УДК 621.182.9

ТЕХНОЛОГИЯ СЖИГАНИЯ УГЛЯ МУНАЙСКОГО РАЗРЕЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОКРАТНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ТОПЛИВА

Е.Б. Жуков, М.В. Каширских, Е.В. Красуцкий, И.Д. Фурсов, И.С. Якимова

Опыт развития энергетики стран ближнего зарубежья и ряда регионов Российской Федерации последних нескольких лет, показывает активно реализуемые программы по переводу коммунальной энергетики на использование альтернативных видов топлив. Возможность уменьшить зависимость от поставок природного газа и мазута видится в использовании биотоплива, такого, например, как древесина – основного вида среди возобновляемых энергетических источников, так и других низкосортных и нетрадиционных топлив.

Experience of power engineering development of the former Soviet republics and of some regions of Russian Federation of last several years shows actively realised programs on switching municipal power alternative fuel. Possibility to reduce dependence on deliveries of natural gas and black oil sees in use of biofuel, for example, such as wood – a principal sort among renewed energy sources, and others low-grade and nonconventional fuel.

Наиболее актуальной для Алтайского края в данном аспекте видится разработка и активное вовлечение в топливный баланс края бурого угля Мунайского разреза.

Известно, что ~ 39 % из общего баланса твердого топлива Российской Федерации приходится на долю низкосортных бурых углей с теплотой сгорания не более 14 МДж/кг и влажностью до 40 % и более. Такие угли малопригодны для сжигания в традиционных слоевых топках.

Существующие технологии сжигания низкосортных топлив имеют целый ряд недостатков, не позволяющих полностью использовать заложенную в них энергию. Применение в энергетике альтернативных видов топлив затруднено также и недостаточной изученностью свойств этих топлив и процессов при их сжигании в топочных устройствах.

В Солтонском районе Алтайского края расположено буроугольное месторождение. Целесообразность его освоения подтверждают результаты разведочных работ, проведенных в 1986-2000 годах ОАО «Кузбассгипрошахт». По качеству уголь аналогичен углям, поставляемым из Канско-Ачинского бассейна Красноярского края. Высокая влажность бурых углей и большое содержание мелочи затрудняют их сжигание в слоевых котлах малой и средней мощности.

Кафедрой котло- и реакторостроения ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» разработана котельная установка, предназначенная для сжигания низкосортных видов топлива. В конструкцию агрегата заложен ряд принципов и устройств, позволяющих снизить расход металла, габариты конструкции и существенно повысить эксплуатационный кпд котла.

В слоевых топках имеет место большой унос мелких частиц недогоревшего топлива. Проблему можно решить путем создания вихря в топке с целью удержания парусных частиц в активной зоне топочной камеры (рис.1).

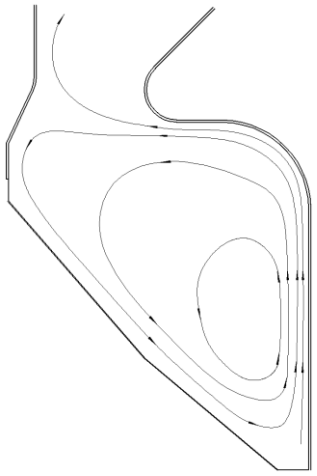

Рисунок 1 – Профиль топочной камеры

Исходя из анализа теплофизических характеристик угля Мунайского разреза, можно дать некоторые рекомендации по конструированию топочных устройств для его сжигания [1]:

• Топочная камера должна обладать высокой теплоёмкостью, чтобы обеспечить быструю сушку и термическое разложение топлива.

• Частицы этого угля, как и его кокса, обладают высокой парусностью и легко выносятся из топки. Поэтому такая топка должна обладать высокими сепарационными свойствами, обеспечивающими более длительное пребывание частиц в камере горения.

• Из-за невозможности стабильных поставок этого топлива в течение года, топочная камера должна обладать определённой универсальностью, пригодностью для сжигания в ней традиционных для слоевых топок топлив.

Для удержания частиц внутри топочной камеры практически на всех слоевых котлах используется принцип гравитационной сепарации. Сила гравитации напрямую связана с плотностью вещества, и при использовании в качестве топлива угля Мунайского разреза, такой вид сепарации малоэффективен.

Предложенный кафедрой котельный агрегат, имеет такой профиль топочной камеры (рис.2), в котором удержание частичек полифракционного топлива основывается на инерционном принципе сепарации, широко используемом в инерционных сепараторах систем пылеприготовления.

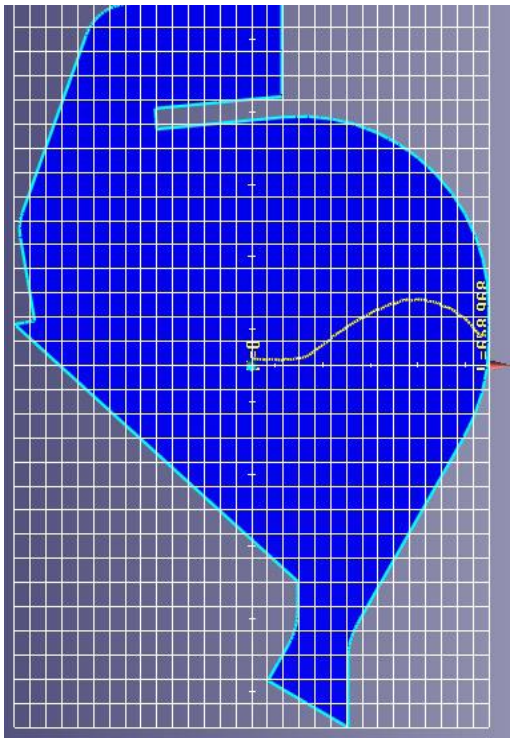

Рисунок 2 – Профиль топочной камеры котла с расчетной сеткой

На основе полученных экспериментальных данных оптимизирован геометрический профиль топочной камеры, определена рациональная схема расположения сопел первичного и вторичного дутья.

Как показывают расчеты (рис.3) и результаты экспериментов на лабораторной установке (рис.4), предложенный профиль топочной камеры с реализованным в нем принципом инерционной сепарации обеспечивает улавливание частиц топлива размером $\delta \geq 100$ мкм.

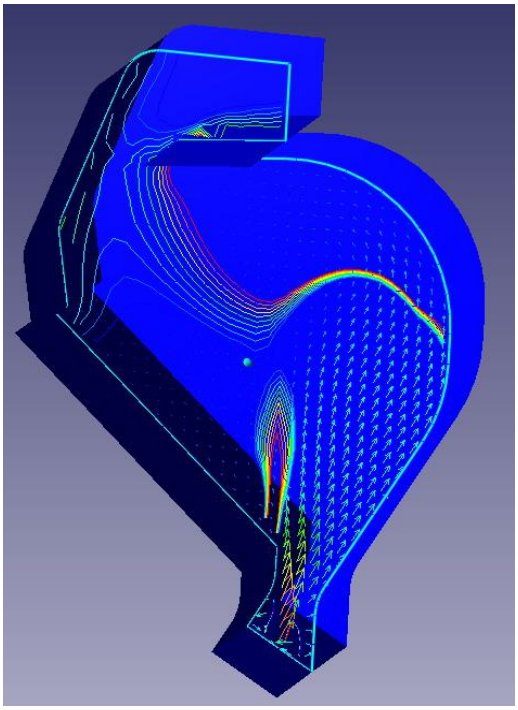

Рисунок 3 – Распределение проекций векторов и полей скоростей (по z-координате) в продольном сечении топочной камеры

Рисунок 4 – Экспериментальный стенд топочной камеры

Благодаря развитой внутритопочной аэродинамике и ступенчатой подаче необходимого для горения воздуха масса выбросов оксида азота значительно меньше, чем в типовых топках, что особенно важно при установке твердотопливных котлов в населенных пунктах.

Специально организованная гидравлическая схема котлов существенно снижает опасность накипеобразования на внутренней поверхности труб, что делает котлы менее требовательными к химическому составу воды. Этому способствуют оптимальные скорости движения воды, при сравнительно невысоком общем гидравлическом сопротивлении.

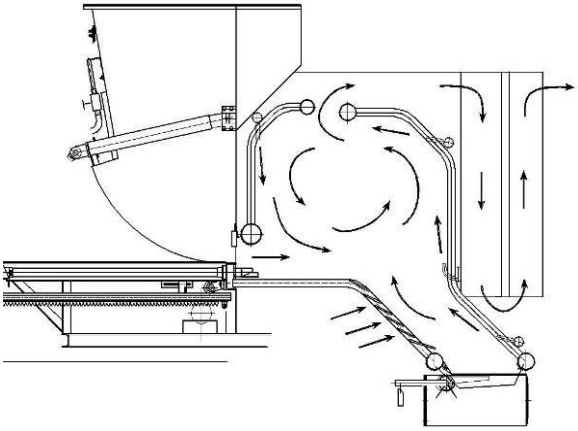

Рисунок 5 – Аэродинамическая схема котла КВм-1.0Б

При разработке новых конструкций котлов и способов сжигания активно используется компьютерное моделирование (рис. 6).

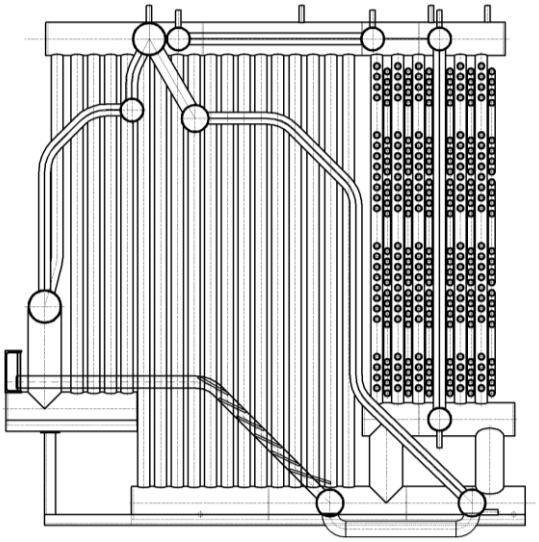

Рисунок 6 – Трубная система котла

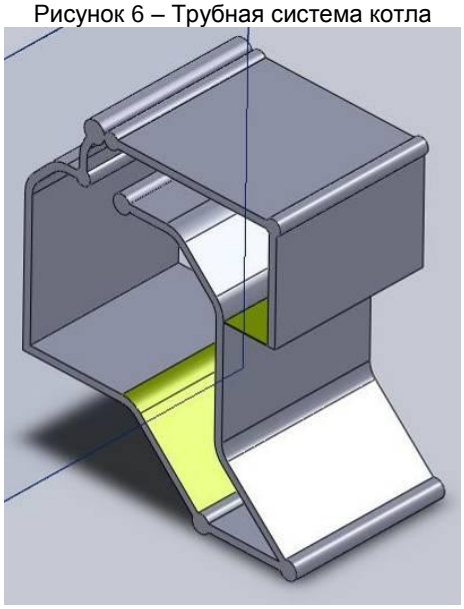

Рисунок 7 – Математическая 3D-модель топочной камеры котла

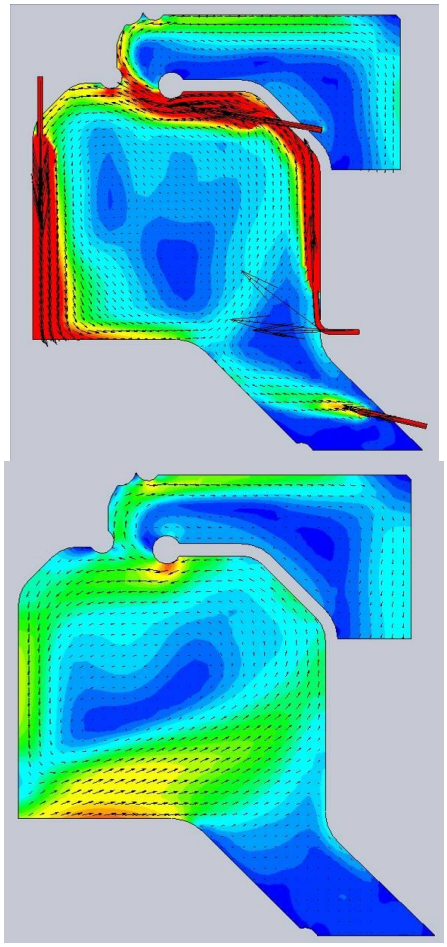

Рисунок 8 – Распределение вертикальных проекций векторов и полей скоростей в продольных сечениях топки котла

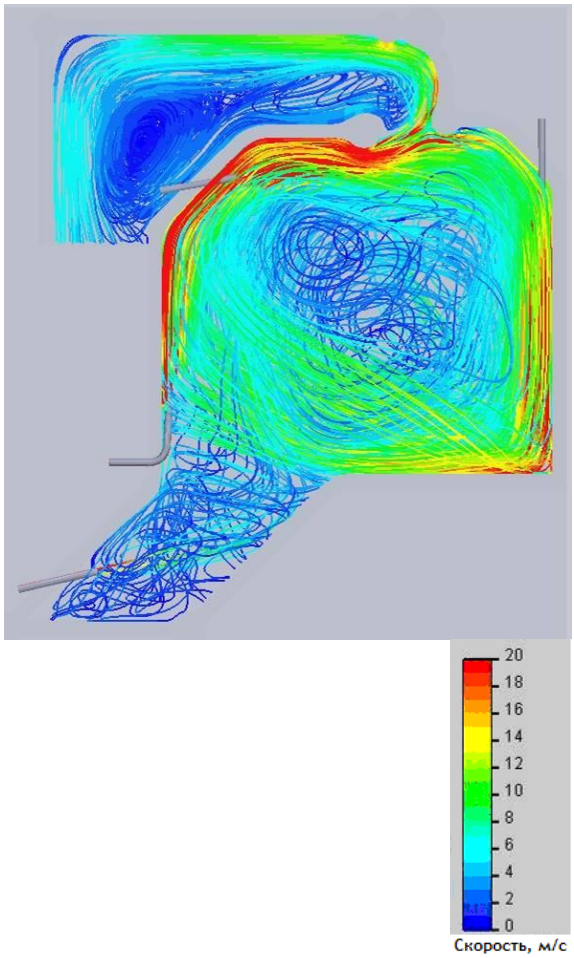

Рисунок 9 – Траектории, характеризующие движение потока со стороны левого бокового экрана котла

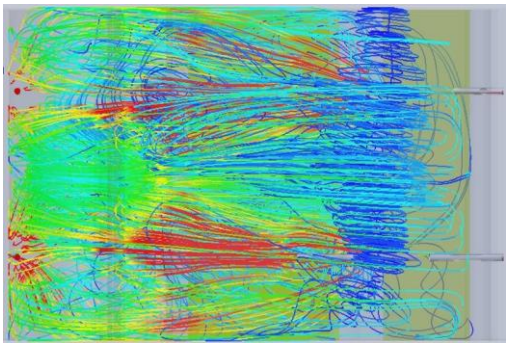

Рисунок 10 – Траектории, характеризующие движение потока со стороны потолочного экрана котла

Котлы (рис. 5) спроектированы с учетом всех современных технологий котлостроения, имеют повышенный к.п.д. и повышенную безопасность при эксплуатации. Реализованный в топочном процессе принцип инерционной сепарации позволяет максимально ис-

пользовать всю энергию, заключенную в топливе, снизить механический и химический недожог топлива, повысить технико-экономические и экологические характеристики котла.

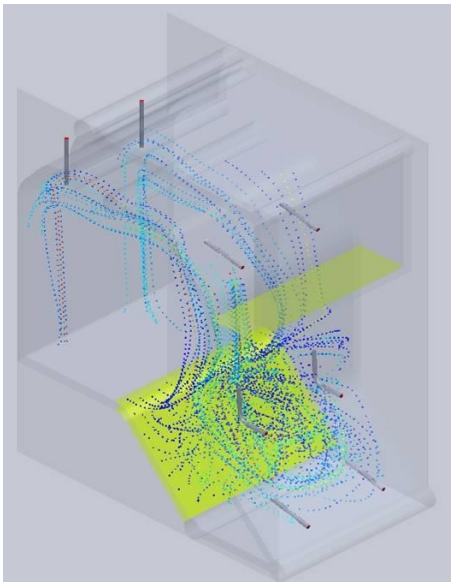

Рисунок 11 – Траектории частиц мунайского угля размером 100 мкм в вихревой топке

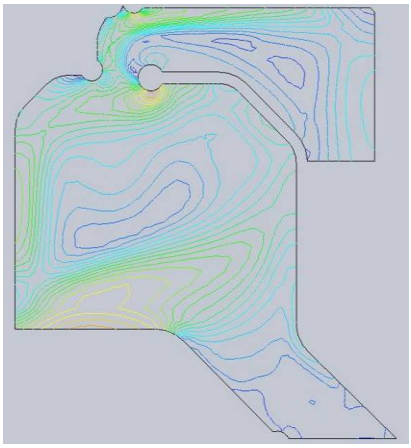

Рисунок 12 – Изолинии скоростей в топке котла

ЛИТЕРАТУРА

1. Жуков, Е. Б. Исследование свойств и процессов горения нетрадиционных топлив. Материалы III семинара вузов Сибири и Дальнего Востока по теплофизике и теплоэнергетике / Е. Б. Жуков, В. И. Симанов, И. Д.Фурсов, В. А. Голубев. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2003.

2. Померанцев, В. В. Основы практической теории горения: учеб. пособие / В. В. Померанцев, К. М.Арефьев, Ю. А. Рундыгин, С. М. Шестаков. – Л.: Энергия, 1976.