

Согласно данным таблицы 2, при увеличении допустимого обратного перетока мощности на головном участке наблюдается уменьшение оптимальной мощности СНЭ и со значения обратного перетока мощности, равного 100 кВт, оптимальным является размещение СНЭ в 4 узле, при этом мощность накопителя составляет 265 кВт. Стоит отметить, что в проведенных экспериментах моделируется режим хранения (запасания) СНЭ.

В результате проведения данной работы установлена необходимость совместной установки объекта ВИЭ и СНЭ. Оптимальная конфигурация данного ввода определяется заданными ограничительными и расчетными условиями в соответствии со спецификой конкретной решаемой задачи.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, грант МК-5320.2021.4.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ufa R.A., Malkova Y.Y., Gusev A.L., Ruban N.Y., Vasilev A.S. Algorithm for optimal pairing of res and hydrogen energy storage systems // International Journal of Hydrogen Energy. – 2021. – V. 46. – P. 33659-33669.
2. Будзко И.А. и др. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Т.Б. Лещинская, В.И. Сукманов. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

Научный руководитель: Р.А. Уфа, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОТЛА ПАРПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 220 Т/Ч

К.И. Мальцев¹, А.В. Гиль², Е.С. Воронцова²
Томский политехнический университет^{1,2}
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова^{1,2}, группа А0-46¹

На долю угольной энергетики приходится значительная доля выбросов вредных веществ в атмосферу, таких как оксиды азота, двуокись серы и твердые частицы (зола, сажа, пыль). Большая часть котельного оборудования ТЭС спроектирована и введена в эксплуатацию более 40 лет назад. В то время, основной задачей проектировщиков и эксплуатационного персонала считалось обеспечение эффективного сжигания (высокий КПД, долгосрочная безаварийная работа) [1]. В настоящее время к котельным установкам предъявляются новые требования в области защиты окружающей среды от выбросов вредных веществ в атмосферу.

На сегодняшний день в России для действующих не реконструируемых котельных установок нормативы выбросов вредных веществ в атмосферу не разработаны и не закреплены в нормативных документах. Для реконструируемых котельных установок нормативы удельных выбросов регламентируются в зависимости от даты ввода в эксплуатацию и тепловой мощности согласно [2].

С каждым годом ужесточаются требования к выбросам вредных веществ в атмосферу. Например, в 2019 году Россией было ратифицировано Парижское соглашение, в котором установлена цель по снижению выбросов парниковых газов до 70-75 % уровня относительно показателей 1990 года. При этом в отечественной энергетике не решена проблема нулевых выбросов оксидов азота и серы.

Источником оксидов азота является молекулярный азот воздуха или азото-содержащие компоненты топлива. Принято разделять оксиды азота на воздушные и топливные. Воздушные в свою очередь подразделяются на термические, образующиеся при высоких температурах, и «быстрые», образующиеся в процессе горения в результате химических реакций [3,4].

При сжигании твердого топлива доля «быстрых» оксидов азота составляет менее 15 %, поэтому целесообразнее подавлять топливные и термические оксиды [5].

Причинами повышенного образования оксидов азота являются высокие температуры в топочной камере, повышенный избыток воздуха, подаваемый в топку через горелочные устройства.

Целью данного исследования является оценка возможности снижения генерации оксидов азота в топке котла БКЗ-220-100 Томской ГРЭС-2 на основе внутритопочных мероприятий.

Объектом исследования является паровой котел БКЗ-220-100, предназначенный для сжигания каменных углей в пылевидном состоянии, а также природного газа. Котлоагрегат имеет П-образную компоновку. Топка, размером 6656x9536 мм, расположена в первом восходящем газоходе. В верхнем газоходе расположен пароперегреватель, в нисходящем газоходе расположены низкотемпературные поверхности нагрева – воздухоподогреватель и экономайзер, размещенные в «рассечку».

Топочная камера оборудована шестью вихревыми горелками, расположенными на боковых стенах топки треугольником вершиной вниз.

Численные исследования выполнялись с использованием пакета прикладных программ FIRE-3D [6].

В результате численных исследований получены данные распределения температур, концентраций кислорода, оксидов азота и оксидов углерода по всему объему топочной камеры.

С целью снижения образования оксидов азота рассматривается вариант установки сопел третичного дутья (схема OFA) выше основных горелочных устройств. Воздух, в количестве 15 % от теоретически необходимого, подается через сопла третичного дутья, которые установлены на отметке +15,1 м на боковых стенах топки. Схема расположения сопел третичного дутья представлена на рис. 1. В работе по количеству сопел рассматриваются два варианта – 4 сопла и 6 сопел.

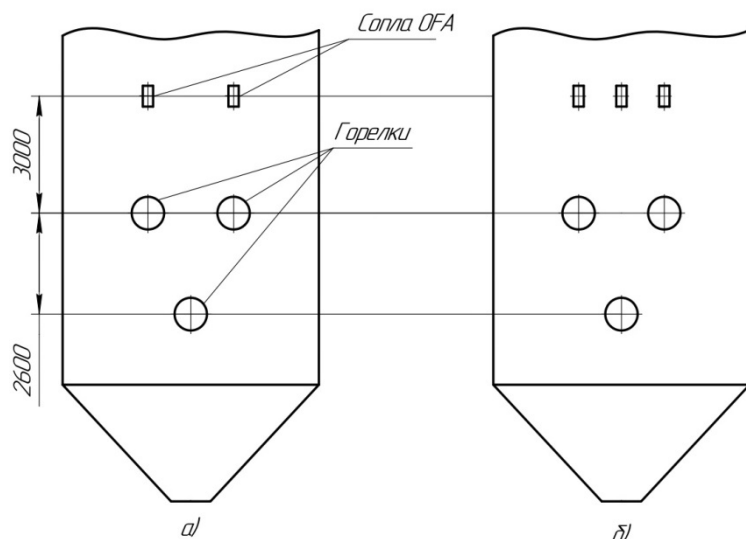


Рис. 7. Схема расположения сопел третичного воздуха: а) 4 сопла, б) 6 сопел

На основании результатов численного моделирования выявлено, что при базовой компоновке котельного агрегата температура газов в ядре горения составляет порядка $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$, на выходе из топки $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Оксиды азота на выходе из топки составляют 937 мг/м^3 при $\alpha=1,2$. Использование четырех сопел третичного дутья не оказывает существенного изменения на температуру в ядре горения, на выходе из топки температура составляет $1070\text{ }^{\circ}\text{C}$. Концентрация оксидов азота равна 858 мг/м^3 при $\alpha=1,2$. Установка шести сопел третичного дутья дает следующие показатели температуры, в ядре горения $1480\text{ }^{\circ}\text{C}$, на выходе из топки $1060\text{ }^{\circ}\text{C}$. А концентрация оксидов азота на выходе из топки снижается до 634 мг/м^3 .

Вариант с четырьмя соплами третичного дутья менее эффективен по сравнению с установкой шести сопел. Данный факт обусловлен тем, что площадь поверхностного контакта воздушного потока из сопел третичного воздуха недостаточна для воздействия на физико-химические процессы в ядре горения.

Численные исследования позволили рассмотреть варианты модернизации парового котла БКЗ-220-100 с целью повышения экологических параметров котла, в частности уменьшение выбросов оксидов азота. Предложенный вариант с установкой шести сопел третичного дутья позволяет снизить температуру дымовых газов в топочной камере, тем самым подавляя образования оксидов азота на 32 % по сравнению с заводской компоновкой горелочных устройств.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабий В.И. Механизм образования и способы подавления оксидов азота в пылеугольных котлах / В.И. Бабий, В.Р. Котлер, Э.Х. Верболецкий // Энергетик. – 1996. – № 6. – С. 8-13
2. ГОСТ Р 50831-95. Установки котельные. Тепломеханическое оборудование. Общие технические требования. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. – 24 с.

3. Прохоров В.Б. и др. Образование и методы снижения выбросов оксидов азота при сжигании топлив на ТЭС: Учебное пособие по курсу «Природоохранные технологии» / В.Б. Прохоров, Н.Д. Рогалев, М.Г. Лысков. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 32 с.
4. Зельдович Я.Б. Теория горения и детонации в газах. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 144 с.
5. Белоусов В.Н. и др. Топливо и теория горения. Ч.1. Топливо: учебное пособие / В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, О.С. Смирнова. – СПб.: СПбГТУРП, 2011. – 84 с.
6. Визгавлюст Н.В. Численное моделирование образования оксидов азота при ступенчатой подаче топлива в топку котла БКЗ-320-140 / А.А. Васильев, С.П. Дубровин, Н.В. Визгавлюст // Современные техника и технологии: труды XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Т. 3. – С. 199–200.

Научный руководитель: А.В. Гиль, к.т.н., доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.

ВЛИЯНИЕ ДОЛИ ДРЕВЕСНОЙ КОМПОНЕНТЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ СА И S В ЗОЛЕ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УГЛЯ

А.Д. Мисюкова¹, С.А. Янковский²
Томский политехнический университет^{1,2}
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова^{1,2}, группа 5Б8А¹

Аннотация

Приведены результаты экспериментальных исследований процессов термического разложения энергетического угля марки Д и древесины, выполненных с целью обоснования гипотезы о механизме секвестирования оксидов серы в продуктах сгорания таких смесей. Установлено, что при пиролизе двухкомпонентных топлив на основе каменного угля марки Д в смеси с диспергированной древесной биомассой достигается эффект снижения концентрации оксидов серы в газообразных продуктах термического разложения таких смесей за счет образования сульфатов кальция и алюминия в золе смесевых топлив вследствие комплекса реакций между продуктами пиролиза угля и древесины при концентрации древесной компоненты в смеси от 10 % до 50 %.

Введение

Решение проблемы загрязнения атмосферы земли оксидами серы, азота и углерода образующимися при работе угольных тепловых электрических станций, является актуальной задачей современной энергетики всех развитых государств [1,2].

Наиболее привлекательным решением этой экологической проблемы энергетики является сжигание углей совместно с биомассой [5 – 6]. Установлено [6],