

К.Ю. УШАКОВ, студент гр. ТЭб-121 (КузГТУ)  
К.Д. ЕФАНОВ, студент гр. ТЭб-121 (КузГТУ)  
г. Кемерово

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВА ГК «ТЕПЛОКОНТРОЛЬМОНТАЖ»

В последние 20-25 лет происходит интенсивная модернизация систем теплоснабжения социальных и промышленных объектов, несмотря на проблемы финансирования. В основном осуществляется замена отдельных элементов систем централизованного теплоснабжения на локальные системы такого рода на базе современных автономных котельных, преимущественно на блочно-модульных. Кроме того, уже теплоснабжение многих вновь строящихся объектов планируется на базе блочно-модульных котельных.

Блочно-модульные котельные являются современным технологическим решением строительства источников теплоснабжения жилых зданий, микрорайонов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий и предназначены для автономного и бесперебойного обеспечения теплом и горячим водоснабжением.

Группа компаний «ТеплоКонтрольМонтаж», образованная в 2001 году, практикуется в создании теплоэнергетических установок: водогрейных и паровых котельных, автономных электростанций и прочих объектов инженерно-технического обеспечения. Целью работы является исследование теплового режима АБМК.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. определить КПД котлов с помощью газа анализатора и расчетным путем;
2. определить состав природного газа;
3. проанализировать коэффициенты полезного действия котельных от расходных параметров.

Для исследования было выбрано десять котлов фирмы Buderus разной мощности и работающих на природном газе. В табл. 1 указаны местоположение, тепловая мощность этих котлов и их коэффициент полезного действия.

На первом этапе работы был проанализирован состав природного газа, на котором работают котлы блочно-модульных котельных компаний «ТеплоКонтрольМонтаж». Результаты анализа представлены на рис. 1.

Таблица 1  
Информация о котлах Buderus

№	Название котла	Тепловая мощность, кВт	Место установки	КПД, %
1.	Buderus	60	Евро провинция Лазур.6	93,3
2.	Buderus	60	База Кировский	92,10
3.	Buderus	50	База Кировский	89
4.	Buderus	55	Перинатальный центр	96,9
5.	Buderus	60	Перинатальный центр	94,7
6.	Buderus	60	ООО "ДСК-Монолит"	93,8
7.	Buderus	55	Каменный карьер	92,9
8.	Buderus	60	Каменный карьер	94,9
9.	Buderus	50	Евро провинция Лазур.6	93,5
10.	Buderus	55	Евро провинция Лазур.7	94,2

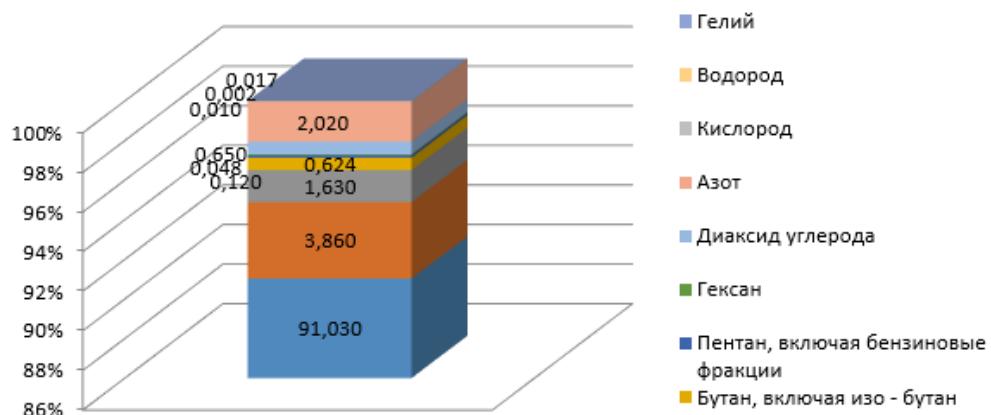


Рис. 1. Состав природного газа

Как видно из рис. 1 основную часть природного газа составляет метан 91%, этан 3,86 %, азот 2,02% и пропан 1,6 %, все остальные составляющие имеют маленький процент содержания в природном газе.

Теплота, покинувшая котельный агрегат, представляет собой сумму полезной теплоты и потерь теплоты, связанных с технологическим процессом.

Следовательно, тепловой баланс котельного агрегата на единицу расчетываемого топлива имеет вид:

$$Q_p^p = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 \text{ кДж/м}^3, \quad (1)$$

где  $Q_p^p$  – располагаемая теплота, кДж/м<sup>3</sup>;  $Q_1$  – теплота, полезно использованная в котле, кДж/м<sup>3</sup>;  $Q_2$  – потери теплоты с уходящими газами, кДж/м<sup>3</sup>;  $Q_3$  – потери теплоты от химической неполноты сгорания, кДж/м<sup>3</sup>;  $Q_5$  – потери теплоты от охлаждения элементов котла в окружающую среду, кДж/м<sup>3</sup>.

В ходе работы были проанализированы все составляющие теплового баланса котла.

Как видно из рис.2, все десять котлов имеют большую разницу между показаниями по паспорту и расчетными. Особое внимание можно уделить первому, второму и третьему котлу, которые имеют самые значительные потери с уходящими дымовыми газами  $Q_2$ . Так у первого котла по паспорту потери с уходящими газами равно 7%, то расчетный показатель потерь с уходящими газами по первому котлу равен 15,08%, что превышает в 2 раза показания по паспорту. Второй котел по паспорту имеет значение 7,8%, а расчетное значение 20,86%, что говорит о том, что показания превышают норму в 2,5 раза. Что тоже можно сказать и про третий котел, у которого паспортное значение 5,4%, а расчетное значение 27,25%. Что превышает показания по паспорту в 5 раз.

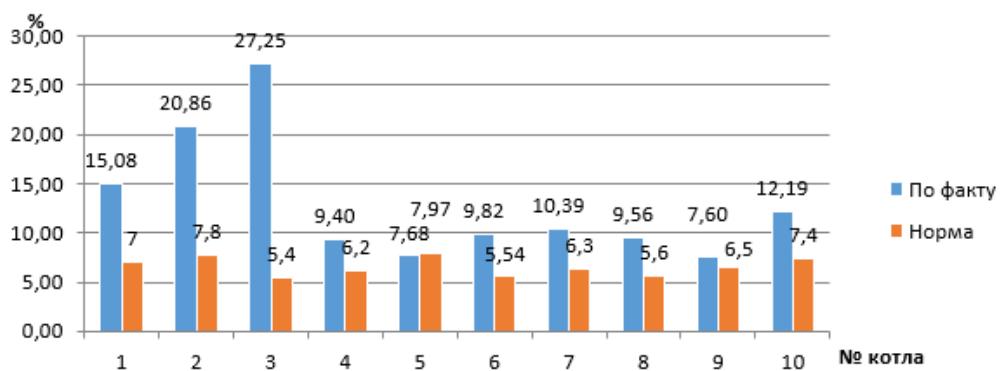


Рис. 2. Сравнение показателей  $Q_2$  по паспорту и расчетного показателя

Остальные котлы так же работают с превышением потерь с уходящими газами. Превышение составляет менее 2 раз, за исключением котла под номером 5. Котел 5 работает в проектном режиме.

Это связано с тем, что измеренная температура уходящих дымовых газов превышает значения по паспорту (рис. 3).

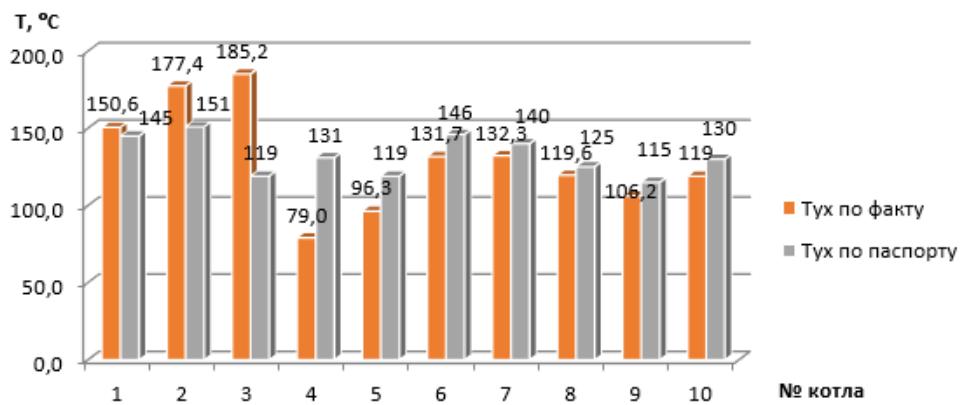


Рис. 3. Сравнение показателей  $t_{yx}$  по паспорту и измеренных

Из рис.3 видно, что температуры уходящих газов первых трех котлов превышают паспортные значения. Так у первого котла измеренная температура уходящих газов равна  $t_{yx}=150,6^{\circ}\text{C}$ , а по паспорту –  $t_{\text{норм}}=145^{\circ}\text{C}$ . Такая же ситуация и у второго котла измеренная температура уходящих газов  $t_{yx}=177,4^{\circ}\text{C}$ , когда по паспорту  $t_{\text{норм}}=151^{\circ}\text{C}$ . У третьего котла измеренная температура уходящих газов  $t_{yx}=185,2^{\circ}\text{C}$ , а по паспорту  $t_{\text{норм}}=119^{\circ}\text{C}$ .

Остальные котлы работают с пониженными температурами дымовых газов относительно паспортных значений.

Это связано с тем, что конвективная поверхность у этих котлов обеспечивает достаточно эффективное восприятие теплоты дымовых газов, по этому КПД этих котлов выше первых трех. Далее необходимо рассмотреть анализ потерь теплоты от химической неполноты сгорания, которые показаны на рис. 4.

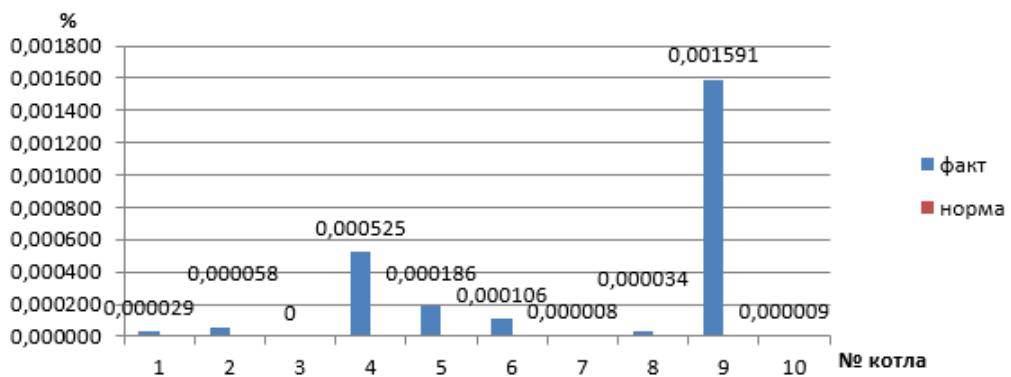


Рис. 4. Сравнение показателей потери от химической неполноты сгорания по паспорту и расчетных

Как видно из рис. 4, который показывает потери с химической неполнотой сгорания топлива, все котлы превышают норму, за исключением третьего котла, у которого значения по паспорту и расчетное равно 0%. Особое внимание уделить четвертому и девятому котлу. Четвертый котел,

его расчетный показатель на 0,0005 % больше нормы, что не значительно для котлов, которые работают на газе. У девятого котла выбросы слишком большие по сравнению с остальными котлами. Расчетный показатель равен 0,015%, а по паспорту 0%.

Это можно объяснить тем, что состав газа, в который входит СО, имеет значение по показаниям газоанализатора у девятого котла 131 ппм, это говорит о том, что температура самовоспламенения СО составляет 610 °C, а так как температура в топочной камере котла номер девять составляет 550 °C, то газ не сгорает в полном объеме, что и привело к большим потерям с химической неполнотой сгорания топлива.

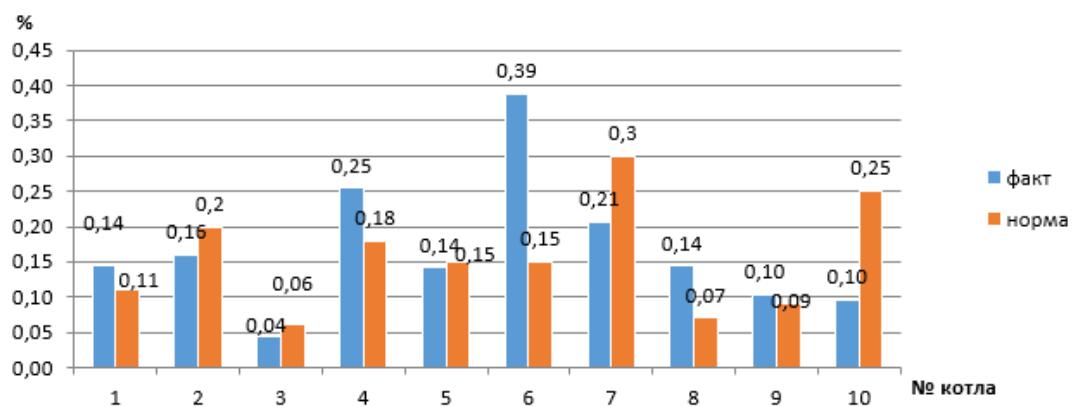


Рис. 5. Сравнение расчетного значения и нормы показателя  $Q5$  по всем котлам

Сравнение значений потери теплоты от ограждающих поверхностей котла в окружающую среду расчетных и по паспорту показано на рис.5. Из этого рисунка видно, что котлы один, четыре, шесть, восемь и девять имеют превышение потерь над нормой указанной в паспорте котла. Более значительные отклонения от нормы, это у котлов четыре, шесть и восемь. Так у котла четыре расчетное значение на 0,07 % больше значения по паспорту.

Котел шестой, у которого разница между значениями по паспорту и расчетными, равна 0,24%. Котел восьмой имеет тоже большую разницу значений, между расчетными и паспортными, которая равна 0,07%.

Потери тепла в окружающую среду, зависят от размеров и взаимного расположения котлов, толщины и качества обмуровки. Потери эти возрастают при наличии в котельной сквозняков. Для снижения потерь тепла в окружающую среду необходимо обеспечить хорошее состояние обмуровки котла, а также тепловой изоляции горячих трубопроводов котлоагрегата.

На рис. 6 представлено сравнение паспортного и расчетного коэффициента полезного действия. Из этого рисунка видно, что коэффициент полезного действия у всех котлов ниже нормы, особенно у котлов первого,

второго и третьего, у которых самый низкий КПД. У первого котла КПД снизился с 93,3% до 85%. У второго с 92,10% до 79 %, и у третьего котла с 89% до 74%.

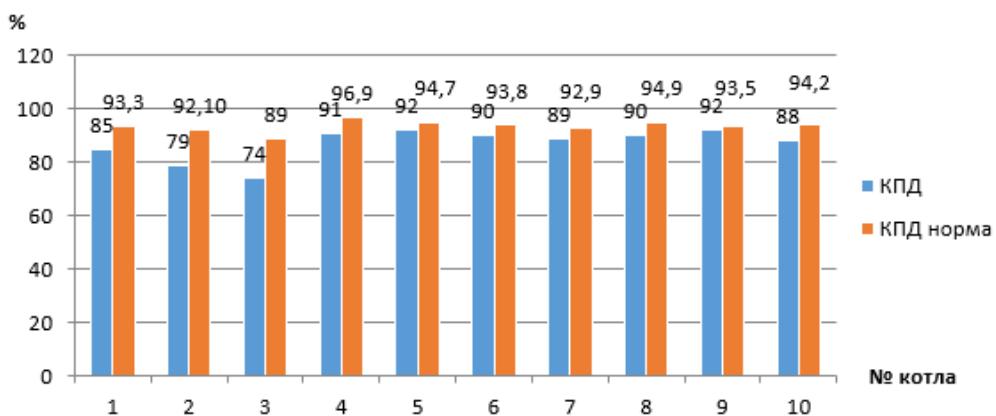


Рис. 6. Сравнение расчетного КПД с паспортным показателем

Все это ведет к тому, что коэффициент полезного действия зависит от потерь тепла. У первого котла разница КПД составляют 8,3 % из них 8,08 % это потери с уходящими дымовыми газами, а 0,22 % это остальные потери. Тоже самое можно сказать и про второй и третий котел, что основные потери с уходящими дымовыми газами. Основная масса теплопотерь происходит из-за неправильного сжигания топлива, в данном случае природного газа.

#### Список литературы:

1. Назаревич, В.В. Расчет котельной установки. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» для студентов специальности 140104 Промышленная теплоэнергетика / В.В. Назаревич, Б.А. Анферов. – Кемерово: КузГТУ, 2009. – 33 с.
2. Назаревич, В.В. Расчет котельной установки: Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» для студентов специальности 140104 «Промышленная теплоэнергетика» / В.В. Назаревич, Б.А. Анферов. – Кемерово: КузГТУ, 2009 – 30 с.
3. Эстеркин, Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Учеб. пособие для техникумов / Р.И. Эстеркин. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отделение, 1989. – 280 с.