

РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ГЕОМЕТРИИ И РАСЧЕТНОЙ СЕТКИ МОДЕЛИ НТВ ТОПКИ

¹ Е.Р. Цибизов, ² А.А. Худеев, ³ К.Ю. Орлова
Томский политехнический университет
ЭНИН, ПГС и ПГУ, группы ¹5ВМ61, ²5ВМ5А, ³А5-43

В настоящее время перевод энергетических котлов на низкосортное твердое топливо является актуальной задачей энергетической отрасли. Для проектирования новых топочных камер необходимо исследование процессов, протекающих при сжигании твердого топлива. Решить данную задачу помогает математическое моделирование. Оно позволяет резко удешевить процесс исследования с необходимой достоверностью, так как используются апробированные технологии.

Технология низкотемпературного сжигания (НТВ-сжигание) является одним из перспективных, но все еще малоизученных направлений. Данный метод сжигания интересен тем, что при его исследовании был выявлен ряд преимуществ: стабилизация воспламенения и горения, повышения коэффициента тепловой эффективности, снижение шлакования и загрязнения рабочих поверхностей нагрева, снижение выбросов оксидов азота и серы [1].

Задачей данной работы является создание модели НТВ топки с учетом ее геометрических характеристик.

Математическая модель НТВ топки была создана при помощи пакета прикладных программ FIRE-3D, в основу которого заложены современные подходы и методы математического описания сложных физико-химических процессов.

Для расчета был выбран котел П-49, установленный на Назаровской ГРЭС. Котел П-49 (Пп-1600-25-545/545) конструировался для получения перегретого пара, при сжигании сушонки Назаровского бурого угля с жидким шлакоудалением. Котел предназначен для работы в блоке с турбиной К-500-240 мощностью 500 МВт. Котел П-49 – прямоточный, состоит из двух корпусов с трехходовой компоновкой, работающих независимо друг от друга [2].

Первые расчеты были выполнены на полной сетке котла П-49: 12 горелочных устройств, система нижнего дутья (СНД) разбитая на пять щелей по ширине топки котла, третичное дутье нижнего яруса (НЯ) в количестве 36 шт., средний ярус (СЯ) в количестве 16 шт [2]. Продольный и поперечный разрезы, а также модель топки в изометрии представлены на рисунке 1.

Размер расчетной сетки такой модели 79x45x192 ячеек. На основе данной модели проводились первые расчеты. Модель оказалась слишком громоздкой: полный расчет занимал от 3 до 4 суток, что не позволяло быстро оценить влияние исходных данных на результат. Кроме того, в данной модели не учтен аэродинамический выступ на тыльной стене топки котла. Для решения данных проблем было принято решение о создании новой модели, учитывающей все изъяны первой.

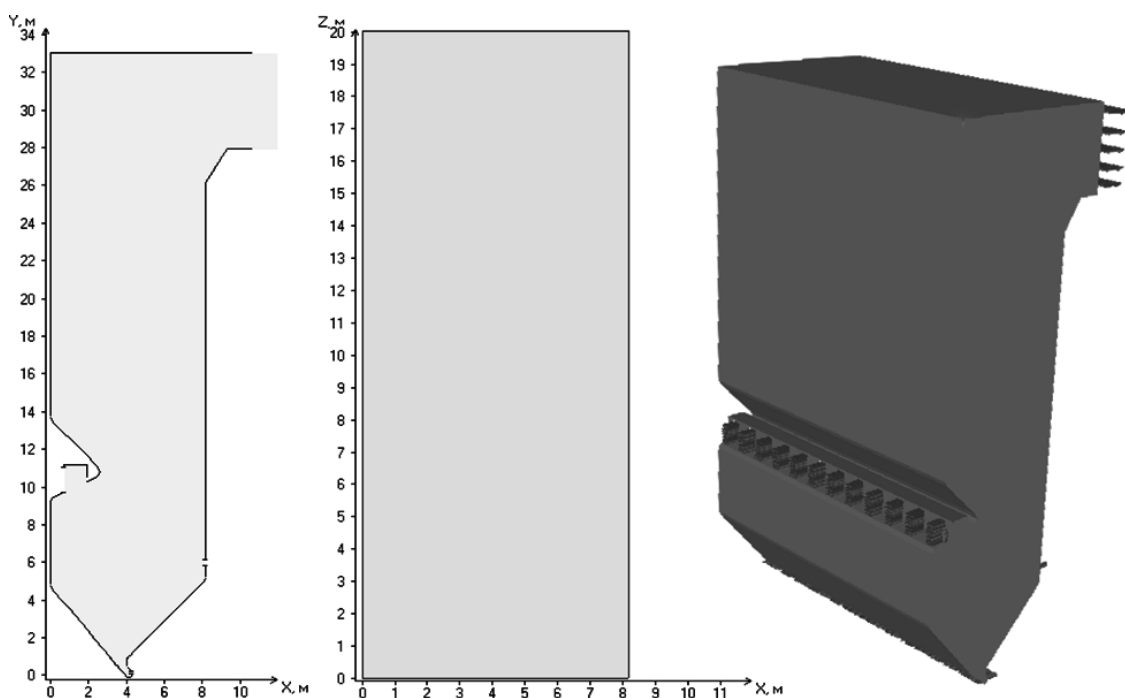


Рис. 1. Геометрическая модель исследуемого котла

Топка исследуемого котла симметрична по ширине, все горелки и устройства подачи воздуха располагаются в продольной плоскости топки, следовательно, аэродинамика является плоской (параллельно боковой стене), следовательно, целесообразно использовать для моделирования не весь топочный объем, а только его часть. На рисунке 2 показаны продольный и поперечный разрезы полученной модели.

Полученная расчетная сетка имеет размер 96x53x61 ячеек. Фундаментальными отличиями от первой модели являются:

- уменьшение объема модели;
- уменьшение количества горелочных устройств и устройств подачи воздуха – четыре горелки, СНД представляет собой щель вдоль всей ширины топки котла, НЯ включает в себя восемь устройств, СЯ включает в себя 4 устройства;
- модель учитывает оба аэродинамических выступа.

С помощью полученной модели возможно проводить расчет за небольшой промежуток времени (12-20 часов), при этом точность расчета остается достаточно высокой.

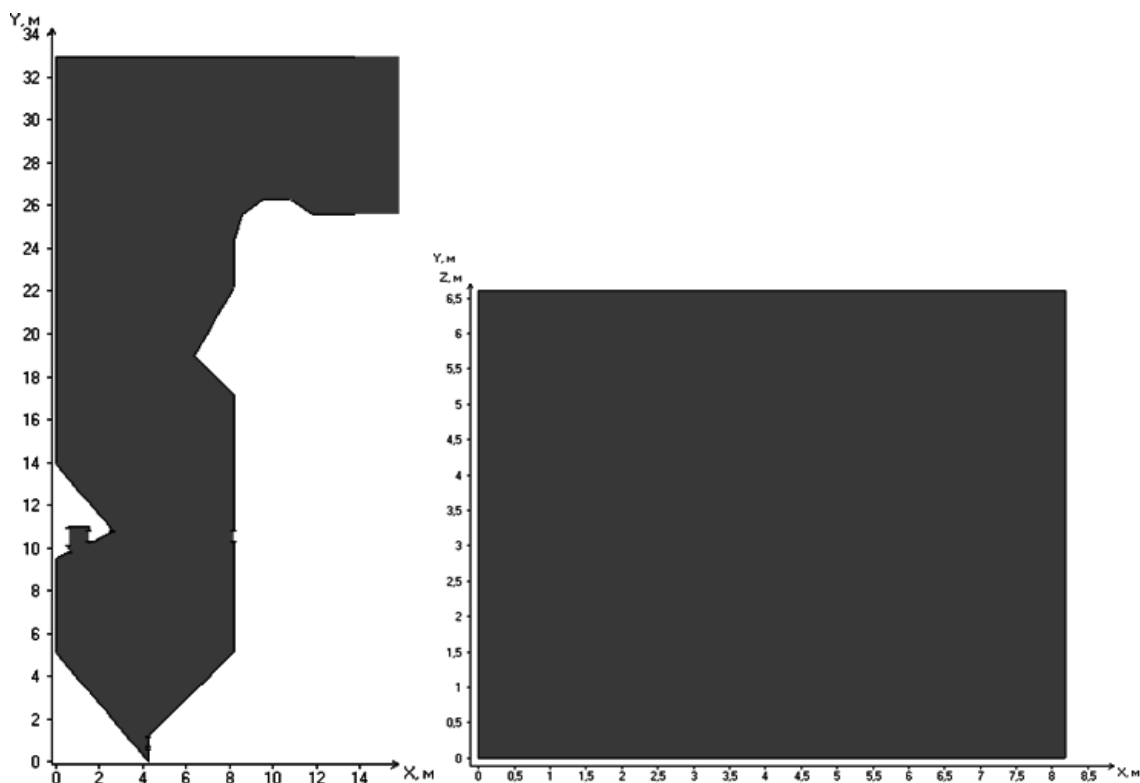


Рис. 2. Продольный (XY) и поперечный (XZ) разрез уменьшенной топки исследуемого котла

Полученная модель была опробована на буром угле Назаровского месторождения, характеристики которого представлены в таблице 1.

Табл. 1. Характеристики бурого угля Назаровского месторождения

Наименование	Обозначение	Размерность	Значение
Углерод	C^r	%	46,22
Водород	H^r		3,20
Кислород	O^r		15,60
Сера	S^r		0,49
Влага	W^r		24,00
Зола	A^r		10,00
Азот	N^r		0,49
Низшая теплота сгорания	Q_i^r	ккал/кг	5326,00
		кДж/кг	22380,00

В результате расчетов были получены следующие результаты:

- распределение скоростей в сечении по горелкам – рисунок 3;
- концентрация частиц между горелками – рисунок 4.

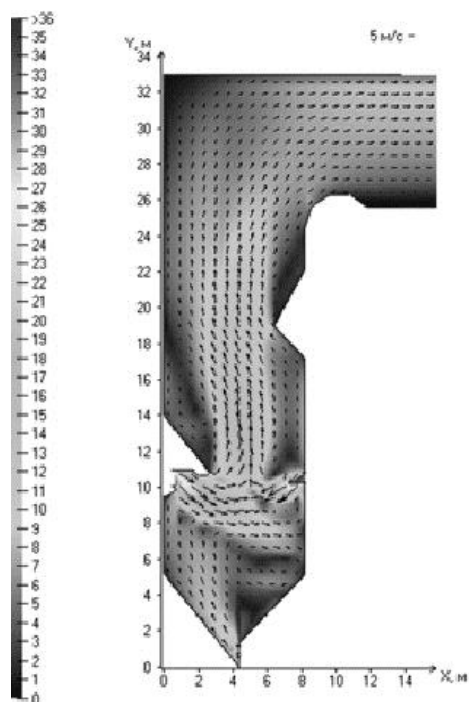


Рис. 3. Распределение скоростей

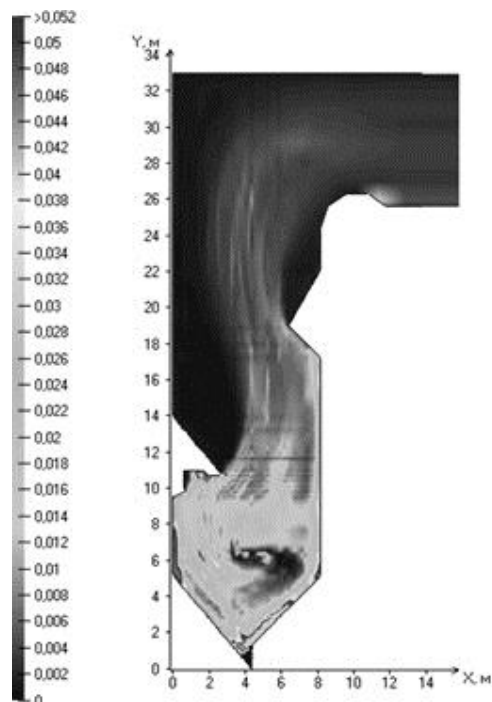


Рис. 4. Распределение концентрации частиц

Вывод: в ходе работы создана математическая модель НТВ-топки котла П-49 для проведения расчетов в пакете прикладных программ FIRE 3D. Полученные поля скоростей и концентрации частиц показали работоспособность модели. Требуется дальнейшая работа по поиску наиболее оптимальных параметров (скорости дутья, температуры дутья, фракционного состава топливовоздушной смеси) для исследования НТВ-сжигания на примере котла П-49.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Математическое моделирование топочных процессов при сжигании грубоизмельченного топлива Лебедев Б.В., Заворин А.С., Старченко А.В. и др. // Горение и плазмохимия. 2006. Т. 4.4.М, С.255-259.
2. Гургелижиу П.С. Численное моделирование аэротермохимических процессов в топочной камере котла блока 500 МВт при сжигании назаровского угля / П.С. Гургелижиу, К.Ю. Щербакова; науч. рук. Б.В. Лебедев // Современные техника и технологии: сборник трудов XXI международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 5-9 октября 2015 г.: в 2 т. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — Т. 1. — [С. 37-39].

Научный руководитель: Б.В. Лебедев, к.т.н., доцент каф. ПГС и ПГУ ЭНИН ТПУ.