

Анализ изменения процессов теплообмена

Возможность введения коэффициентов коррекции на рассчитываемые коэффициенты теплоотдачи позволяет анализировать режимы ухудшенного теплообмена и оценивать процессы в теплообменном аппарате при наличии отложений.

Произведено моделирование при снижении коэффициентов теплоотдачи теплообменной поверхности на 10 %.

Снижение коэффициентов теплоотдачи на 10 % ведёт к снижению:

- температуры выхода основного конденсата на 0,64 %;
- расхода пара на 1,73 %;
- уровня в корпусе ПНД на 1,58 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с., ил.
2. Теплогидравлический код CMS. Описание кода. Верификационный отчет. Книга 1, 2015. – 120 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ СОПЕЛ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВИХРЯ В КАМЕРНОЙ ТОПКЕ

К.И. Мальцев

*Томский политехнический университет,
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, гр. А0-46*

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

Уголь на протяжении многих десятилетий является одним из самых дешевых и доступных источников энергии. Но при этом более 60 % генерирующих мощностей в Российской Федерации имеют срок эксплуатации 30 лет и более [1, 2]. В связи с этим в процессе выработки разреза происходит изменение теплотехнических свойств сжигаемого топлива и истощение его запасов.

Одним из способов сжигания твердого топлива является факельное сжигание и применение тангенциальной схемы, которая создает в центре топочной камеры высокотемпературное ядро горения, при этом в непосредственной близости у экранных поверхностей температура снижается и находится в допустимых значениях [3].

Применение тангенциальной схемы сжигания имеет положительный эффект при одинаковых размерах ширины и глубины топочной камеры. В случае превышения соотношения сторон топочной камеры более 1,2 аэродинамическая структура изменяется, и может происходить наброс факела на экранные поверхности нагрева. Например, топочная камера парового котла БКЗ-220-100 прямоугольного сечения 6656×9536 снабжена четырьмя щелевыми горелочными устройствами, направленными по касательной к окружности 1330 мм (рис. 1).

Результаты численного моделирования [4] показали смещение высокотемпературных потоков на выходе из горелок на экранные поверхности в углах топки. Потоки с наименьшим углом атаки отклоняются и ударяются о фронтальной и тыльный экраны топки, создавая опасные условия по температурным напряжениям и шлакованию.

С целью устранения негативных факторов воздействия на экранные поверхности предлагаются два варианта установки сопел: четырех на высоте 4325 мм на фронтальном и тыльном экранах и восьми на высоте 4325 и 5925 мм соответственно. Через сопла прямоугольного се-

чения 500×250 мм в первом варианте и 400×150 мм во втором со скоростью 50 м/с осуществляется подача вторичного воздуха в размере 20 % от теоретически необходимого.

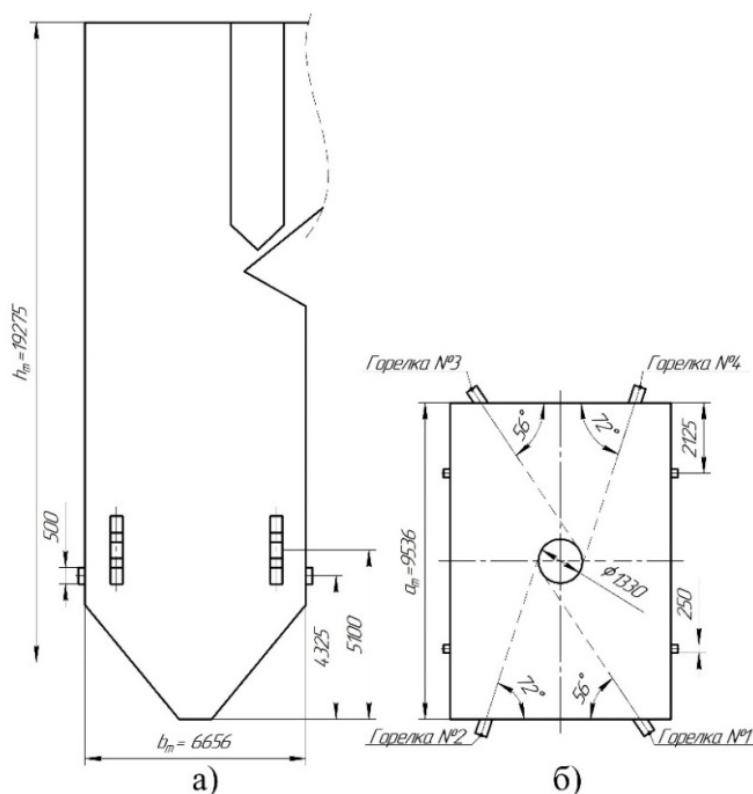


Рис. 1. Эскиз топки парового котла БКЗ-220-100:

а – продольное сечение; б – сечение в плане с расположением горелочных устройств

Численные исследования процессов в топочной камере проведены с использованием программного обеспечения ANSYS Fluent, который является передовым программным продуктом для моделирования гидрогазодинамических процессов с использованием метода конечных элементов.

Воздушные сопла обеспечивают создание вихря преимущественно в центре топочной камеры, поток воздуха, подаваемого через четыре сопла, отбивает поток дымовых газов от фронтальной и тыльной стен (рис. 2, а), тем самым снижая температуру продуктов горения в районе экранных поверхностей. Наименьший эффект представляет собой наличие восьми сопел (рис. 2, б), в виду уменьшенного массового расхода воздуха для соблюдения скоростей окислителя.

В горизонтальном сечении на уровне горелочных устройств при использовании 4 сопел (рис. 3, а) ядро горения располагается преимущественно в центре топочной камеры и не имеет прямого контакта с экранными поверхностями, что снижает вероятность шлакования и пережога экранных труб.

Применение восьми сопел (рис. 3, б) не способствуют изменению положения факела по сравнению с базовым вариантов [5], что обуславливается уменьшенным расходом воздуха, подаваемого через них.

В результате численного моделирования выполнено сравнение влияния воздушных сопел на процессы в топочной камере парового котла БКЗ-220-100. Применение четырех сопел способствует снижению температуры у фронтального и тыльного экранов топки ниже температуры начала шлакования. Использование же восьми сопел не дает какого-либо эффекта в виду сниженных расходов воздуха на каждое сопло.

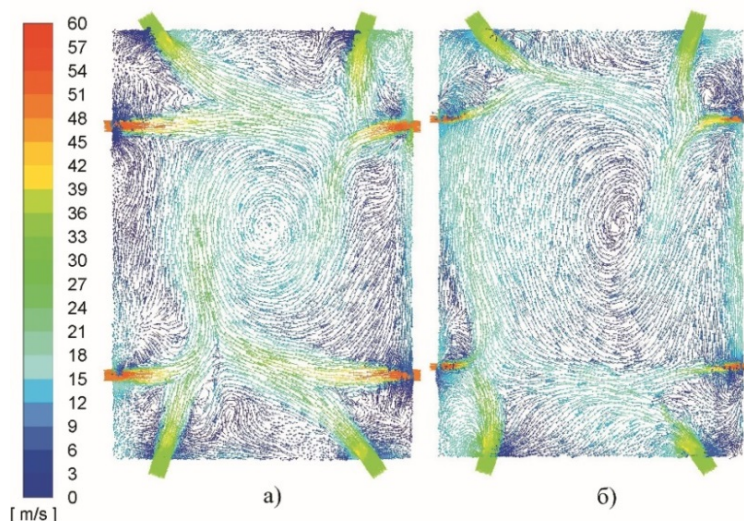


Рис. 2. Векторное поле скоростей в горизонтальном сечении на высоте 4325 мм:
а – 4 сопла; б – 8 сопел

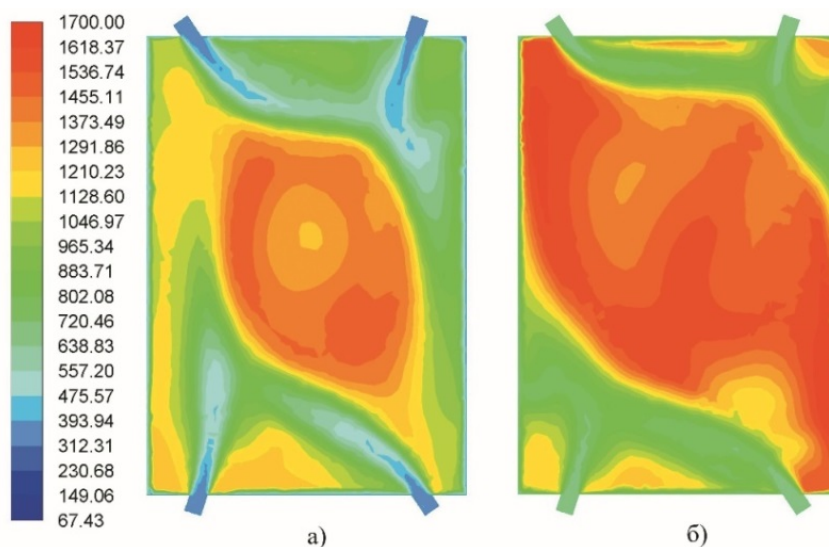


Рис. 3. Распределение температуры в горизонтальном сечении на уровне горелочных устройств:
а – 4 сопла; б – 8 сопел

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №23-29-00274,
<https://rscf.ru/project/23-29-00274/>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Померанцев В.В., Арефьев К.М., Ахмедов Д.Б. и др. Основы практической теории горения: учеб. пособие для вузов. – Л: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
2. Хзмалян Д.М., Каган А.А. Теория горения и топочные устройства. – М.: Энергия, 1976. – 488 с.
3. Математическое моделирование топочных процессов при факельном сжигании твердого топлива / А.В. Гиль, К.И. Мальцев, А.С. Заворин, А.В. Старченко // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2022. – Т. 8. – № 3 (31). – С. 44–58.
4. Численное исследование топочных процессов при сжигании непроектных углей в котле паропроизводительностью 220 т/ч / К.И. Мальцев, А.В. Гиль, А.С. Заворин, Д.В. Лебедь // Теплоэнергетика. – 2022. – Т. 12. – № 12. – С. 73–83.
5. Мальцев К.И. Исследование аэродинамической структуры в топочной камере с тангенциальной компоновкой горелочных устройств // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: БГТУ, 2022. – С. 336–340.