



ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТЕПЛОВЫЕ И ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ

ЭНЕРГИЯ-2016

ОДИННАДЦАТАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

5-7 апреля 2016 г.
г. Иваново

ТОМ 2

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ивановский государственный энергетический
университет имени В.И. Ленина»
Российский национальный комитет СИГРЭ (Молодежная секция)
Академия электротехнических наук РФ

**ТЕПЛОВЫЕ И ЯДЕРНЫЕ
ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИИ**

«ЭНЕРГИЯ-2016»

ОДИННАДЦАТАЯ
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ

г. Иваново, 5-7 апреля 2016 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ТОМ 2

ИВАНОВО

ИГЭУ

2016

СЕКЦИЯ 9

ТЕПЛООБМЕН В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСТАНОВКАХ

Председатель – к.т.н., доц. В.Ю. Пронин

Секретарь – магистрант И.А. Скворцов

М.С. Хамидуллина, асп.; И.Р. Додов, маг.;

рук. Н.И. Москаленко, д.ф.-м.н., проф.

(КГЭУ, г. Казань)

РАДИАЦИОННЫЙ ТЕПЛООБМЕН В МНОГОКАМЕРНЫХ ТОПКАХ И ТЕПЛООБМЕННИКАХ

В настоящей работе выполнены расчеты радиационного теплообмена в топках и теплообменниках энергетических установок с учетом равновесных и неравновесных процессов излучения продуктов сгорания энергетических установок. Многокамерная конструкция топок и теплообменников позволяет повысить эффективность радиационного теплообмена за счет увеличения скорости радиационного выхолаживания, повысить паропроизводительность котла в 2÷3 раза и повысить КПД котла на 2÷3 % [1]. Алгоритмы для выполнения расчетов радиационного теплообмена представлены в [1]. Расчеты выполняются в два этапа. Сначала выполняется расчет температурного поля для заданной конструкции камеры сгорания методом временных итерационных процедур с нормировкой на изменение энтальпии продуктов сгорания. Вторым этапом выполняются расчеты распределения потоков теплового излучения по тепловоспринимающим поверхностям топки или радиационного теплообменника по известному полю температуры, концентрации оптически активных ингредиентов, эффективному давлению в топке.

Расчеты выполняются в следующей последовательности. По выбранной многокамерной конструкции, паропроизводительности котла, температуре пара T_p , давлению $T_{пп}$ перегретого пара, составу топлива определяется температура уходящих газов, потери тепла, КПД котла. На основе уравнения баланса энергии по КПД котла определяется топливопотребление котла, а по химическому составу топлива определяются рабочие массы различных ингредиентов топлива. Далее произво-

дится расчет масс ингредиентов продуктов сгорания и из уравнения Бойля-Мариотты определяются объемы ингредиентов продуктов сгорания, теоретически необходимый объем кислорода для полного сжигания топлива. По концентрации кислорода в атмосфере определяется теоретически-необходимый объем воздуха для полного сжигания топлива, а по значению коэффициента избытка воздуха α – реальный объем воздуха, потребляемый котлом. Далее проводится расчет энтальпии продуктов сгорания в зависимости от температуры и из уравнения энергетического баланса определяется адиабатическая температура – начальная температура продуктов сгорания в топке или теплообменнике [2].

Наиболее эффективны топки многокамерной конструкции для сжигания газового топлива с подовым горелочным устройством с восходящим движением продуктов сгорания топке (радиационном теплообменнике) и вертикальным развитием пламени подовых многокамерных горелок, формирующих единые для всех камер многокамерной топки горелочное устройство матричного типа с общим газовым коллектором для подачи газообразного топлива и коллектора для подачи окислителя (воздуха или кислорода). Горелочное устройство целесообразно выполнять с радиатором для охлаждения его водой по независимому циркуляционному контуру.

Многокамерные топки перспективно использовать и для сжигания твёрдых топлив. При этом сжигание топлива производится в циклонных предтопках, позволяющих очистить продукты сгорания от зольной составляющей. Сама камера в этом случае является радиационным теплообменником, которая для повышения эффективности радиационного выхолаживания выполняется многокамерной. Согласно разработанной математической модели радиационного теплообмена радиационное выхолаживание в топке определяется скоростью радиационного

выхолаживания $\frac{\partial T}{\partial t}$ (t – время) и временем пребывания продуктов сгорания в топке, так что температура на выходе из топки определяется соотношением

$$T_{\text{вых}} = T_a - \int_0^H \frac{\partial T(z)}{\partial t} \cdot \frac{dz}{V(z)},$$

где T_a – адиабатическая температура продуктов сгорания, зависящая от координат z , $V(z)$ – скорость радиационного выхолаживания, изменяющаяся в связи с изменением температуры T по ходу движения продуктов сгорания. В докладе проводятся детальные расчеты радиационного теплообмена для котла с циклонными предтопками для сжигания твёрдого топлива и для многокамерной топки цилиндрической формы

для газового топлива при компоновке парового котла с турбогенератором.

Библиографический список

1. Москаленко Н.И., Мирумянц С.О., Локтев Н.Ф., Мисбахов Р.Ш. Равновесные и неравновесные процессы излучения: Высокотемпературные среды, радиационный теплообмен. Казань: Изд. КГЭУ 2014. 267с.
2. Москаленко Н.И. и др. Спектральная установка для исследований характеристик молекулярного поглощения в высокотемпературных средах. // Журнал прикладной спектроскопии. Т.32. №2. с.377-381.

А.С. Ракитин, асп.;

рук. Л.С. Флейшман, к.ф.-м.н., вед.н.с.

(«Энергетический институт

им. Г.М. Кржижановского», г. Москва)

РАЗРАБОТКА НЕОХЛАЖДАЕМЫХ ТОКОВВОДОВ ВТСП ТРАНСФОРМАТОРА

Для поддержания работоспособности электрооборудования на основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) необходимо применять системы криообеспечения, и, как следствие, криогенные токовводы. В [1] показано, что токовводы могут вносить значительный вклад в общие потери системы криообеспечения.

Неохлаждаемые токовводы разрабатывались в рамках контракта по производству опытного образца трехфазного ВТСП трансформатора в ОАО «ЭНИН». Обозначены основные проблемы, возникающие при разработке криогенных токовводов ВТСП трансформатора, рассмотрено современное состояние теории неохлаждаемых токовводов, а также применен простейший метод численного анализа их теплового состояния.

Теория неохлаждаемого токоввода [2], являясь достаточно простой, основывается на анализе одномерного уравнения теплопроводности с граничными условиями первого рода, откуда следует, что минимальный теплоприток для заданного материала достигается при определенном отношении площади поперечного сечения токоввода к его длине. Сложности возникают при попытках учесть конструкционные особенности токоввода, нелинейность, специфику граничных условий, анализировать нестационарные режимы работы. Примерами таких попыток могут служить работы [3] и [4]. Очевидно, применение численных методов позволяет решить подобную задачу наиболее просто и эффективно.