

УДК 622.4

Барышева О.Б. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: obbars@mail.ru

Хабибуллин Ю.Х. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: a0an@mail.ru

Хасанова Г.Р. – студент

E-mail: hasanovag@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Эффективность применения разработанного твердотопливного котла длительного горения

Аннотация

На данный момент в период кризиса и санкций, прежде всего страдает экономика нашей страны, цены растут, население беднеет, поэтому ищет более низкие по затратам источники для отопления помещений. Нами разработан вариант твердотопливного котла длительного горения. Этот вариант является простым решением проблемы обогрева помещения при малых финансовых затратах. Кроме того, данный котел компактен по своим габаритам. КПД котла около 85 %. Котел экономически выгоден за счет потребления дешевого топлива.

Обычно котлы длительного горения используются там, где нет возможности для обогрева помещения другими способами или попросту не подведен газопровод и в перспективе этого не предвидится.

Ключевые слова: твердое топливо, энергоэффективность, котел, диоксины, дымовые газы.

Разработанный котел длительного горения (в дальнейшем, котел) может работать почти на любом виде твердого топлива, даже на твердых бытовых отходах (ТБО). Принцип работы котла базируется на таком свойстве твердого топлива, как тление. Топливо может тлеть в течении многих часов и при этом обладать высокой теплоотдачей [1]. Особенно хочется отметить, полноту сгорания твердого топлива. Следовательно, отходы минимизированы. Чтобы дрова тлели, а не сгорали слишком активно, разработана специальная конструкция котла. Поскольку топливо почти полностью сгорает, то и в экологическом плане это большой плюс, поскольку не образуются канцерогенные диоксины и суперэкоксиканты.

В состав разработанного котла входит:

- вместительная топка (камера сгорания) с минимальной по размерам зоной горения топлива (твердое топливо + воздух), где подача или поступление окислителя, в данном случае воздуха регулируется;

- дымовая труба;

- распределитель воздуха;

- труба для подачи воздуха.

Один раз периодичностью в 10-18 часов (работа в практически непрерывном режиме при загрузке 1-2 раза в день), а зависимости от температуры окружающего воздуха происходит загрузка максимально возможного для данной конструкции объема топлива. Замедленное тление в котле при происходит при высоких температурах за счет ограничения подачи воздуха в котел.

В котле создается ограниченное поступление воздуха (окислителя). От объема загруженного твердого топлива, от свойств топлива зависит время горения топлива в котле. Обычно твердое топливо загружают плотно, без промежутков, при этом в качестве твердого топлива можно использовать не только дрова, а все, что способно тлеть: торф, кокс, ТБО [2, 3].

Загрузка топлива несложна – для этого надо сделать несколько операций:

- снять крышку с котла;

- убрать регулятор подачи воздуха;
- загрузить максимально плотно топливом до уровня дымовой трубы котел;
- верхушку топлива обрызгать с помощью пульверизатора или другого подобного устройства жидкостью для розжига;
- установить регулятор и крышку;
- максимально открыть воздушную заслонку;
- внутрь заслонки бросить запальник, например, горящую лучину;
- дождаться начала тления топлива;
- прикрыть заслонку.

Если установилось устойчивое горение, то из дымовой трубы появится дым. О степени прогорания топлива в котле можно судить по трубе подачи воздуха. Труба вместе с регулятором будет опускаться, пока топливо полностью не сгорит.

Для системы отопления создана следующая схема: дымовые газы, отводимые трубой, проходят через теплообменный аппарат и нагревают воду. Эта вода и используется в системе отопления.

При монтаже котел необходимо устанавливать на фундамент или ровную горизонтальную поверхность.

Твердотопливный котел, сваривается из трубы диаметром более 300 мм, с толщиной металла более 3 мм. Если сделать котел тонкостенным, то стенки быстро прогорят. Высота трубы около 0,8...1,0 м. От высоты трубы зависит объем загрузки твердого топлива. Для отвода дымовых газов требуется стальная труба диаметром 100 мм. Для организации процесса горения необходима подача воздуха в камеру сгорания. Здесь используется стальная труба диаметром 60 мм. Также потребуется листовая сталь толщиной 4 мм. Для проведения работ требуется сварочный аппарат и углошлифовальная машина.

Разделим котел на четыре зоны:

I зона – зона загрузки топлива;

II зона – зона тления топлива;

III зона – зона полного сгорания;

IV зона – зона отвода продуктов сгорания.

Рассмотрим устройство, которое ограничивает зону горения топлива [4, 5], вследствие которого увеличивается время работы котла. Это устройство называется распределителем воздуха.

Распределитель воздуха – это металлический круг толщиной порядка 5 мм с отверстием в центре круга. Через это отверстие с помощью телескопической трубы подается воздух в зону тления (горения) топлива. Высота распределителя не превышает 50 мм. При большей высоте топливо будет быстро сгорать. Диаметр распределителя должен быть немного меньше диаметра котла для обеспечения его беспрепятственного движения. Крыльчатка с лопастями регулирует высоту зоны горения (зоны тления топлива). При этом в зону тления поступает равномерно распределенный воздух.

Делается крышка с отверстием для трубы распределителя. Потом она приваривается. Крышка должна быть герметично пригнана к камере сгорания. В противном случае будет идти щелевой дым.

Труба для подачи воздуха диаметром 60 мм может быть, как телескопической, так и цельной. Отверстие в распределительном устройстве должно быть менее 20 мм. В противном случае, камера сгорания перенасытится воздухом и топливо быстро сгорит.

Металлическая труба для отвода дымовых газов диаметром 100 мм должна быть горизонтальной и длиной в 500 мм, чтобы не было лишней тяги. Труба сваривается с верхней частью боковой стенки котла. После этого ее пропускают через теплообменник в виде бака.

Внизу делается дверца для твердых конденсированных продуктов сгорания.

Котел универсален. Его можно использовать не только для отопления жилого помещения, но и для сельскохозяйственных нужд, например, для обогрева теплицы, офиса и других помещений. При правильной эксплуатации разработанный котел экономичен, безопасен, может работать практически на любом твердом топливе, включая ТБО. Длительность горения топлива зависит не столько от объема котла, сколько от вида

топлива. Котел не требует постоянного контроля. Периодичность загрузки твердого топлива можно определить опытным путем.

При эксплуатации котла необходимо выполнять следующие условия [6]:

- расстояние доступа до котла должно составлять более одного метра;
- дрова, брикеты и прочее топливо допускается располагать на расстоянии более 400 мм, а легковоспламеняемые предметы 250 мм от котла.

- котел нельзя растапливать керосином, дизельным топливом, бензином, обрезками ламината, глянцевой бумагой, ДСП, т.к. можно отравиться, поскольку все перечисленное относится к суперэкоксидантам.

- рекомендуемое топливо: сухие дрова, пеллеты, древесные опилки, торф, кокс.
- перед каждой растопкой надо убирать скопившийся пепел.
- чтобы не засорились дымоходные каналы, рекомендуется еженедельная чистка топки и зольника.

Правила пожаробезопасности при эксплуатации установки [7]:

- необходимо выделить место для установки такого котла (котельной, топочной);
- под котлом требуется основание из негорючего материала;
- лист при топке должен быть выполнен из нержавеющей стали или, как вариант, из оцинковки;

- должно быть выдержано расстояние не менее 50 см от примыкающих стен до котла;

- диаметр трубы (вентиляционной) в котельной должен быть более 110 мм.

Как у любых устройств, так и у разработанного нами котла длительного горения есть ряд преимуществ и недостатков [8].

Преимущество:

- невысокая цена котла;
- низкая стоимость топлива;
- простота в обслуживании;
- возможность использования различных видов топлива вплоть до ТБО;
- высокий КПД (около 85 %);
- безопасность при правильной эксплуатации;
- простота в управлении.

Недостатки:

- интуитивное управление (забыл загрузить топливо, котел погас);
- отсутствие регуляторов температуры.

Проведем анализ экономической эффективности разработанного нами котла. Анализ будем вести по ценам на 01.01.2015 г. Целью анализа является определение затрат при использовании котла на твердом топливе для отопления помещений и затрат, идущих на котлы, работающие на природном газе.

Сначала определимся: в первую очередь мы ищем альтернативу использованию газового топлива. Природный газ дорожает из года в год и особенно сейчас в условиях кризиса. Поэтому начнем с газа. В таблице представлены тарифы на природный газ (магистральный), действующие в Республике Татарстан с 01.01.2015 г.

В таблице по графам расписано: назначение использования природного газа и норматив потребления природного газа.

Из указанных данных произведем расчет для анализа финансовых затрат.

Расчет:

Для примера возьмем пригородный дом общей площадью 300 м².

Потребление газа на нужды отопления за отапливаемый сезон составляет около 6000 м³/год.

Горячее водоснабжение дома осуществляется посредством использования в доме электрического водонагревателя.

За сезон стоимость газа составит: $6000 \cdot 4,8 = 28800$ руб.

К этой величине прибавим стоимость электричества потребляемого на нагрев воды: 130 кВт в месяц, при цене 3,63 за кВт, получаем следующие цифры: $130 \cdot 3,63 \cdot 12 = 5662$ руб. 80 коп.

Общие затраты на обогрев дома газом и нагрев воды электричеством составляют: 34462 руб. 80 коп.

Таблица

Тарифы на природный (магистральный) газ в Казани и РТ, действующие с 01.01.2015 г.		
4,8 руб./ м ³		
Нормативы потребления природного газа для населения в Казани и республике с Татарстан		
Назначение	Ед. изм.	Норматив
В жилых домах:		
с центральным отоплением с ГВС при наличии газовой плиты	кубометр в месяц на 1 человека	12,0
с центральным отоплением без ГВС при наличии газовой плиты	кубометр в месяц на 1 человека	20,0
с центральным отоплением при наличии газовой колонки и газовой плиты	кубометр в месяц на 1 человека	24,5
В жилых домах с местным отоплением жилых помещений от отопительных газовых приборов (в течение всего года)	кубометр на 1 м ² отапливаемой площади в месяц	8,5
Отопление индивидуальных теплиц	кубометр на 1 м ³ отапливаемого объема теплицы в месяц	4,5
Отопление индивидуальных бань газовыми приборами	кубометр на 1 баню в месяц	166,5

Расчет альтернативы – расходы на твердое топливо.

Цена зависит от сорта древесины, и ее свойств. Рассмотрим наиболее часто используемые в народе и доступные по цене березовые дрова – 1000 рублей за 1 м³. Одна машина дров объемом кузова 8 м³ стоит 8000 рублей. Стоимостью котла пренебрегаем, т.к. от изготовлен из подручных материалов.

После установки котла и бойлера емкостью 150 литров расход дров составил: две машины дров – 16 м³.

В доме постоянно пользовались горячим водоснабжением, и температура помещения не опускалась ниже +23 градусов, даже в сильные морозы.

Вычислим стоимость отопления твердотопливным котлом: $(16 \cdot 1000) = 16000$ руб.

Общие затраты на обогрев дома и нагрев воды дровами составляют – 16000 руб. 00 коп.

Сравним полученные результаты:

- Отопление газом – 34462 руб. 80 коп.

- Отопление дровами – 16000 руб.

Разница очевидна, и составляет более 18 тыс. руб. в год.

В нашем случае преимуществом системы отопления с использованием твердотопливного котла является экономическая выгода, быстрая окупаемость и простота в эксплуатации.

Выводы:

В настоящее время многие стремятся приобретать недвижимость за городом, поближе к природе. Поэтому котел будет решением таких вопросов как обогрев дома и использования горячего водоснабжения для бытовых нужд. Данный котел имеет ряд незаменимых качеств, таких как, доступность по цене, безопасность, надежность при соблюдении правил пожаробезопасности. Так же котел прост в монтаже и эксплуатации.

Список библиографических ссылок

1. Мухачев Г.А., Шукин В.К. Термодинамика и теплопередача. – М.: Химия, 1991. – 480 с.
2. Мягков М.И., Алексеев Г.В. Твердые бытовые отходы города. – М.: Стройиздат, 1978. – 168 с.
3. Девяткин В.В., Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления. – М.: Интернет Инжиниринг, 2000. – С. 224-225.
4. Крюков В.Г., Наумов В.И., Демин А.В., Абдуллин А.Л., Тринос Т.В. Горение и течение в агрегатах энергоустановок: моделирование, энергетика, экология. – М.: «Янус-К», 1997. – 306 с.

5. Бакиров Э.Г., Захаров В.М. Образование и выгорание сажи при сжигании углеводородных топлив. – М.: Машиностроение, 1989. – 128 с.
6. Иевлев В.М. Численное моделирование турбулентных течений. – М.: Наука, 1990. – 215 с.
7. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание органических отходов. – М.: Химия, 1990. – 214 с.
8. Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Черенков А.С. Основы теории физико-химических процессов в тепловых двигателях и энергетических установках. – М.: Химия, 2000. – 520 с.

Barysheva O.B. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: obbars@mail.ru

Khabibullin Iu.Kh. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: a0an@mail.ru

Khasanova G.R. – student

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1

The efficiency of application the developed solid fuel boilers of long burning

Resume

In connection with the increase in gas prices for consumers, solid fuel boilers effectively compete now with the most cost-effective gas boilers. For newly builded houses to install such a boiler is a cost efficient and farsighted decision. It does not need to worry about expensive gas installation and necessary approvals.

Boilers for wood when working in heating systems with natural circulation of water do not require electricity at all. They can be successfully use where other energy sources are unavailable or expensive.

The reliability and safety of boilers. More recently, significant shortcomings of solid fuel boilers were the inability to work in a fully autonomous mode and the need for frequent fuel loading.

Unlike long burning boilers from boilers on electricity, gas and diesel, where there is always the risk of snapping the power supply, gas explosion or ignition of diesel fuel is develop by the solid fuel boiler is safe.

Simple design and scheme of operation of the boiler clear to any user with any level of education, which eliminates any difficulties in operation.

Keywords: solid fuel, efficiency, boiler, dioxins, flue gases.

Reference list

1. Mukhachev G.A., Shchukin V.K. Thermodynamics and heat transfer. – М.: Chemistry, 1991. – 480 p.
2. Myagkov M.I., Alekseev G.V. Solid household waste in the city. – М.: Stroyizdat, 1978. – 168 p.
3. Devyatkin V.V., Bobovich B.B. Processing of wastes of production and consumption. – М.: Internet Engineering, 2000. – P. 224-225.
4. Kriukov V.G., Naumov V.I., Demin A.V., Abdullin A.L., Trynos T.V. Burn and a current in units of power installations: modeling, power, ecology. – М.: «Janus-K», 1997. – 306 p.
5. Bakirov A.G., Zakharov V.M. Education and burnout soot combustion of hydrocarbon fuels. – М.: Mashinostroenie, 1989. – 128 p.
6. Ievlev V.M. Numerical modeling of turbulent flows. – М.: Nauka, 1990. – 215 p.
7. Bernadiner M.N., Shurygin A.P. Fire recycling and disposal of organic waste. – М.: Chemistry, 1990. – 214 p.
8. Aлемасов V.E, Dregalin A.F., Cherenkov A.S. Physical and chemical processes theory of heat engines and energy units. – М.: Chemisry, 2000. – 520 p.