

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА В ТОПКЕ КОТЛА БКЗ-320-140

Визгавлюст Н.В.¹, Старченко А.В.², Гиль А.В.¹, Тайлашева Т.С.¹

¹ Томский политехнический университет, г. Томск

² Томский государственный университет, г. Томск

Загрязнение атмосферного воздуха является одной из главных проблем современности из-за несовершенной хозяйственной деятельности человека. Искусственные антропогенные источники загрязнения воздуха представляют наибольшую опасность, и в первую очередь, связанные с процессами сжигания натуральных топлив [1].

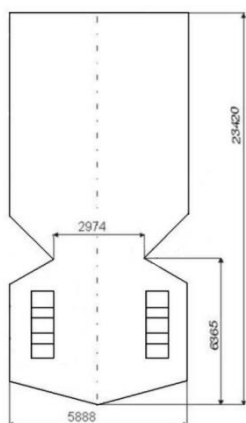


Рис. 1 Геометрические характеристики топки котла БКЗ–320–140

Примерно 40 % от общего количества загрязняющих атмосферу оксидов азота генерируется тепловыми электрическими станциями, сжигающим органическое топливо. Предсказание образования вредных веществ при сжигании органического топлива в котлах тепловых электростанций является одной из основных задач для энергетики. Использование методов численного исследования не только облегчает решение задач, но и позволяет проработать несколько вариантов

рассматриваемой проблемы, для оценки конструктивных изменений и оптимизации инженерных решений для исследуемых объектов.

В данной работе используется численное моделирование процесса генерации оксидов азота при горении угольной пыли на базе модели созданной Митчеллом и Тэрбеллом [2]. Эта кинетическая модель проста в использовании, т.к. включает 13 реакций, учитывает процессы выхода и горения летучих, горение коксовой частицы. Модель [2] дает современное представление об аэромеханике процессов, ведущих к генерации оксидов азота при сжигании пылевидного топлива [3].

Аналитическое исследование модели Митчелла–Тэрбелла проведено в топке котла БКЗ–320–140 с последующей верификацией полученных результатов с экспериментальными данными натурного эксперимента [4].

Котел БКЗ–320–140ПТ (рис. 1) сжигает бурые угли Канско-Ачинского бассейна [4]. Спроектирован котел в однокорпусном исполнении П–образной компоновки с жидким шлакоудалением. На

отметке 11 400 м от нулевой находится «пережим», разделяющий камеру горения и камеру охлаждения. Каждый из двух восьмигранных предтопок, составляющих камеру горения, оборудован четырьмя щелевыми горелками [4].

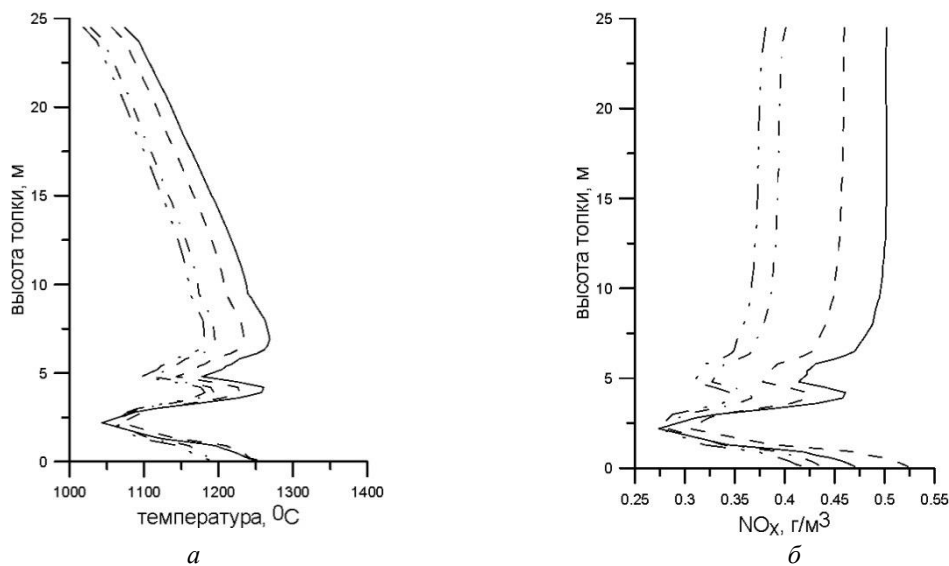


Рис. 2 Распределение по высоте топки:

а – средней в сечении температуры, б – концентрации оксидов азота:

— · — · — — $\delta=0,72$, — · — · — $\delta=0,62$ — — — $\delta=0,55$, — — — $\delta=0,38$

Расчеты выполнялись с использованием: аэротермодинамических и температурных полей, полученных с помощью пакета прикладных программ (ППП) FIRE 3D [5]; концентрации оксидов азота – ППП FIRE 3D- NO_x [6], в зависимости от ступенчатой подачи топлива при постоянных избытке воздуха на выходе из топки 1,27 и нагрузке котла 300 т/ч. В качестве показателя организации ступенчатого сжигания принято отношение $\delta = V_1/V_p$, где V_1 – расход топлива на нижний ярус горелок, V_p – расход топлива на котел.

На рис. 2 представлено распределение по высоте топочной камеры температур и концентрации оксидов азота, осредненные в горизонтальных сечениях.

Максимальное количество оксидов азота NO_x образуется в зоне активного горения (рис. 2 б), характеризующейся повышенными значениями температуры двухфазного потока (рис. 2 а). Процесс образования оксидов идет в двух сравнительно не больших зонах, расположенных ниже и выше уровня горелочного пояса. Концентрация оксидов азота по ходу факела существенно не изменяется, это говорит о том, что образование оксидов в основном происходит на стадии выгорания летучих. Образование оксидов азота в камере охлаждения в

небольших количествах (10–15 %) от конечной концентрации на выходе из топки происходит за счет остаточного азота топлива в частицах, выносимых из камеры горения.

На рисунке 3 приведено сравнение полученных численных результатов с натурными исследованиями [4] и расчетной методикой [7] в зависимости от ступенчатой подачи топлива на выходе из топки.

Из рисунка 3 видно, что разработанная численная модель имеет высокую достоверность предсказания генерации оксидов азота. В дальнейшем может использоваться для предпроектной проработки конструктивных решений и модернизации котельных агрегатов, а организация ступенчатого сжигания является результативным методом внутритопочного подавления оксидов азота в топках промышленных котлоагрегатов.

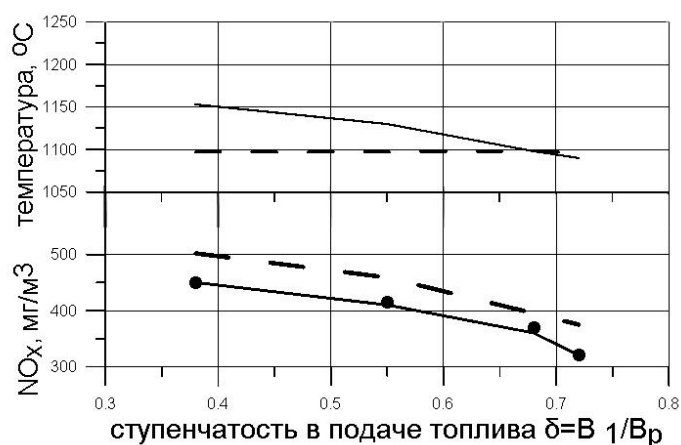


Рис. 3 Распределение на выходе из топки температуры и концентрации оксидов азота в зависимости от ступенчатости подачи топлива:

- – экспериментальные измерения [4], — — — — расчет с помощью ППП FIRE 3D- NO_x , — — — — расчет по нормативному методу [7]

Список литературы:

1. Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 144 с., ил.
2. Mitchell J.W., Tarbell J.M. A kinetic model of nitric oxide formation during coal combustion // American Institute of Chemical Engineers Journal. – 1982. – V. 28. – № 2. – P. 302–310.
3. Иванова Н.В., Старченко А.В. Моделирование образования оксидов азота при горении угольной пыли. // Известия ТПУ, – Томск: ТПУ, 2002, Т. 305, № 2. – С. 147–151.
4. Будиллов О.И., Заворин А.С. Опыт улучшения экологических характеристик тепловой электростанции. – Томск.: Издательство «Красное знамя», 1994. – 100 с.

5. Заворин А.С., Красильников С.В., Старченко А.В. Программный комплекс для расчета и визуализации трехмерных реагирующих турбулентных течений в топках котлов // Проблемы использования канско-ачинских углей на электростанциях: Матер. Всеросс. научно-практ. конф. – Красноярск: СибВТИ, 2000. – С. 369–371.
6. Визгавлюст Н.В., Старченко А.В. Программа для расчета концентрации монооксида азота в пылеугольной топке котлоагрегата // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014611378. Бюлл. прогр. – 2014. – № 1.
7. Безгрешнов А.Н., Липов Ю.М., Шлейфер Б.М. Расчет паровых котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240с.

УДК 536.4

КРОССКОРРЕЛЯЦИОННАЯ ВИДЕОФИКСАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ГАЗОПАРОКАПЕЛЬНЫХ ДВУХФАЗНЫХ ПОТОКОВ

Волков Р.С., Высокоморная О.В., Жданова А.О., Стрижак П.А.

Томский политехнический университет, Томск

E-mail: pavelspa@tpu.ru

В последние годы активно обсуждаются вопросы повышения эффективности современных технологий пожаротушения. Выдвигаются идеи использования диспергированных флегматизаторов горения (в особенности тонкораспыленной воды) в борьбе с пожарами. Существуют разные взгляды на применение тонкораспыленной воды при локализации возгораний. Однако последние результаты не только теоретических, но и экспериментальных исследований [1-7] показали особую эффективность применения данных систем в сравнении с традиционными технологиями пожаротушения. Особый интерес вызвала интенсификация процесса испарения тонкораспыленной воды в области пламени, повышающая эффективность ее использования в борьбе с возгораниями. На данный момент с помощью современных методов диагностики можно детально рассмотреть, как могут воздействовать начальные параметры (начальная температура, скорость, состав, размеры капель в потоке) на сам процесс.

Цель настоящей работы – экспериментальное изучение влияния начальных параметров тонкораспыленной воды на основные характеристики формирования двухфазных газопарокапельных потоков при их движении в области высокотемпературных продуктов сгорания.

Экспериментальный стенд и методы исследований