

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рыжего Ивана Алексеевича
«Обоснование рекомендаций по управлению топочными процессами
с использованием вихревых поворотных горелок на пылеугольных энергетических
котлах», представленной на соискание ученой степени
кандидата технических наук по научной специальности
2.4.5. Энергетические системы и комплексы (технические науки).

Диссертационная работа содержит реальный практический результат в виде разработанной вихревой горелки, установленной на котле Е-210-13,8КТ (БКЗ-210-140) Томской ГРЭС-2, предназначенной для сжигания каменного угля и природного газа.

Актуальность проблем угольных ТЭС связанных с непостоянством характеристик поставляемых углей, подтверждается примерами из реальной эксплуатации, с которыми сталкивается компания «КОТЭС Инжиниринг».

В соответствии с обозначенными проблемами в диссертации к ним относятся:

- сильные колебания температур газов на выходе из топки;
- интенсивное шлакование поверхностей нагрева;
- снижение ресурса металла труб пароперегревателей при работе в условиях повышенных температур;
- трудности с поддержанием номинальных значений температуры перегретого пара;
- неоптимальная настройка топочного режима котла, рост потерь с недожогом, снижение КПД и др.

В сравнении с масштабными мероприятиями по реконструкции котла, эффективным и малозатратным способом, способствующим комплексному решению указанных проблем пылеугольных котлов, является внедрение системы сжигания с регулированием положения факела по высоте топки, которое может осуществляться за счёт установки на котлах современных поворотных горелок.

При разработке системы сжигания с регулированием положения факела по высоте топки необходимо проведение специальных расчётных исследований по оценке влияния изменения положения факела на значение температуры газов на выходе из топки. При этом, существующие методики расчёта температуры газов основаны на ограниченном количестве эмпирических данных.

Таким образом, расчётные исследования системы сжигания с использованием поворотных горелок, апробация полученных результатов на промышленном котле и разработка рекомендаций по управлению топочным процессом с помощью поворотных горелок является актуальной задачей.

По опыту работы компании КОТЭС Инжиниринг такое техническое решение востребовано на ТЭС РФ.

Основной целью диссертационной работы является обоснование рекомендаций по повышению эффективности управления топочным режимом и регулирования температуры перегретого пара на пылеугольных энергетических котлах с использованием поворотных горелок.

В работе для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Провести расчётные исследования для определения пределов изменения температуры газов на выходе из топки в диапазоне колебаний проектных характеристик угля;

2. С использованием численного моделирования оценить возможный диапазон регулирования температуры газов на выходе из топки за счёт изменения положения факела по высоте;

3. Определить оптимальный рабочий диапазон изменения угла поворота горелок, при котором имеется возможность регулировать положение зоны максимальных температур в требуемом диапазоне изменения характеристик топлива;

4. Выполнить сопоставление результатов численного моделирования топочного процесса с данными расчёта по нормативному методу (нормы теплового расчёта котлов (НТР)) для оценки влияния положения факела на показатели работы котла;

5. Разработать основные технические решения по конструкции поворотной вихревой горелки для энергетического котла с применением мероприятий по снижению выбросов NOx, возможностью реализации вертикального поворота горелки, обеспечением уплотнения устройства, возможности сжигания угольной пыли и природного газа;

6. Провести испытания на действующем котле с определением основных показателей работы горелки и получением зависимости изменения температуры перегретого пара от угла поворота горелки;

7. Разработать основные принципы, алгоритм и рекомендации по управлению топочным процессом с использованием поворотных горелок.

В целом общей характеристикой работы являются работоспособные технические решения по вихревой поворотной пылегазовой горелке, позволяющей сжигать газ и уголь в широком диапазоне изменения проектных характеристик в условиях реальной эксплуатации на ТЭС РФ.

При этом работа имеет теоретическую значимость для продолжения и развития темы, заключающуюся в том, что:

- Результаты расчётных исследований по оценке влияния регулирования положения факела на топочный режим котла являются теоретической базой для разработки уточнённой методики определения параметра M в зависимости от угла поворота горелок;

- Апробация системы сжигания с поворотными горелками позволяет осуществить теоретические исследования разнообразных аспектов влияния регулирования положения факела на работу котла (возможность снижения минимальной нагрузки пылегазового котла, возможность повышения эффективности сжигания угля и газа в переходных режимах и др.);

- Разработанный алгоритм управления топочным режимом с использованием поворотных горелок является основой для создания индивидуальных алгоритмов для различных угольных котлов РФ с учётом их особенностей.

Научная новизна работы включает:

- предложенный комплексный подход к расчёту влияния положения факела на топочный режим, совмещающий традиционный расчёт по нормативному методу с использованием параметра относительного расположения максимума температур по высоте топки (параметра M) и моделирование топочного процесса в программе ANSYS Fluent с уточнением значения температуры газов на выходе из топки;

- полученные эмпирические зависимости изменения температуры перегретого пара от величины угла поворота горелки;

- разработанные принципы управления топочным режимом с использованием системы сжигания с поворотными горелками и алгоритм корректировки топочного режима.

Опыт работы компании КОТЭС Инжиниринг подтверждает практическую значимость результатов, полученных в диссертации:

- Разработаны основные технические решения по конструкции вихревой поворотной горелки, которые могут быть использованы для проектирования поворотных горелок с последующим их тиражированием на энергетических котлах РФ;

- Обоснована возможность регулирования положения факела по высоте с использованием поворотных горелок, что позволяет существенно расширить диапазон сжигаемых на котле углей без ухудшения технико-экономических и экологических показателей работы котельного оборудования;

- Разработан алгоритм контроля топочного режима, который позволяет осуществлять управление топочным процессом в автоматическом режиме, и тем самым повысить надёжность работы котельной установки.

Достоверность результатов работы обеспечивается применением апробированных методов расчёта топочного процесса и сертифицированных программ (расчёт по НТР с использованием программы BoilerDesigner; математическое моделирование на основе программного комплекса ANSYS Fluent). Практика работ «КОТЭС Инжиниринг» с указанными программными продуктами, подтверждает их состоятельность и достоверность. При этом использование ПО ANSYS Fluent требует решения задач по синхронизации и верификации цифровых моделей и объектов моделирования с применением опытных данных и измерений в рамках реальной эксплуатации.

Замечания к работе

1. При выполнении анализа работы топки с поворотной горелкой при помощи ПО ANSYS Fluent полезно представить интегральный график профиля температуры по высоте топки, для разных сценариев моделирования. Анализ таких графиков позволит фиксировать положение ядра факела для разных сценариев и получить зависимость параметра M от угла поворота горелки в условия моделирования ПО ANSYS Fluent, для сравнения с данными ПО BoilerDesigner.

2. Анализ данных полученных по результатам экспериментальных исследований на реальном котле ТЭС, в части выявления зависимости между углом поворота горелки и температурой пара полезно дополнить данными, указанными далее. Для снижения влияния работы впрыска в паровой контур на параметры пара на выходе котла, нужно дополнить данные представленных в диссертации измерений расчетными данными по тепловой мощности пара на выходе котла как произведения расхода пара и энтальпии пара (зависимость от температуры и давления пара). Кроме того, для анализа представленных экспериментальных данных в части влияния других факторов на температуру пара, очень полезно иметь дополнительные данные полученных от комплекса котельной автоматики. К таким данным относятся графики измерения давления пара, суммарных оборотов пылепитателей горелок, расхода питательной воды. Комплексный анализ таких данных обеспечит более полную верификацию сделанных выводов в диссертации.

