

М.Н. Башкова¹, В.Ф. Боровский², В.В. Боровский²

¹Сибирский государственный индустриальный университет

²ООО «Сиплекс»

О ДЛИТЕЛЬНОСТИ ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ КОТЛОВ МАЛОЙ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАРКИ «STROPUVA»*

Как известно, потребности промышленного и жилищно-коммунального сектора в тепловой энергии обеспечиваются различными системами теплоснабжения, в том числе от теплоцентралей, районных, групповых или местных котельных. Однако теплофикация экономически целесообразна лишь при расчетной тепловой потребности района более 600 МВт. При меньшей потребности в качестве источников тепловой энергии используются районные, групповые или местные котельные, работающие на всех видах органического топлива [1].

Современный отечественный рынок отопительной техники представлен широким ассортиментом различных марок, в том числе и зарубежных производителей. Рынок отопительной техники, как и многие другие в нашей стране, развивается стихийно, при этом остро встают вопросы о том, насколько заявляемые производителями характеристики соответствуют реальным и подходят ли изделия зарубежных фирм для использования в условиях российского климата и заправки их местным топливом. Зачастую упоминания о полученных патентах вводят потребителя в заблуждение, приводя его к ложным выводам о том, что, если конструкция товара охраняется патентом, то он должен превосходить аналоги по своим потребительским свойствам. Следует заметить, что исходя из мировой практики выдача патентов не может гарантировать заявляемых патентообладателем улучшений в изделиях, изготовленных с использованием этих патентов.

Обычно в описаниях своих разработок авторы указывают разнообразные технические результаты, реализуемые их изобретениями, как например: экономия топлива и расходных материалов, повышенный ресурс, компактность, простота в эксплуатации и обслуживании, низкая стоимость изготовления и доставки и т.п.

* Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки на выполнение СибГИУ научно-исследовательской работы № 2555.

Однако экспертиза, проводимая патентными ведомствами при рассмотрении заявки на изобретение, не включает процедуру проверки, является ли технический результат соответствующим действительности. Следует отметить, что, даже если лабораторные испытания подтверждают истинность заявленного технического результата, реальные условия эксплуатации мало с ними схожи.

Одним из наиболее широко рекламируемых котлов малой производительности является котел длительного горения «STROPUVA» [1]. По данным сайта официального представителя [2] изделие было сертифицировано в 2007 г. Сертификат соответствия имел срок действия с 09.11.2007 по 08.11.2010 гг. В основе конструкции котла лежит изобретение, защищенное патентами в ряде стран [3]. Патенты на конструкцию котлов «STROPUVA» действовали с 12.04.2002 по 12.04.2008 гг. на территории девяти государств, входящих в состав Евразийской патентной организации, в период с 13.04.2008 по 12.04.2013 гг. – на территории уже только трех государств. Это может свидетельствовать о низком уровне востребованности этой продукции на территории постсоветских государств.

Согласно описанию, настоящее изобретение относится к технике отопления и касается способа подачи и распределения воздуха в камере сгорания котла центрального отопления. Отопительный котел также предназначен для подогрева воды для домашних нужд. В предлагаемом котле отопления можно сжигать дрова и другие отходы древесины, например опилки. Уголь как возможное топливо в описании изобретения не упоминается. Следовательно, правомочно предположение, что конструкция котла в момент подачи патентной заявки и выдачи патента не была рассчитана на использование каменного угля в качестве топлива.

Детальное рассмотрение технического паспорта вызывает сомнения в достоверности представленных данных, например: понятие «Дымовая труба» имеет различные размерные

параметры в разных частях документа; понятия «Дымовая труба» и «Дымоход» имеют неоднозначное толкование и различные размеры; рекомендации по характеристикам топлива не имеют четких разграничений.

Главное сомнение вызывает заявленная длительность горения (расход загруженного в котел угля): производители обещают «...высокий КПД и максимально увеличенное время работы на одной закладке топлива – до 3-х суток на дровах, до 8-ми – на угле...».

Как известно, на длительность горения оказывают влияние факторы, которые рассмотрим ниже.

Тепловая мощность котла. В соответствии с ГОСТ 25720 – 83 теплопроизводительность водогрейного котла называется количество теплоты, полученное водой в котле за единицу времени. Для котла «STROPUVA 40» (цифра означает теплопроизводительность) имеем

$$Q = G(I'' - I') = Gc\Delta t = 0,2778 \cdot 4,19 \cdot 40 = 46,55 \text{ кВт},$$

где G – расход воды, кг/с (по данным технического паспорта котла «STROPUVA» [2] $G = 1 \text{ м}^3/\text{ч}$, т.е. 0,2778 кг/с); I' и I'' – энтальпии воды на входе и выходе из котла, кДж/кг; $c = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ – теплоемкость воды; Δt – разность температур горячей воды на выходе из котла и холодной воды на входе в котел (по данным технического паспорта [2] такой перепад при работе котла на систему отопления должен быть равным примерно 40 градусам).

Из расчетов следует, что заявленная теплопроизводительность установленного котла соответствует данным технического паспорта.

Коэффициент полезного действия котла. Этот параметр определяется расчетом по обратному балансу исходя из потерь тепла [4]. КПД можно оценить по прямому балансу. По данным одного из пользователей котла теплопроизводительностью 40 кВт закладка угля (по паспортным данным 220 кг) в зимнее время сгорала за 30 ч. Разность температур между подающим и обратным трубопроводами при этом поддерживалась примерно 20 °С. Таким образом, для угля теплотой сгорания $Q_n = 20000 \text{ кДж}/\text{кг}$ реальное значение КПД составило:

$$\eta = Q/(Q_n B) = 0,28 \cdot 4,19 \cdot 20 / [20000 \cdot (220/30/3600)] = 0,57,$$

т.е. 57 %, что на 38 % меньше величины, заявленной в паспорте ($\eta = 0,916$), следовательно

этот параметр может уменьшать длительность горения.

Теплота сгорания топлива. Чем меньше теплота сгорания топлива, тем меньше продолжительность его горения. Расход топлива B , кг/с, обеспечивающий заданную теплопроизводительность при заявленном КПД, составит

$$B = Q/(Q_n^r \eta) = 46,55/(21900 \cdot 0,916) = 0,0023 \text{ кг/с} \cdot 3600 = 8,35 \text{ кг/ч},$$

или 200,48 кг/сутки;

здесь Q_n^r – теплота сгорания угля, для кузнецкого угля марки ДР $Q_n^r = 21900 \text{ кДж}/\text{кг}$ (расчетные характеристики топлива принимались согласно данным работы [4]); η – КПД котла (по данным технического паспорта $\eta = 0,916$).

Таким образом, одной закладки в 220 кг угля хватит на $220/200,48 = 1,1$ суток, или 26,3 ч.

Различные марки кузнецких углей имеют разную теплотворную способность – от 14000 до 25000 кДж/кг. Чем выше теплотворная способность угля, тем меньше его расход и больше длительность горения одной закладки. Чтобы ответить на вопрос о том, как повлияет марка угля на продолжительность горения, были произведены расчеты длительности горения для котла типа S40 на углях разных марок при перепаде температур между подающей и обратной трубами котла $\Delta t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$, результаты приведены ниже:

Марка угля	Q_n^r , кДж/кг	τ , ч
ГРОК II	14400	17,3
Ж промпродукт	17710	21,3
ГР промпродукт	18090	21,8
ДР	21900	26,3
ГР	23570	28,3
АР	24160	29,1
2ССР, ТР	25330	30,5

Видно, что при параметрах, заявленных Производителем, заданная теплопроизводительность котла изначально не может обеспечить заявленную длительность τ горения до 7 суток.

Общеизвестно, что отопительный период в Сибири продолжается 8 месяцев, и температура наружного воздуха в этот период может колебаться от +8 до –39 °С. В связи с этим для создания комфортных условий в помещениях разность температур между подающей и обратной трубами котла может изменяться от 40 °С в морозы до 15 – 20 °С в более теплые

периоды. Для определения продолжительности горения топлива во всех котлах марки «STROPUVA», работающих на углях, были выполнены расчеты, аналогичные вышеприведенным. Исходные данные для расчетов, принятые по документу Поставщика, представлены ниже:

Марка котла (теплопроизводительность, кВт)	Максимальный расход воды через котел, м ³ /ч	Одна закладка угля, кг	КПД котла
S10 (10)	0,25	75	0,916
S20 (20)	0,50	130	
S40 (40)	1,00	220	

Результаты расчетов для всех котлов марки «STROPUVA», работающих на углях, при разных перепадах температуры между подающей и обратной трубами котла представлены следующими данными:

Котел	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	Длительность горения, сутки, при значениях Q_n^* , кДж/кг		
		2500	2100	1800
S10	20	3,4	2,9	2,5
	40	1,7	1,4	1,2
S20	20	3,0	2,5	2,1
	40	1,5	1,2	1,1
S40	20	2,5	2,1	1,8
	40	1,3	1,1	0,9

Данные технического паспорта дают другие цифры:

– «STROPUVA» S10 – заявленная длительность горения до 5 суток, расход воды 0,25 м³/ч, загрузка топлива 75 кг;

– «STROPUVA» S40 – заявленная длительность горения до 7 суток, расход воды 1,0 м³/ч, загрузка топлива 220 кг.

Т.е. при увеличении расхода воды в 4 раза загрузка топлива в котел увеличивается только в 3 раза, что еще раз подтверждает факт невозможности поддержания заявленной длительности горения.

Выводы. Заявляемые производителями характеристики, к сожалению, часто далеки от реальных показателей работы их изделий в российских условиях, и потребителям следует самостоятельно судить о возможностях предлагаемых агрегатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Башкова М.Н., Казимиров С.А., Темлянцев М.В., Багрянцев В.И., Рыбушкин А.А., Слаженева К.С. / Практика и перспективы применения различных способов сжигания твердого топлива в теплоэнергетических установках // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2014. № 2. С. 24 – 32.
2. Паспорт твердотопливного котла STROPUVA. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.baykalservice.ru/stropuva.pdf> (Дата обращения 17.11.2014).
3. Пат. 5005303 ЛТ: МПК F23L 1/00, 9/02/ № 200301136. Способ подачи и распределения воздуха в камере сгорания и котел отопления / Штрупайтис Э. // Бюл. ЕАПВ. № 6.
4. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Изд. 3-е перераб. и доп. – СПб: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.

© 2014 г. М.Н. Башкова,
В.Ф. Боровский, В.В. Боровский
Поступила 2 декабря 2014 г.