

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ U-ОБРАЗНЫХ РАДИАЦИОННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ГОРЕЛОК

© А.И. Голоднова, 2012

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург

© Г.М. Дружинин, 2012

ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт
металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург

Радиационные газовые трубчатые нагреватели (радиационные трубы) широко применяются для безокислительного нагрева металла в печах с защитной атмосферой. При выборе того или иного типа размера нагревателя одной из основных характеристик является равномерность нагрева и температура наружной поверхности стенки трубы.

Как правило эти параметры определяются экспериментальным путем при стендовых испытаниях и зависят от типа горелочного устройства, тепловой нагрузки, интенсивности теплоотдачи (температуры печного пространства) и т.п. [1]. Огневые испытания являются достаточно дорогостоящими и трудозатратными, поэтому в последние годы параллельно с ними широкое применение находят методы расчетных исследований с помощью компьютерного моделирования.

Целью данной работы является определение возможности применения пакета расчетных программ SolidWorks (приложении Flow Simulation) для определения характеристик тепловой работы, в частности температуры наружной поверхности радиационного нагревателя.

Для оценки достоверности и адекватности результатов были использованы экспериментальные данные, полученные в ОАО «ВНИИМТ».

Исследовалась тепловая работа нагревателя РНУ-200 (рис. 1) с регенеративными горелками ВНИИМТ (с кассетным регенератором) и горелками труба в трубе с радиационно-конвективным рекуператором. Параметры работы данных горелок соответствуют данным табл. 1.

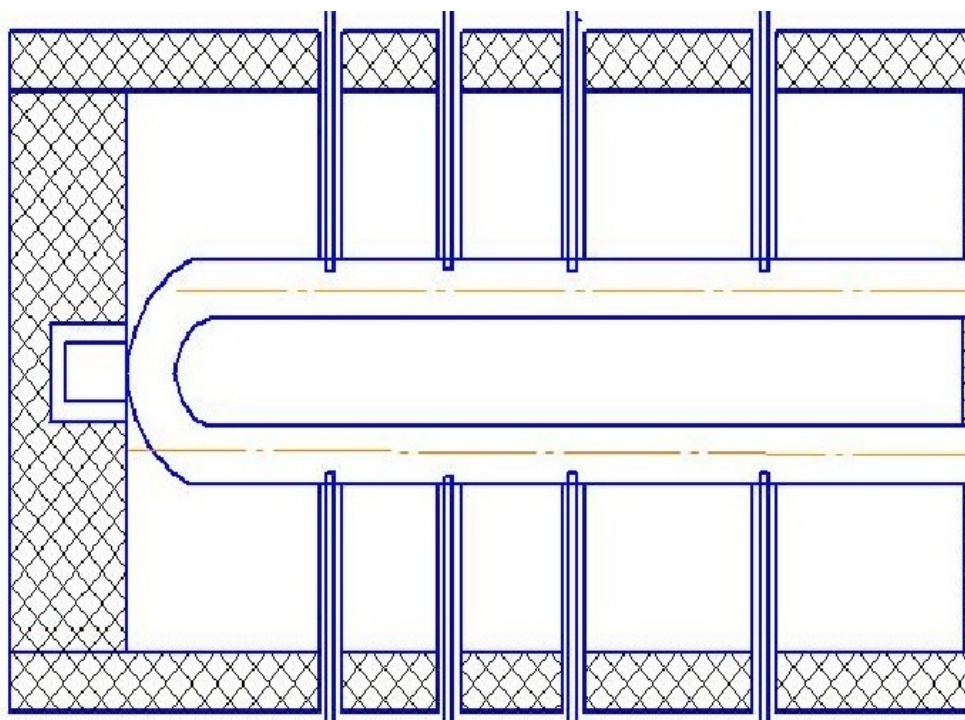


Рис. 1. Схема горелочного стенда с установленными термодатчиками

Таблица 1

Данные для расчета

№ Опыта	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
Название параметра				
1. Расход газа, м ³ /ч	8	4	12	6
2. Расход воздуха, м ³ /ч	40	20	48	30
3. Температура воздуха на горения, С	800	600	350	250
4. Температура дымовых газов перед регенератором или рекуператором, С	1000	800	1100	850
5. Скорость воздуха, м/с	5	3	6	4
6. Скорость топлива, м/с	7	5	8	6
7. Тепловая мощность, кВт	78	36	80	40

В опытах 1 и 2 исследована работа U-образной трубы с регенеративными горелками ВНИИМТ, а в опытах 3 и 4 работа нагревателей U-образной трубы с горелками типа труба в трубе и с рекуператором радиационно-конвективным типа.

Основной задачей моделирования было определить температуру поверхности трубы при различных режимах работы нагревателей и с разной тепловой мощностью. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Температура поверхности трубы (расчет)

№ опыта	Тип горелки	Температура поверхности трубы, С									
		Прямая ветвь					Обратная ветвь				
		0,25 м	0,75 м	1,25 м	1,75 м	2 м	2 м	1,75 м	1,25 м	0,75 м	0,25 м
Опыт1	регенеративная горелка	600	645	647	650	654	649	657	644	637	630
Опыт2		750	825	838	840	829	818	812	810	805	788
Опыт3	рекуперативная горелка	679	682	684	677	678	670	660	645	640	630
Опыт4		725	800	876	870	868	825	814	800	775	726

Для сравнения результаты экспериментального определения температуры поверхности стенки радиационного нагревателя приведены в табл. 3 и рис. 2 и 3, на которых изображены температуры поверхности трубы прямой и обратной ветви.

Таблица 3

Опытные данные распределения температур по поверхности трубы

Тип горелки	№ опыта	Температура поверхности на расстоянии							
		Прямая ветвь				Обратная ветвь			
		0,25 м	1 м	1,75 м	2 м	2 м	1,75 м	1 м	0,25 м
Регенеративная	Опыт 1	625	695	695	695	685	675	670	665
	Опыт 2	775	840	850	845	840	830	830	825
Рекуперативная	Опыт 3	705	705	710	702	700	700	675	665
	Опыт 4	750	825	890	880	860	840	830	820

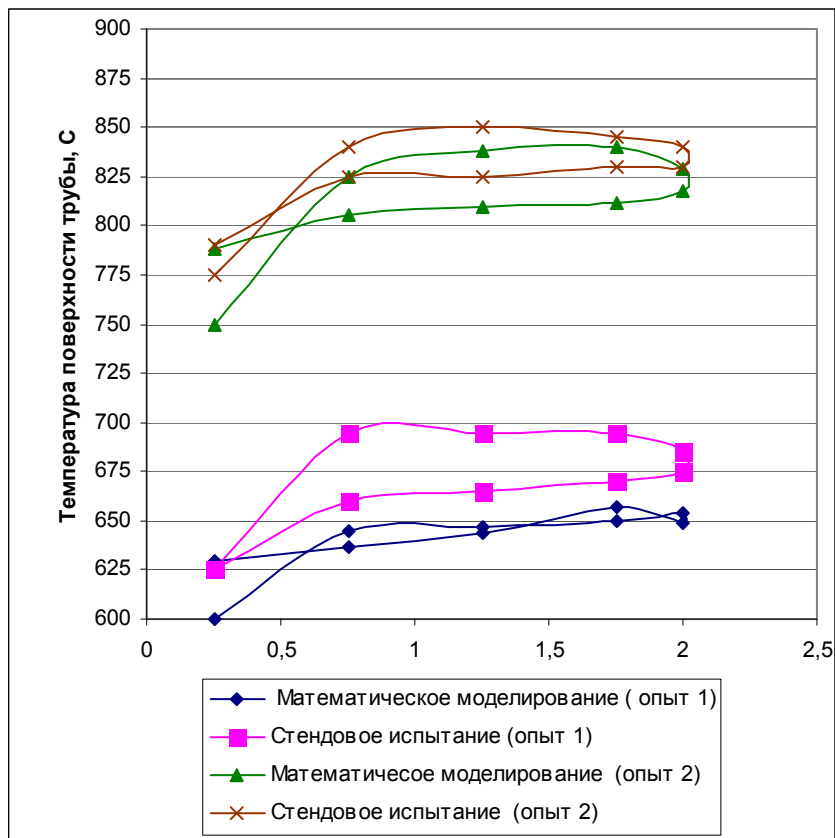


Рис. 2. Температура поверхности трубы при работе U-образной трубы с регенеративными горелками (опыт 1 и опыт 2)

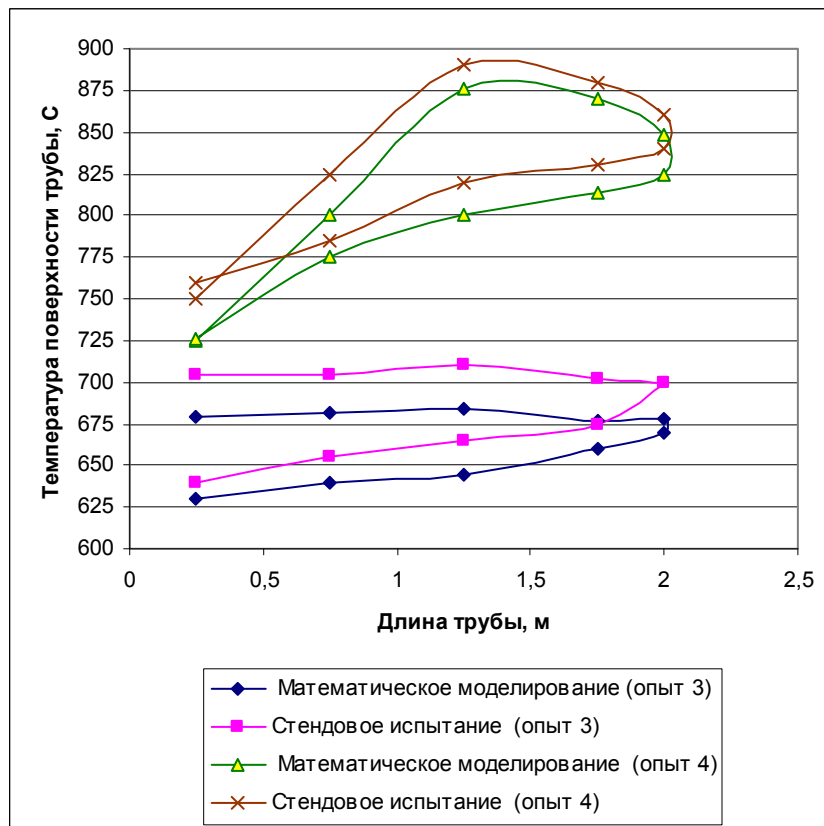


Рис. 3. Температура поверхности трубы при работе U-образной трубы с рекуперативными горелками (опыт 3 и опыт 4)

Анализ экспериментальных и расчетных данных показывает, что используемый метод компьютерного моделирования с применением пакета SolidWorks достаточно адекватно описывает сложные процессы теплообмена и аэродинамики, протекающие при сжигании топлива в радиационных газовых нагревателях. Это позволяет использовать данный метод для прогнозирования характеристик тепловой работы радиационных труб при изменении диаметра труб, тепловой нагрузки, способа сжигания, а так же других конструктивных и реконструктивных параметров.

Список использованных источников

1. *Маслов В.И. Бондаренко О.Н. Рязанов В.Т. Совершенствование сжигания природного газа в металлических U-образных трубах // Сталь. 1985. № 3. С. 525–253.*

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОКАЛЬЦИНАТОРА

© А.В. Дикарева, Т.Е. Герасименко, Е.И. Мешков, 2012

ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», г. Владикавказ

Электрокальцинатор (ЭК) – эффективный агрегат для проведения высокотемпературных процессов прокаливания углеродных материалов. Сущность этих процессов заключается в развитии и формировании кристаллической решетки графита [1] при температуре 2000–2500 °С. В ЭК процессы теплообмена и нагрева материала оказывают основное влияние на интенсивность и результат данного процесса.

Нагрев в основном осуществляется за счет выделения теплоты в слое прокаливаемого материала при прохождении через него электрического тока. Теплота также выделяется при горении обрабатываемого материала и летучих веществ, выделяющихся из него.

Тепловое поле во внутреннем пространстве ЭК распределено крайне неравномерно. Установлено, что концентрация силовых линий тока и наибольший разогрев (свыше 2500 °С) проходит в зонах, расположенных в межэлектродном пространстве вблизи осевой линии, а материал возле стенок ЭК нагревается (от 800 до 1200 °С) за счет потока тепла, идущего от центральных наиболее нагретых электрическим током зон. Этой температуры недостаточно для получения продукта требуемого качества, что приводит к снижению технико-экономических показателей из-за необходимости отделения непрокаленной части продукта для повторной обработки.

Прямой контроль температуры внутри ЭК практически осуществить трудно, поэтому для исследования вычислительным экспериментом и оптимизации процесса целесообразно создать его математическую модель. Для этого нами использован зональный метод расчета теплообмена и следующая схема разбиения ЭК на зоны (рис. 1).