

Жуков Евгений Борисович

канд. техн. наук, заведующий кафедрой

Меняев Константин Викторович

доцент

Таймасов Дмитрий Рашидович

соискатель, старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный

технический университет им. И.И. Ползунова»

г. Барнаул, Алтайский край

DOI 10.21661/r-555656

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ПО СЖИГАНИЮ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

***Аннотация:** в данной работе авторами исследуются котельные установки по сжиганию отходов деревообрабатывающей и сельскохозяйственной промышленности в энергетике.*

***Ключевые слова:** котельные установки, сжигание отходов, промышленность.*

Тенденции развития энергетической отрасли требуют повышения экологических и экономических показателей котельных агрегатов в современных энергетических системах. Основным критерием оценки экономичности работы любого котла являются его затраты на топливо. Таким образом, одним из основных способов повышения экономических показателей котельных установок малой и средней мощности является вовлечение в топливный баланс ТЭС или муниципальной котельной различных биотоплив или совместное сжигание углей и твёрдых видов топлива из растительной биомассы.

Отходы деятельности сельскохозяйственных предприятий, такие как лузга различных злаковых культур (гречиха, подсолнечник, овес) находят всё более широкое применение как топливо для котлов малой мощности. Другой

разновидностью растительной биомассы принято считать отходы деревоперерабатывающей промышленности.

Сжигание в топочных камерах традиционных котлов, измельчённых древесных и растительных отходов, представляет, на самом деле, серьёзную проблему из-за трудности удержания парусных частиц в процессе их выгорания в зоне активного горения, и из-за образования значительных отложений золы в топке и в межтрубном пространстве котельных пучках [2]. При уносе частиц из топочной камеры возникает опасность периодических пожаров в газоходах и золоуловителях котельной установки, по мере накопления в них механического недожога. Технологии совместного сжигания низкосортных топлив (бурый уголь и высоковлажные КДО (кородревесные отходы)), существующие на сегодняшний день, имеют целый ряд недостатков, не позволяющих полностью использовать заложенную в топливе энергию [3, 4].

Использование альтернативных видов топлив осложнено недостаточной изученностью теплофизических свойств этих топлив, и процессов, происходящих при сжигании их в топочных устройствах [8].

В лаборатории топлива кафедры Котло- и реакторостроения (КиРС) АлтГТУ для возможности оценки кинетических процессов сушки, выхода летучих и горения топлива, по предварительному описанию процессов, происходящих в нем, проводились эксперименты на специально созданной установке «Механотрон», которая позволяет получить динамические характеристики при пиролизе и горении исследуемого топлива (рис. 1). На установке сжигались сферические частицы древесного топлива фиксированной массы 0,5...1,5 г при температурах до 600...900°C [1].

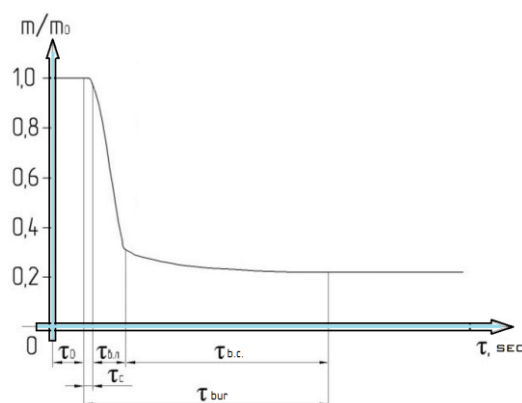


Рис. 1. Установка Механотрон. Динамика термического разложения топлива

τ_0 – время до разогрева частицы, τ_c – время сушки частицы, $\tau_{б.л.}$ – время выхода летучих веществ из частицы топлива, $\tau_{Г.к.}$ – время горения коксового остатка, τ_{Γ} – время выгорания частицы, $\tau_{\Gamma} = \tau_c + \tau_{б.л.} + \tau_{Г.к.}$

В ходе экспериментов специалистами лаборатории были проведены исследования процессов термического разложения на образцах древесины и получены графические зависимости изменения массы частицы древесины от времени пребывания её в высокотемпературной зоне (рис.1). Для древесных опилок, древесной коры верхней и нижней части ствола установлены зависимости выхода летучих от температуры разложения, определена температура максимального выхода летучих (рис.2).

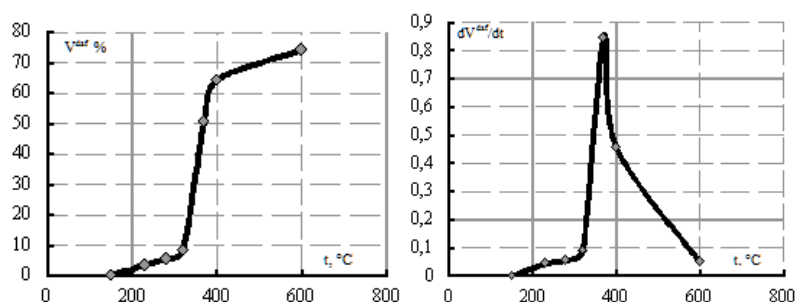


Рис. 2. Графическая зависимость выхода летучих древесного топлива в зависимости от температуры топочной камеры.

В интегральном и дифференциальном виде

Процесс выхода летучих и пиролиз древесины являются суммой ряда последовательно и параллельно протекающих реакций (рис.1). Высокое значение выхода летучих веществ древесины влияет на процесс горения топлива в своей начальной стадии, – он существенно отличается от стадии горения кокса.

Специалистами нашей кафедры предложен такой профиль топочной камеры, в котором частицы полифракционного топлива, обладающие высокой парусностью и низкой плотностью, удерживаются внутри топки за счет инерционного принципа сепарации (рис.3). Данное техническое решение принято ввиду малой эффективности гравитационной сепарации древесных отходов, реализованной в большинстве существующих котлов [4].



Рис. 3. Стенд моделирования вихревой аэродинамики котлов

На основании экспериментальных и расчетных данных спроектирован ряд котельных агрегатов с многократной циркуляцией топлива в топке: котел КВм-4,5ДВО для сжигания древесных отходов (рис.4) с топочным устройством ТНФГ-4,5 (ООО «БарнаулЭнергоМаш»), и водогрейный блок котла КВм-4,0ДВО, устанавливаемый на наклонно-переталкивающую решетку (рис.5).

В первом исполнении котельного агрегата КВм-4,5ДВО использована топка ТНФГ. Аэродинамическая схема данного котла представлена на рисунке 4.

Удержание частиц топлива в топке до их глубокого выгорания обеспечивалось за счет многократной крутки. В программном комплексе CFD решались задачи выявления общей картины аэродинамической обстановки и её детализации.

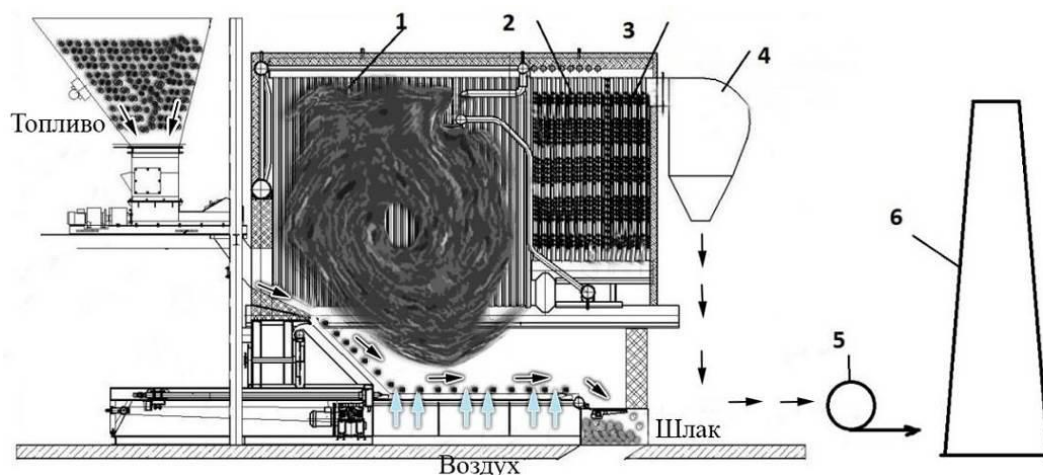


Рис. 4. Котельная установка КВМ-5,0ДВО для сжигания древесных отходов

На рисунке 4 представлена следующая схема: измельченные древесные отходы подаются специальным питателем в топочную камеру котла, в которой сжигание происходит по комбинированной факельно-слоевой технологии. Тяжелые частицы древесного топлива проходят по наклонной, а затем горизонтальной части колосниковой решетки, сгорая при этом. Мелкие частицы захватываются восходящим аэродинамическим потоком и полностью выгорают в вихре. Установленный за котлом инерционный уловитель типа ЗУ позволяет вернуть в топочную камеру частицы несгоревшего топлива, посредством дымососа рециркуляции и сопел системы возврата уноса СВУ. Такая топка с инерционным удержанием мелких частиц, как в самой топочной камере, так и за её пределами (система СВУ котла) обеспечивает практически полное выгорание частиц древесного топлива.



Рис. 5. Котельная установка КВм-5,0ДВО для сжигания древесных отходов с наклонно-переталкивающей решеткой

Объединение слоевого и факельного способа сжигания позволяет обеспечить взаимное поддержание горения и равномерное заполнение всей топочной камеры котла горящим факелом (рис.5).

Представленная в данной статье технология обеспечивает глубокое выжигание горючих, повышенную экономичность и высокие экологические показатели водогрейного или парового котла (рис.6).

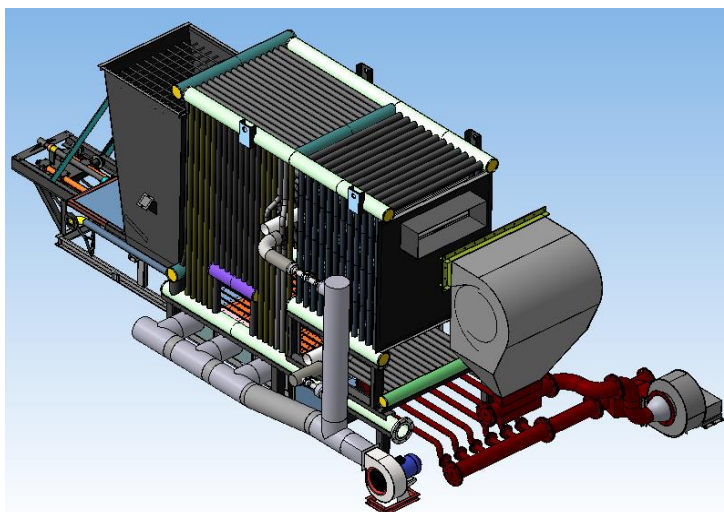


Рис. 6. 3D-модель котельной установки КВм-3,0ДВО для сжигания древесных отходов с системой возврата уноса

В работе предложены методы устранения проблем утилизации низкосортных топлив из отходов типа КДО. Результаты натурных экспериментов и CFD-численного моделирования по сжиганию таких топлив показали возможность их эффективного применения в энергетике. Разработки котельных установок с высокими экологическими показателями с применением многократной циркуляции, предлагаются к внедрению в системы малой и средней энергетики, что позволит рационально использовать КДО-отходы деревообрабатывающих предприятий и снизить потребление традиционных энергоресурсов, таких как уголь, газ, мазут.

Список литературы

1. Жуков Е.Б. Исследование сжигания низкосортного угля / Е.Б. Жуков, И.Д. Фурсов, И.С. Якимова // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. MODERNSCIENCE: researches, ideas, results, technologies. – Днепропетровск: Изд-во НППК «ТРИАКОН», 2014. – С. 173 – 178.
2. Бернадинер М.Н. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов / М.Н. Бернадинер, А.П. Шурыгин. – М.: Химия, 1990. – 304 с.
3. Фурсов И.Д. Технология сжигания древесных отходов в котлах малой и средней мощности / И.Д. Фурсов, Е.Б. Жуков, Н.С. Гаврин, К.В. Меняев // Сборник статей I Международной заочной научно-практической конференции «Проблемы техносферной безопасности – 2015» (10 февраля 2015г.); Алт.гос.техн.ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015 – С. 206–209.
4. Zhukov E.B., CO-COMBUSTION TECHNOLOGY OF COAL AND WOOD WASTE/Zhukov E.B., Puzirev E.M., Menyaev K.V.The 8th International Symposium on Coal Combustion (8thISCC) Beijing, China, July 19–22, 2015
5. Красуцкий Е.В, Исследование сжигания сельскохозяйственных отходов. Журнал «Ползуновский вестник» / Е.В. Красуцкий, И.Д. Фурсов, Е.Б. Жуков, И.С. Якимова, Е.М. Пузырев. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012.
6. Пузырев Е.М. Технология совместного сжигания бурого угля и кородре-весных отходов в энергетических котлах / Е.М. Пузырев, Е.Б. Жуков, Е.Е. Пау-това, К.В. Меняев // ОАО «ВТИ», Москва, 28–29 июня 2016 г. Сборник докладов III международной научно-практической конференции «Использование твердых топлив для эффективного и экологически чистого производства электроэнергии и тепла». – С. 114–121
7. Померанцев В.В. Основы практической теории горения: учебное пособие для вузов 2-е изд., перераб. и доп. / В.В. Померанцев, К.М. Арефьев, Д.Б. Ахме-дов [и др.]; под ред. В.В. Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. Ле-нингр. отд-ние, 1986.-312 с.

8. Жуков Е.Б., Меняев К.В., Красуцкий Е.В., Маришин Н.С. Экологические аспекты сжигания сельскохозяйственных отходов в котлах малой и средней мощности. Проблемы техносферной безопасности / Е.Б. Жуков, К.В. Меняев, Е.В. Красуцкий, Н.С. Маришин // I международная заочная научно-практическая конференция. – 2015.