

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию СЕМЕРГЕЯ Владимира Александровича на тему «Совершенствование технологии сжигания пылеугольного топлива в топках энергетических котлов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Актуальность избранной темы

В настоящее время использование традиционных топлив и тепловых электростанций является преимущественным при производстве электрической энергии. Одним из направлений совершенствования работы паровых энергетических котлов является снижение уровня механического недожога твердого топлива, совершенствование системы подачи топлива.

Исследования, направленные на повышение коэффициента полезного действия теплоэнергетического оборудования, несомненно, являются важными и, соответственно, тема диссертационного исследования является актуальной и практически значимой.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Для получения научных положений, выводов и рекомендаций диссертации использованы апробированные научные методы, которые основываются на фундаментальных положениях теории горения топлива, теплотехники и гидрогазодинамики. При сопоставлении результатов, полученных в результате теоретических выкладок, и экспериментальных данных имеется достаточная степень соответствия.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций доказана с помощью экспериментальных данных и обеспечивается удовлетворительной сходимостью результатов математического моделирования с результатами эксперимента.

Новизна научных положений, изложенных в диссертации, состоит в следующем:

- в развитие способов моделирования процесса выгорания ПУТ в топках энергетических котлов усовершенствована известная упрощенная математическая модель за счет представления математической формулировки задачи в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений, каждое из которых обеспечивает рассмотрение выгорания соответствующей фракции. Такой подход обеспечил возможность использования модели для исследования глубины выгорания полифракционного ПУТ;

- впервые экспериментально установлено значение константы скорости процесса возгонки летучих веществ при предварительном прогреве угольной пыли из углей марок А и Т, достигаемом за счет обеспечения более раннего контакта топлива с горячим воздухом при переврезке пылепроводов высокой концентрации в условиях котлов ТП-100 Старобешевской ТЭС.

- дальнейшее развитие получили представления о совершенствовании процесса сжигания ПУТ при использовании газоплотных топок в результате изучения численным способом и установления закономерностей влияния степени газплотности топки на определяющие технологические параметры процесса и глубину выгорания топлива.

- впервые разработан способ адаптации математической модели выгорания пылеугольного топлива к конкретным условиям за счет использования времени задержки воспламенения в качестве подстроечного параметра и установлены конкретные значения времени задержки воспламенения для двух типов пылеугольных горелок.

Практическая значимость работы заключается в разработке, проверке и внедрении научно-технических решений, позволивших снизить величину

механического недожога при сжигании пылеугольного топлива и соответственно снизить удельный расход топлива при производстве электроэнергии.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы и сформулированы цель и задачи, определены объект и предмет исследований, дана краткая характеристика использованных методов исследования, представлены научная новизна, положения, выносимые на защиту, практическая значимость работы, обоснование достоверности результатов, личный вклад соискателя, даны сведения об апробации результатов исследования и публикациях по диссертации.

В первом разделе рассмотрены физико-химические основы сжигания ПУТ; типовые технологические приемы сжигания ПУТ и конструктивные параметры топок паровых энергетических котлов; способы расчета и моделирования процесса сжигания ПУТ; различные способы совершенствования технологии сжигания ПУТ в топках энергетических котлов за счет выбора рациональных технологических и конструктивных параметров. Обоснована необходимость совершенствования известной упрощенной модели выгорания частицы угольной пыли для обеспечения возможности ее использования для исследования выгорания полифракционного ПУТ. Сделан вывод о важности исследования параметрической чувствительности модели и создания типового способа адаптации математической модели к произвольным конкретным условиям. Обоснована необходимость определения констант скорости процесса возгонки летучих при обеспечении предварительного контакта ПУТ с горячим воздухом. Сделан вывод о необходимости расчетного исследования зависимости глубины выгорания ПУТ от степени газоплотности топки.

Во втором разделе детально описаны основные использованные для исследования методики. В соответствии с одной из задач исследования усовершенствована известная упрощенная математическая модель выгорания угольной частицы. В результате проведенных исследований установлено, что значительное влияние на результаты моделирование оказывает задание плотности коксового остатка и температуры продуктов сгорания при условии её прямого учёта на значение константы скорости реакции. Так, в исследованных диапазонах названных величин для плотности коксового остатка остаточный углерод увеличивается на 4%, а для температуры продуктов сгорания уменьшается на 17% на каждый процент роста значений этих величин. Также установлено, что учёт реального закона изменения температуры в топке вместо задания среднего значения температуры факела позволяет уточнить результаты на величину порядка 5%. Также в данном разделе приведены методики экспериментального определения выхода летучих, влагосодержания в пробах ПУТ и остаточного углерода в пробах золы.

Рассмотрены основные ГОСТы, использованные для определения характеристик топлива;

- отбор пробы угольной пыли выполняется по ГОСТ 10742;
- определение летучих веществ в твердом топливе определяется по ГОСТ 6382-91 (ИСО 562-81);
- определение влаги аналитической пробы производится по ГОСТ 27314, ГОСТ 11014, ГОСТ 27589;
- отбор и подготовка проб производится согласно ГОСТ 10742 и ГОСТ 23083.

В третьем разделе разрабатывается способ определения времени задержки воспламенения ПУТ и адаптации математической модели к конкретным условиям. Использование данного способа адаптации модели при реконструкции пылеугольных горелок парогенератора проведено для условий Старобешевской ТЭС Донбасса, на трех энергетических блоках которой

проводилась замена улиточных горелок на улиточно-лопаточные. Установлены значения механического недожога для разных блоков ТЭС до и после реконструкции горелок, а также значение времени горения частиц и времени задержки воспламенения до и после реконструкции.

В четвертом разделе исследуется влияние обеспечения предварительного контакта ПУТ с горячим воздухом на глубину выгорания топлива. Для обеспечения названного теплового контакта в условиях котлов ТП-100 Старобешевской ТЭС производилась переврезка пылепроводов высокой концентрации (ППВК). Выполненная расчетная оценка однозначно показала, что выделение 20-30% летучих в трубопроводе подачи горячего воздуха позволяет существенно ускорить воспламенение частиц угольной пыли и тем самым снизить потери с механическим недожогом.

В пятом разделе решается вопрос о влиянии степени газоплотности топки на степень выгорания ПУТ.

В результате численного исследования установлены зависимости адиабатной температуры горения, температуры продуктов сгорания на выходе из топки, средней (действующей) температуры факела, константы скорости реакции окисления от коэффициента присоса воздуха в топку.

Из анализа полученных результатов сделан вывод, что в изученном характерном диапазоне изменения $\Delta\alpha_{\text{т}} + \Delta\alpha_{\text{пп}}$: 0,05 и 0,15 для граничных значений коэффициента присоса воздуха при прочих равных условиях отличие мехнедожога составляет 0,2%. Этот результат объясняется увеличением средней температуры факела при сохранении концентрации кислорода в топке при сокращении присосов холодного воздуха.

В шестом разделе изучены экологические и экономические характеристики произведенных усовершенствований технологии.

Уменьшение доли расхода природного газа на выработку 1 кВт·ч электрической энергии, уменьшение присосов холодного воздуха, а также уменьшение мехнедожога в результате более тщательного выжигания углерода в

процессе горения топлива привели к уменьшению удельного расхода топлива, который снизился с 425 г/кВт·ч до 385 г/кВт·ч.

В приложениях представлена документация, подтверждающая внедрение результатов диссертационной работы в учебный процесс, а также приведен технико-экономический расчет эффективности внедрения предлагаемых автором технических решений на объекте промышленной теплоэнергетики.

Общие замечания

1. В работе используется дифференциальное уравнение, описывающее изменение размеров частиц от времени, причем и в правую и левую часть вводятся одинаковые функции, зависящие от времени. Это неоднородное дифференциальное уравнение первого порядка относительно зависимости радиуса горячей частицы от времени, решением которого является функция, которая представляется собой закон квадратного корня. Пробовали ли вы использовать аналогичное решение?

2. Известно, что чем крупнее угольная частица и чем дольше она находится в газовом факеле, тем лучше будет её выгорание, поэтому использовали ли вы разделение фракций по крупности и подачу в факел в зависимости от их размеров вдоль направления пламени факела?

3. Как рассчитывается объём подаваемого воздуха в зависимости от объёма пыли при замене обычных горелок на лопаточно-улиточные?

Данная диссертационная работа решает важную научно-практическую задачу, поэтому, несмотря на указанные замечания, заслуживает положительную оценку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рассматриваемой диссертации решена значимая научно-практическая задача, связанная с совершенствованием технологии сжигания ПУТ в топках энергетических котлов. На основании рассмотрения диссертации следует заключить, что представленная работа Семергея Владимира Александровича полностью соответствует требованиям пункта 2.2 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики, а автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Профессор кафедры физики и
физического материаловедения

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры», д.т.н., профессор.

Дремов В.В.

Подпись Дремова В.В. заверяю

Член секретариата ГОУ ВПО «ДОНБАСА»,
к.т.н., доцент М.А. Трахова
26.11.2020

