 с.
3. Кондратьев К.Я., Москаленко Н.И. Тепловое излучение планет. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 264 с.
4. HITRAN on Web. — Cambridge, MA, USA. — <http://hitran.iao.ru>

N.I. Moskalenko, I.R. Dodov

Kazan State Power Engineering University

METHODS OF CALCULATION OF RADIATION CHARACTERISTICS OF GASEOUS PHASE COMBUSTION PRODUCTS OF ORGANIC FUELS

УДК 629.125:551.521

Н.И. Москаленко, Ю.А. Ильин, М.С. Садыкова^()*

Казанский государственный энергетический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ЭМИССИИ И ПОГЛОЩЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ВОДЯНЫМ ПАРОМ

Рассматриваются результаты экспериментальных исследований, радиационных характеристик водяного пара в диапазоне температур 350—2500 К, выполненных на спектральных измерительных комплексах, функционирующих в режимах поглощения излучения водяным паром и регистрации абсолютных спектров его излучения. В диапазоне температур 300—1500 К экспериментальные исследования радиационных характеристик выполнялись с применением высокотемпературных кювет с электрическим обогревом, в том числе кюветы высокого давления. При температурах 1500—2500 К измерения выполнялись на пламенных измерительных комплексах.

Выполненные экспериментальные исследования показали, что при использовании ламинарного течения продуктов сгорания, излучения водяного пара в водород-кислородном и водород-воздушном пламенах являются равновесными в инфракрасной области спектра, и функция источника излучения определяется функцией Планка для абсолютно черного тела при термодинамической температуре излучающей среды. Последнее позволило использовать линии излучения водяного пара для определения температуры пламени методом самообращения спектральных линий в полосах 1,37 и 1,87 мкм водяного пара. Спектры излучения водяного пара при температурах более 1500 К измерены на спектральной установке высокотемпературный газовый излучатель (СУВГИ) [1] и лабораторных макетах этой установки в области спектра 0,2—20 мкм $H_2 - O_2$ пламени на режимах с избытком окислителя $\alpha_{ок} < 1$. Концентрации ингредиентов продуктов сгорания вычислены термодинамическим расчетом с погрешностью 0,8 %. В УФ области спектра излучения $H_2 - O_2$ пламени обусловлено главным образом гидроксидом OH, наиболее интенсивные полосы которого расположены в диапазоне длин волн 261—36 нм. Полос горячего молекулярного кислорода (Шумана—Рунге) в спектрах излучения не обнаружено. Это связано, с тем что измерения выполнялись на режимах с $\alpha_{ок} < 0,5$, когда в продуктах сгорания практически отсутствует молекулярный кислород.

Водород-кислородное пламя относится к прозрачным пламенам, когда его излучательная способность в видимой части спектра $\epsilon_{\lambda} \leq 0,003$. В спектре излучения наблюдаются слабые полосы в окрестности длин волн 577,5;

^(*)М.С. Садыкова, maryana1125@mail.ru