

УДК 621.18

МОДУЛЬНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ УГОЛЬНАЯ КОТЕЛЬНАЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Афанасьев Александр Викторович

Новосибирск, ООО «Терморобот»

Введение

ООО «Терморобот» – производственная фирма, разработчик и производитель автоматизированных угольных модульных котельных «терморобот». Тема конференции – новые разработки в энергетике, и мы хотим рассказать о примере реализации инновационных подходов.

Что такое инновации и новые технологии? Это не самоцель, не просто «голая» технология, а конкретное улучшение жизни людей: это или принципиально новый товар или услуга, либо принципиально новые потребительские качества у старого продукта. Иначе, даже очень хорошая технология останется всего лишь технологией, а не конечным продуктом, который будет приносить пользу людям. Наша котельная — пример реализации инновации в малой распределенной энергетике.

Затраты на отопление зданий в России (в силу географического положения) стоят на первом месте среди затрат будь то частного домовладельца или производственного предприятия. Эти затраты приводят к ухудшению конкурентно-способности России на мировом рынке во всех отношениях: люди должны получать более высокую заработную плату, что бы плачивать отопление, а предприятия включают издержки на отопление в себестоимость продукции. Поэтому снижение затрат на отопление (не более чем в Европе) – есть стратегическая задача для России. Наша продукция позволяет приблизиться к этой цели.

Затраты на отопление можно снизить снижением затрат на топливо. Путь, конечно, не совсем правильный, но живем мы именно в России, где стоимость топлива относительно невелика. Разведанных запасов угля хватит еще на сотни лет, при сохранении существующих темпов потребления.

Поэтому, задачу снижения затрат на отопление можно решить применением топлива с низкой стоимостью за 1 ГКалл полученного тепла: это уголь и природный газ (при этом стоимость природного газа низка только в России). Все другие виды топлива получаются в несколько раз более дорогими (рис.1, данные для Новосибирска на сентябрь 2012 года). Уголь легко хранится и транспортируется в любую точку страны. Для подачи природного газа приходится протягивать трубы непосредственно от месторождения до потребителя. Страна у нас большая, и экономически нецелесообразно протягивать трубы до небольших удаленных объектов. Поэтому необходимо отопительное устройство малой мощности, которое в автоматическом режиме будет потреблять уголь и выдавать тепловую энергию.

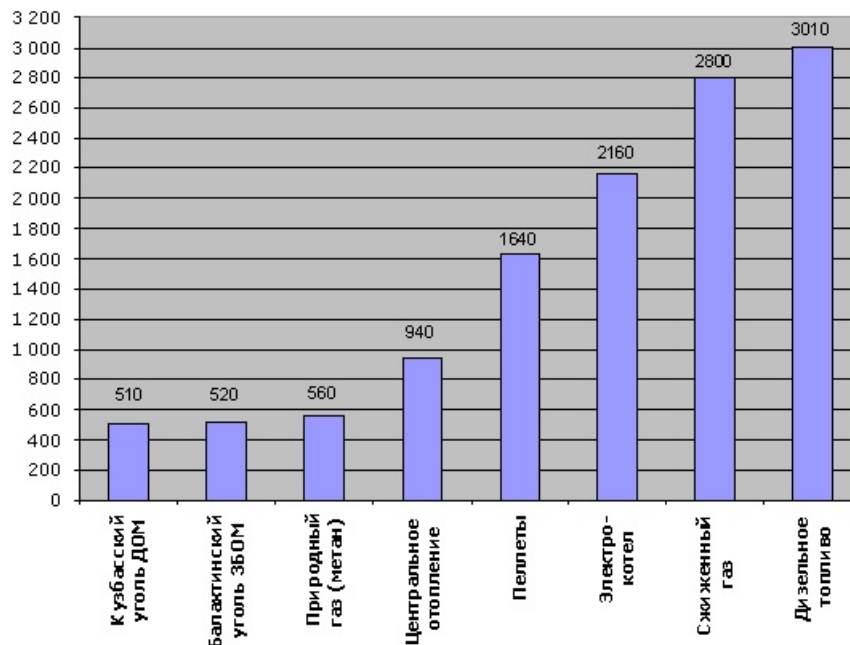


Рис 1. Данные для Новосибирска на сентябрь 2012 года.

Уголь давно и успешно сжигают на больших современных автоматизированных котельных, оснащенных современными типами угольных горелок, топков. Но не всегда рядом с отапливаемым объектом находится такая современная котельная, а иногда из-за удаленности объекта от котельной становится экономически нецелесообразно тянуть к объекту теплотрассу. Именно для приближения современного экономичного источника теплоснабжения к потребителю была разработана угольная автоматическая котельная малой мощности (от 25 до 750 кВт) «терморобот». Это позволит для малых угольных котельных перейти от века бригады чумазных кочегаров с лопатами и тачкой к современному оператору, который лишь периодически контролирует работу механизмов котельной. Конечный потребитель получает тепло на объект сразу по погодозависимому графику и по стоимости ниже, чем на центральной котельной. Для примера, величина з/п обслуживающего персонала на 1 Гкалл выработанного тепла в котельных «терморобот» в 25 раз ниже, чем в «ручной» котельной малой мощности, в 3-5 раз ниже, чем в центральной котельной.

Для решения этой задачи была разработана линейка автоматических угольных горелок мощностью от 25 до 300 кВт. Горелочное устройство позволяет сжигать с КПД 85% разные виды бурого, каменного угля и антрацита. В горелке последовательно происходят процессы подогрева угля, выделения и горения летучих компонентов топлива, горения углеродной составляющей топлива, остывание шлака с передачей тепла горелке, сброс остывшего шлака в золоприемник. Все устройства защищены патентом Российской Федерации как изобретение (№2451239) и как полезная модель (№104668).

Требования к углю: фракция 0-50, влажность до 40 %. Чтобы процесс топливоподачи плохого и влажного угля происходил непрерывно, была разработана собственная система топливоподачи (защищена патентом).

Чтобы обеспечить эффективный теплообмен и высокий КПД котла в целом, разработана собственная конструкция тела котла и теплообменника. Эта конструкция сочетает в себе несколько устройств: топка, дожигатель дымовых газов, жаротрубный 3-х ходовой теплообменник, встроенный уловитель золы уноса. Все это позволяет обеспечить КПД котла в целом до 85 %, содержание СО в выхлопе 250-400 мг/куб.м., температура газов на выходе из котла около 130-150 град.С.

Все разработки были выполнены в ООО «Терморобот» с «нуля», без копирования каких-то существующих аналогов. Уже после разработки основных узлов и создания работоспособной модели автоматического угольного котла в 2010 году был произведен патентный поиск по российским и зарубежным патентам, изучены автоматические угольные котлы других производителей. Патентный поиск не обнаружил аналогичных устройств малой мощности. Несколько независимых человек изучали российские и зарубежные сайты с целью поиска подобных устройств. Были обнаружены только автоматические угольные котлы типа «Карборобот» и польские котлы с ретортной горелкой. Из этих котлов только «Карборобот» имеют длительный опыт эксплуатации (около 10 лет), котлы с ретортной топкой начали применяться около 5 лет назад за рубежом, и с 2011 года – в России.

Элементы модульной автоматической угольной «терморобот» (рис. 2)

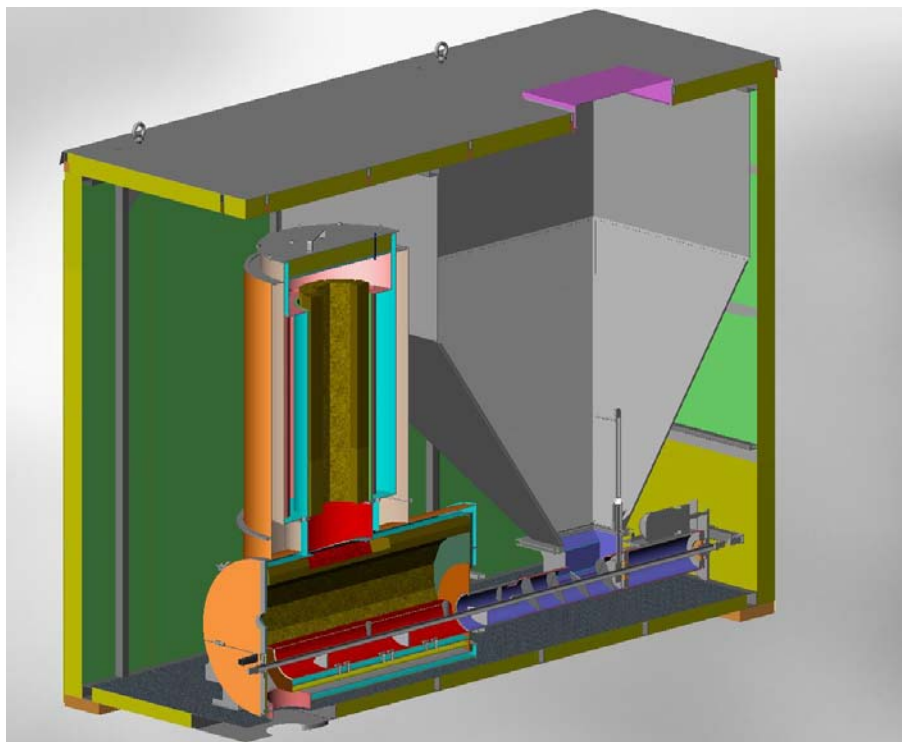


Рис. 2. Схема котельной «Терморобот».

Система подачи угля

Система подачи угля автоматического котла «Терморобот» может работать с бункерами больших размеров (есть клиенты, которые наращивали стан-

дартный бункер 4,5 куб. м. до 8 куб. м.). Система подачи рассчитана на использование негерметичного бункера (в отличие от котлов «Карборобот»). Для предотвращения распространения горения в бункер используется специальная конструкция шнека, которая позволяет создать в трубе подачи угля пробку из подаваемого топлива.

Система подачи рассчитана на подачу сырого или мерзлого угля фракции 0-50 мм влажностью до 40 %. Для обеспечения бесперебойной подачи топлива использованы разработан специальный «ворошитель» угля в бункере, который не позволяет образовываться «сводам» и «воронкам» в бункере. Чтобы не происходило примерзание мерзлого угля к элементам топливоподачи, подающий шнек подогревается обратной котельной водой. Для предотвращения заклинивания шнека подачи большими кусками породы также существует своя система, которая состоит из датчика контроля вращения шнека и специальных элементов шнека. На систему подачи угля в целом подана заявка на патент, получено подтверждение заявки, ждем патент.

Горелочное устройство (рис3).

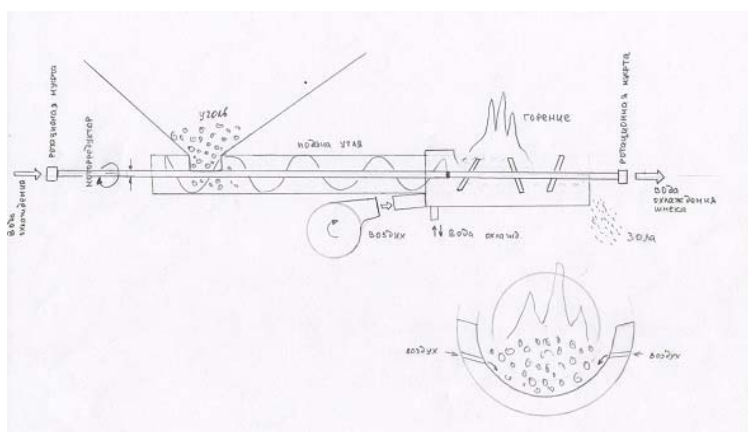


Рис. 3. Схема подачи топлива, горения и удаления золы.

Уже при подаче угля из бункера происходит предварительный подогрев угля в шнеке топливоподачи. Далее, уголь попадает в горелочное устройство, которое расположено в теплоизолированной и футерованной топке котла. В горелке уголь движется по нескольким зонам горелки, каждая из которых выполняет определенную задачу.

Зона 1: Зона прогрева угля и выделения летучих компонентов. Зона, куда не подается первичный и вторичный воздух, здесь происходит дальнейший прогрев угля до температур 200-300 град.С. При этом из угля начинают выделяться летучие компоненты топлива. Прогрев происходит за счет инфракрасного излучения пламени соседней зоны горелки.

Зона 2: Зона горения летучих компонентов угля и дальнейшего прогрева угля до температуры более 800 град.С. Через сопла специальной формы над углем подается вторичный воздух, который смешивается с летучими компонентами, смесь загорается и в виде вращающегося факела определенной формы начи-

нает интенсивно прогревать уголь в зоне 2 и футированный свод топки. Снизу под слой угля в зоне 2 подается первичный воздух в определенном количестве. Начинается горение углеродной составляющей угля.

Зона 3: зона горения углеродной составляющей топлива. Воздух подается через массу угля снизу через сопла. Температура в зоне 1000-1100 град. С.

Зона 4: зона догорания угля. Воздух подается в меньшем количестве снизу через сопла.

Зона 5: зона остывания шлака и передача тепла теплоносителю горелки. Воздух в эту зону не подается.

Зона 6: зона ломания кусков спекшегося шлака и сброса золы в зольник. Конструкция горелки и шнека обеспечивает различную скорость перемещения топлива в разных зонах горелки, а также необходимое количество первичного и вторичного воздуха для этой зоны. Различная скорость перемещения топлива обеспечивается переменным шагом лопастей на шнеке.

Шнек и лопасти шнека изготавливаются из нержавеющей стали. Центральная часть шнека представляет из себя трубу, по которой циркулирует теплоноситель. Лопасти вырезаются из массивного листа толщиной 12 мм и привариваются к центральной трубе с хорошей проваркой шва. Охлаждение лопастей происходит за счет теплопередачи от массивной лопасти к охлаждаемой трубе. Температура лопастей в самой теплонапряженной зоне – не более 600 град.С. Ложе горелки охлаждается за счет циркуляции теплоносителя по специальным каналам. Чтобы проверить долговременность такой конструкции, в сезоне 2010 года 2 котла работали всю зиму с шнеками, изготовленными просто из стали Ст3. Изменение толщины лопастей составило 0,5 мм. Таким образом, выгорания лопастей и трубы не происходит. Но для перестраховки, шнек изготавливается из нержавеющей стали и является съемным элементом. При эксплуатации более 200 котлов в сезонах 2010/2011 и 2011/2012, отказов оборудования из-за шнека или горелки не выявлено. Так что данную конструкцию можно считать достаточно надежной для применения в отопительном оборудовании.

Дожигатель дымовых газов.

При горении длинно-пламенных углей требуется большой путь для полного сгорания компонентов топлива (до 1,3 м) при температуре более 800 град.С.. Так как в топке котла малой мощности не удастся набрать эту длину пути, автоматический угольный котел «Терморобот» имеет в своем составе дожигатель дымовых газов. В дожигателе обеспечивается температура более 800 град.С., а также специальными лопастями обеспечивается закручивание потока газа по оси теплообменника, что приводит к интенсивному перемешиванию дымовых газов для полного сгорания компонентов горения, а также к отбрасыванию на стенки дожигателя части золы уноса. Таким образом, в теплообменник попадают полностью сгоревшие, частично очищенные дымовые газы.

Жаротрубный теплообменник

Жаротрубный теплообменник стандартной конструкции, 2-х или 3-х ходовой, с вертикально расположенными каналами. Вертикальное расположение каналов обеспечивает самоочищение каналов потоком газа и гравитацией.

После первого хода жаротрубного теплообменника (ход вниз), дымовые газы делают поворот на 180 градусов, и, за счет центробежной силы, часть золы уноса улавливается и накапливается в специальных съемных контейнерах. Во второй и третий ход теплообменника идут более чистые дымовые газы, которые потом выбрасываются дымососом на улицу.

Применение котельных «терморобот»

Наша мини-котельная «терморобот» представляет из себя металлический контейнер размером 2,2х2,7х4,5 метра, расположенный рядом с отапливаемым объектом. В контейнере размещен бункер для угля (около 4,0 тн), автоматический угольный котел, электронный контроллер, который управляет процессом горения, устройства системы безопасности, циркуляционные насосы, средства бесперебойной работы при отключении электричества. От «терморобота» идет наземная (или подземная) теплотрасса небольшой длины до отапливаемого объекта. Загрузка угля в «терморобот» и вывоз герметичного контейнера с золой производится 1 раз в месяц (в зависимости от мощности отопительной системы) механизированным способом (борт-краном) без загрязнения участка. Возможен удаленный контроль состояния одной или нескольких котельных по GSM-модему непосредственно потребителем или сетевой компанией. На сегодняшний день котельные «терморобот» проработали два отопительных сезона на более чем 200 объектах Новосибирской области, Красноярского края, Кемеровской области, Бурятии, Якутии, доказав свою применимость и работоспособность. ООО «Терморобот» постоянно совершенствует конструкцию для работы на всех видах углей.