Основными недостатками метода водной дезактивации являются высокие энергозатраты и экологические проблемы, так как требуется большой объём моющего раствора, утилизация которого представляет технические и финансовые сложности.

Дальнейшие перспективные исследования будут направлены на изучение взаимодействия дезактивирующих веществ с обрабатываемыми поверхностями и поиск оптимальных способов их нанесения для улучшения эффективности дезактивации оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шеленкова В.В., Кулагина Т.А. Совершенствование технологии дезактивации оборудования с радиоактивным загрязнением // Радиоактивные отходы. – 2021. – № 1(14). – С. 28–38.
2. Способ дезактивации поверхности оборудования и помещений атомных станций: № 94015861/25: заявл. 28.04.1994: опубл. 10.09.1996. – 5 с.
3. Способ дезактивации: № 2009136788/07: заявл. 05.10.2009: опубл. 20.04.2011. – 6 с.
4. Кутьков В.А., Ткаченко В.В., Романцов В.П. и др. Основы радиационного контроля на АЭС.. – М.; Обнинск: Концерн «Росэнергоатом», ИАТЭ, 2005. – 268 с.
5. Никифоров А.С., Куличенко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – 1985. – 184 с.
6. Способ химической дезактивации поверхности металлических изделий, зараженных радиоактивными веществами: № 98120260/25: заявл. 13.11.1998: опубл. 27.06.1999. – 9 с.
7. Способ очистки и дезактивации оборудования атомных электрических станций (варианты): № 2009128935/06: заявл. 27.07.2009: опубл. 20.08.2010. – 12 с.
8. Ампелогова Н.И., Симановский Ю.М., Трапезников А.А. Дезактивация в ядерной энергетике. – М.: Энергоатомиздат. 1982. – 256 с.
9. Никифоров А.С., Куличенко В.В., Жихарев М.И. Обезвреживание жидких радиоактивных отходов. – М.: Энергоатомиздат. 1985. – 184 с.
10. Коряковский Ю.С., Доильницын В.А., Акатов А.А. Способы повышения эффективности удаления прочнофиксированных поверхностных радиоактивных загрязнений при химической дезактивации по месту (insitu) // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2018. – № 4. – С. 76–88.
11. Основы технологии дезактивации: учеб. пособие / В.М. Гавриш, Н.М. Дербасова. – Севастополь: СевГУ, 2017. – 316 с.
12. Зимон А.Д., Пикалов В.К. Дезактивация. – М.: Издат. 1994. – 336 с.

ВЛИЯНИЕ КОНФИГУРАЦИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА НА ВЫБРОСЫ NO_X В КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ СЖИГАНИЕМ

Н.В. Абрамов

Томский политехнический университет, ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа А2-46

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

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска эффективных методов для уменьшения выбросов оксидов азота (NO_x) при сжигании угля в котельных агрегатах. Несмотря на переход мировой энергетики к низкоуглеродным источникам, уголь продолжает оставаться значимым топливом на ТЭС, что требует эффективных методов для снижения его экологических рисков [1]. Одним из таких методов является использование третичного дутья, которое позволяет регулировать распределение окислителя в топке [2].

Цель исследования – анализ влияния перераспределения окислителя между вторичным воздухом и третичным дутьем на процессы горения и выбросы NO_x. В рамках исследования численное моделирование позволило выявить оптимальные условия сгорания и аэродинамики для повышения эффективности и экологической безопасности работы исследуемого котельного агрегата.

Объект исследования – топочная камера котла мощностью 150 МВт с тангенциальной схемой расположения горелок. В топочной камере, размеры которой 7424×7808 мм, установлены горелочные устройства, а также сопла третичного дутья. Схема обеспечивает интен-

сивное смешение топлива и окислителя, но при этом требует оптимизации для минимизации эмиссии NO_x.

Использован численный метод моделирования на основе программного обеспечения FIRE 3D с применением Эйлерово-Лагранжева подхода [3]. Модель включает стандартную двухпараметрическую k–ε модель турбулентности и метод P1 для расчета теплообмена [4]. Алгоритм SIMPLE позволил точно спрогнозировать распределение температуры, скоростей и концентраций компонентов горения по объему топочной камеры [5]. В результате моделирования были определены ключевые параметры, влияющие на процессы горения и распределения температурных полей, что позволило выявить оптимальную долю третичного воздуха.

В результате численного моделирования получены аэродинамические и температурные профили при изменении доли третичного дутья. Увеличение доли третичного воздуха показало ряд эффектов:

Смещение зоны активного горения вверх по топке, что снижает тепловую нагрузку на стенки в нижней части камеры сгорания. При этом увеличивается зона высоких температур на выходе из топки.

Оптимальная доля третичного воздуха для эффективного сгорания и снижения выбросов NO_x составляет 0,2. При превышении этой доли наблюдается рост температуры продуктов сгорания на выходе из топки, что приводит к рискам шлакования.

Аэродинамическая структура факела в топочной камере остается стабильной благодаря вертикальному вихрю, который формируется за счет тангенциальной компоновки горелок. Однако распределение скоростей и температур вдоль высоты топки изменяется с увеличением доли третичного воздуха, создавая градиенты, которые негативно влияют на равномерность выгорания.

Снижение выбросов NO_x достигается за счет частичного ограничения подачи вторичного воздуха и увеличения доли третичного дутья. Это создает восстановительную зону в нижней части топки, где происходит сжигание с пониженным содержанием кислорода, что позволяет снизить выбросы NO_x. Однако при доле третичного воздуха более 0,2 эффект снижения выбросов нивелируется ростом температуры на выходе из топки.

На рис. 1 представлены температурные распределения в продольном сечении топочной камеры, показывающие разницу в температурах в зависимости от доли третичного воздуха.

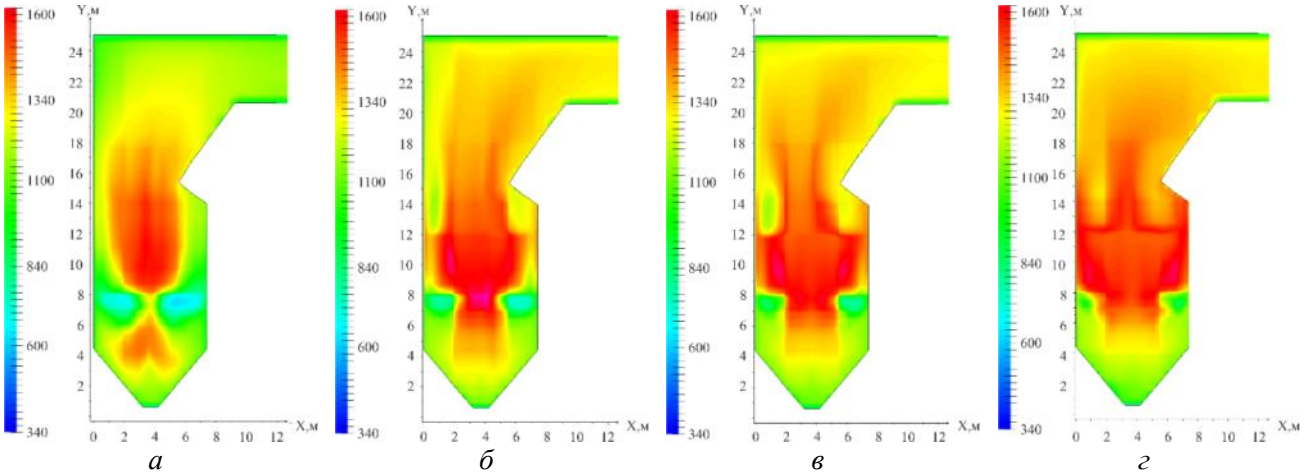

Рис. 1 Распределение температуры (К) в продольном сечении топочной камеры: а – базовая компоновка; б – доля третичного дутья 0,2; в – доля третичного дутья 0,3; г – доля третичного дутья 0,4

Исследование показало, что перераспределение окислителя в топке котельного агрегата с тангенциальной компоновкой позволяет оптимизировать условия горения и снизить выбросы

NO_x. Оптимальное соотношение вторичного и третичного воздуха (0,2) обеспечивает равномерное распределение температурных полей и эффективное сгорание топлива. Предложенный метод численного моделирования подтвердил свою эффективность для анализа и оптимизации работы топочных камер котлов, что позволяет использовать его для технико-экономических обоснований модернизации котлов на ТЭС.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BP Statistical Review of World Energy – 2021. BP p.l.c., 2021. – URL: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-global-insights.pdf (дата обращения: 29.10.2024).
2. Алехнович А.Н. Распределение воздуха и топлива по горелкам котлов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 128 с.
3. Rawlins B.T., Laubscher R., Rousseau P. A fast thermal non-equilibrium eulerian-eulerian numerical simulation methodology of a pulverised fuel combustor // Thermal Science and Engineering Progress. – 2023. – Vol. 41. – P. 101842. DOI: 10.1016/j.tsep.2023.101842.
4. Jin W., Si F., Cao Y., Ma H., Wang Y. Numerical optimization of separated overfire air distribution for air staged combustion in a 1000 MW coal-fired boiler considering the corrosion hazard to water walls // Fuel. – 2022. – Vol. 309. – P. 122022. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.122022.
5. Li Z., Yi Q., Zhang Y., Zhou H., Zhao Y., Huang Y., Gao D., Hao Y. Numerical study and design strategy for a low emission coke oven system using oxy-fuel combustion of coke oven gas // Journal of Cleaner Production. – 2020. – Vol. 252. – P. 119656. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119656.

К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

Ж.С. Акмаганбетова

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, 5АМ35

О.С. Качин, доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

На сегодняшний день в «Концепции развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021–2030 годы», утвержденной постановлением Республики Казахстан от 30 декабря 2021 года обозначены цели задачи, связанные с увеличением:

- экспорта продукции агропромышленного комплекса (АПК) по сравнению с 2020 годом (в 3 раза);
- уровнем обеспеченности продовольственными товарами, в том числе особо значимыми не 90 %;
- доли маточного поголовья, имеющего породные преобразования до 43 %;
- долю переработки молока, мяса, риса, подсолнечника и гречихи до 70 % [1].

Необходимо отметить, что в АПК в настоящее время наблюдается ухудшение материально-технической базы, в том числе оснащенность фермерских хозяйств, занятых разведением крупнорогатого скота (КРС) и мелкорогатого скота (МРС), в связи с физической изношенностью и моральным устареванием оборудованием.

Факторы, направленные на улучшение и создание условий для перспективного развития животноводческой отрасли, являются также основными принципами Концепции развития АПК в Республики Казахстан на 2021–2030 годы. Обеспечение микроклимата в животноводческих фермах является основополагающим условием обеспечения эффективного производства животноводческой продукции.