

Исследование КПД бытовых котлов с различными схемами дымоудаления

Т.В. Ефремова, С. А. Выприцкий

*Институт архитектуры и строительства
Волгоградского государственного технического университета*

Аннотация: Рассматривается величина коэффициента полезного действия бытовых газовых котлов марки Вахі ЕСО-4S 24 с различными схемами воздухоподачи и дымоудаления. Анализируется различие в значениях КПД, полученных Расчетным путем, и паспортных значений.

Ключевые слова: коэффициент полезного действия, отвод дымовых газов, бытовой газовый котел, тепловой баланс, энергоэффективность.

В последние десятилетия природный газ был основным источником энергии в бытовых устройствах сжигания, заменяя традиционные жидкие и твердые ископаемые виды топлива [1,2]. Разработки существующих и открытие новых месторождений газа позволяют обеспечить «голубым» топливом большое количество потребителей. Ввиду этого, промышленностью представлен достаточно большой ряд бытовых газовых котлов как отечественного, так и зарубежного производства, с различными вариантами дымоудаления [3].

Коэффициент полезного действия (КПД) бытового котла является одним из важнейших параметров газового котла. Он представляет собой соотношение количества получаемой энергии к количеству затраченной энергии за счет сжигания природного газа. При помощи КПД можно определить энергоэффективность котла, рассчитать удельные нормы потребления газа, и именно от него зависит тариф на тепловую энергию [4,5].

КПД даже наиболее эффективных современных моделей котлов не может быть равен 100% или выше, ввиду теплопотерь в окружающую среду, недостаточной теплопроводности металлов внутреннего бака или же, с так называемым химическим недожогом. Кроме того, энергоэффективность одной и той же модели котла зависит от доли тепловой нагрузки котла от

максимального значения: указанный производителем в паспорте КПД подтверждается не во всем диапазоне типоразмеров агрегата [6].

На КПД газовых котлов оказывают существенное влияние конструкция котла, газогорелочного устройства и способ отвода дымовых газов, так как с дымовыми газами отводится значительная часть тепла. В классическом дымоходе воздух, необходимый для сжигания газа, забирается непосредственно из помещения, в котором установлен котел. При раздельном дымоудалении используются две отдельные трубы одинакового диаметра. По одной трубе поступает воздух, необходимый для горения, а по другой отводятся продукты сгорания. В случае с коаксиальным дымоходом подача воздуха и отвод продуктов сгорания осуществляется при помощи двух труб, одна из которых находится внутри другой. По внутренней трубе происходит удаление дымовых газов, а по межтрубному пространству в топку котла поступает воздух, необходимый для горения [7,8].

В рамках проводимого исследования работы систем дымоудаления выполнено сравнение КПД котлов марки Вахі ECO-4S 24 с различными схемами воздухоподачи и дымоудаления.

Основой для проведения расчета является уравнение теплового баланса. Тепловой баланс бытового газового котла представляет собой уравнение, связывающее приход теплоты и расход теплоты. Определяется по формуле (1):

$$\sum Q_{\text{прих}} = \sum Q_{\text{расх}}, \quad (1)$$

где $\sum Q_{\text{прих}}$ – статьи прихода теплоты, Вт; $\sum Q_{\text{расх}}$ – статьи расхода теплоты, Вт.

Расчет прихода теплоты учитывает следующие статьи:

- химическая теплота топлива, равная максимальной потребляемой тепловой мощности котла, Вт;
- теплота, вносимая подогретым воздухом, Вт;

- теплота, вносимая подогретым топливом, Вт.

Полученная теплота расходуется на следующие статьи:

- теплота, затраченная на нагрев системы отопления, равна максимальной полезной тепловой мощности котла, Вт;
- потери теплоты с уходящими газами, Вт;
- потери теплоты в окружающую среду, Вт.

КПД бытового газового котла определяется по формуле (2):

$$\eta = \frac{Q_{\text{расх}}}{Q_{\text{прих}}} \cdot 100 \quad (2)$$

Полученные расчетные значения КПД необходимо сравнить с паспортными величинами, заявленными производителем (таблица 1).

По результатам сравнения построена диаграмма (рис. 1).

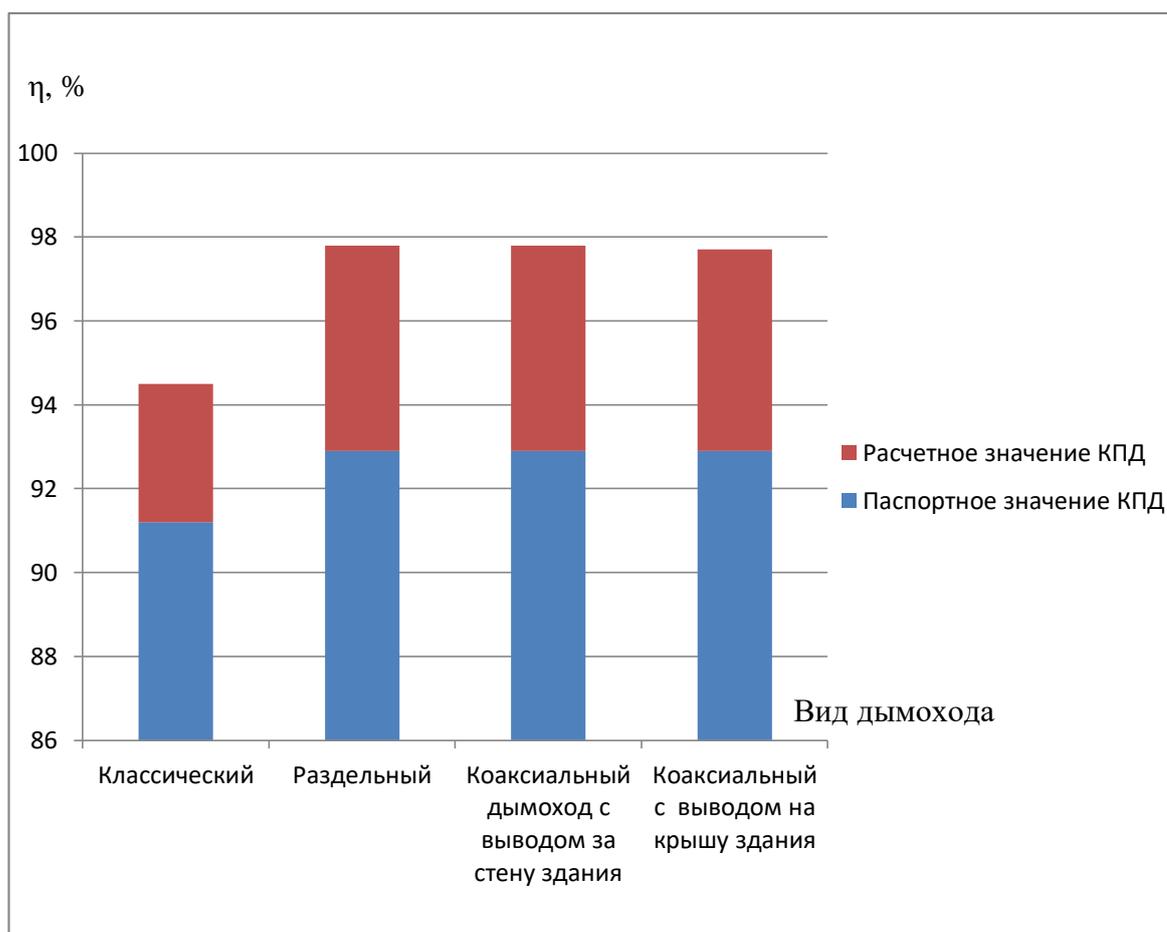


Рис. 1. – Сравнение величин КПД

Таблица № 1

Расчетные значения величин, при определении КПД котлов с
различными дымоходами

Вид системы воздухоподачи и дымоудаления		Классический	Раздельный	Коаксиальный дымоход с выводом за стену здания	Коаксиальный с выводом на крышу здания
Расчетные характеристики	Ед. изм.				
Диаметр	мм	120	80 / 80	60 / 100	60 / 100
$Q_{Х.Т}$	кВт	26,3	25,8	25,8	25,8
V_B	м ³ /ч	27,58	27,09	27,09	27,09
$C_{ср.в}$	кДж/м ³ ·°С	1,289	1,284	1,284	1,285
Q_B	кВт	0,20	-0,21	-0,21	-0,19
$C_{ср.г}$	кДж/м ³ ·°С	14,39	14,39	14,39	14,39
Q_T	кВт	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24
$Q_{Пр}$	кВт	26,74	25,83	25,83	25,85
Q_1	кВт	24	24	24	24
$V_{УХ}$	м ³ /м ³	10,94	10,94	10,94	10,94
Q_2	кВт	1,28	1,26	1,26	1,26
η	%	94,5	97,8	97,8	97,7
Паспортное значение η	%	91,2	92,9	92,9	92,9

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что полученное в результате расчета значение КПД бытового газового котла немного больше паспортного. Это объясняется тем, что в расчетах не учитываются такие технические характеристики как конструктивные особенности котла, химический недожог, особенности работы газогорелочного устройства и т.п. [9]. С другой стороны, в обоих случаях при классическом удалении продуктов сгорания КПД имеет наименьшее значение. Применение бытовых котлов с закрытой камерой сгорания позволяет не только обеспечивать наиболее полное сжигание газа за счет

создания более качественной газо-воздушной смеси, но и получать больше тепловой энергии при одном и том же расходе газа. Несмотря на то, что котлы с коаксиальным дымоходом стоят немного дороже котлов с открытой камерой сгорания (классической), за счет наиболее высокого КПД, разница в стоимости окупается за несколько лет. Кроме того, сжигание природного газа в таких котлах является наиболее безопасным, так как практически исключается образование оксида углерода, являющегося сильным отравляющим веществом, не имеющим ни цвета, ни запаха [10].

Литература

1. Стариков А.Н., Карцева Е.В., Брыль И.Б., Ирнин А.А. Методы оценки эффективности функционирования газового водогрейного котла // Образование и наука в современных условиях. 2015. №4. С.221-228.
2. Lopez-Ruiz G., Alava I., Blanco J.M. Study on the feasibility of the micromix combustion principle in low NO_x H_2 burners for domestic and industrial boilers: A numerical approach // Energy, 2021, Т.236. p.121456.
3. Тихомиров С.А., Гришин Г.С., Маринченко В.А. Влияние падения нагрузки потребителей на оптимальную величину давления источника газоснабжения // Инженерный вестник Дона, 2009, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4201.
4. Ефремова Т.В., Штервенская В.В. Определение потерь давления на трение в стальных и кирпичных газоходах от котлов, работающих на газе // Инженерный вестник Дона, 2022, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2022/7753.
5. Жидилов К.А., Киселев В.Ф., Проворов В.В., Ротков С.И. Интеллектуальный газовый котел нового поколения // Вестник, 2008, №3. URL: istu.ru/material/vestnik-izhgtu-imeni-m-t-kalashnikova.
6. Ефремова Т.В., Кондауров П.П. Системы газораспределения и газопотребления населенных пунктов, коммунальных объектов и

промышленных предприятий: учебное пособие: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2021. – 113 с.

7. Горбунов Д.Н., Стариков А.Н. Дымоходы для котлов с закрытой камерой сгорания // Студенческий форум. 2020. №4. С. 50-55.

8. Фролов И.В. Коаксиальные и коллективные дымоходы в поквартирном отоплении // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2015. №9. С. 54-61.

9. Чистов Р.А., Шеногин М.В. Типы дымовых труб // Вестник магистратуры. 2020. № 4. С. 15-20.

10. Liu C., Xu J. A novel heat recovery system for flue gas from natural gas boiler // Journal of Chemical Industry and Engineering, 2013, №11. p. 4223-4230.

References

1. Starikov A.N., Karceva E.V., Bryl I.B., Irinin A.A. Obrazovanie i nauka v sovremennykh usloviyakh. 2015. №4. p.221-228.

2. Lopez-Ruiz G., Alava I., Blanco J.M. Energy, 2021, T.236. p.121456.

3. Tixomirov S.A., Grishin G.S., Marinchenko V.A. Inzhenernyy vestnik Dona, 2009, №1. URL: ivdon.ru ru magazine archive n2y2017 4201.

4. Efremova T.V., Shtervenskaya V.V. Inzhenernyy vestnik Dona, 2022, №6. URL: ivdon.ru ru magazine archive n6y2022 7753.

5. Zhidilov K.A., Kiselev V.F., Provorov V.V., Rotkov S.I. Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo texnicheskogo universiteta, 2008, №3. URL: istu.ru material vestnik izhgtu imeni m t kalashnikova.

6. Efremova T.V. Sistemy gazoraspredeleniya i gazopotrebleniya naseleennykh punktov, kommunalnykh obektov i promyshlennykh predpriyatij [Gas distribution and gas consumption systems of settlements, municipal facilities and industrial enterprises]: учебное пособие: Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya



Rossijskoj Federacii, Volgogradskij gosudarstvennyj texniceskij universitet.
Volgograd: Izd-vo VolgGTU, 2021. 113 p.

7. Gorbunov D.N., Starikov A.N. Studencheskij forum. 2020. №4. pp. 50-55.

8. Frolov I.V. Santexnika, Otoplenie, Kondicionirovanie. 2015. №9. pp. 54-61.

9. Chistov R.A., Shenogin M.V. Vestnik magistratury. 2020. № 4. pp. 15-20.

10. Liu C., Xu J. Journal of Chemical Industry and Engineering, 2013, №11. pp. 4223-4230.