

Протокол о намерениях № б/н от 22.03.2010

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель генерального директора-
главный инженер
Государственного унитарного предприятия
"Топливо-энергетический комплекс
Санкт-Петербурга"



В.Д.Фомин
"18" 04 2010 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер
Закрытое акционерное общество
"Инжиниринговая Компания Энсоник"



И.А.Каляшов
"10" 04 2012 г.

**Испытания энергосберегающего теплоэнергетического
оборудования на основе
транзвукового струйного аппарата
теплогенератора водоводяного
(ТСА-ТГ-ВВ)
на котельной ГУП "ТЭК СПб" по адресу:
г.СПб. Московский пр. д.106**

Технический отчёт

Заместитель главного инженера
ФТИ ГУП "ТЭК СПб"

И.Г.Вагин

Главный специалист авторского надзора
ЗАО "ИК Энсоник"

Л.В.Фисенко

Инженер проекта ЗАО "ИК Энсоник"

С.В.Бобышев

Санкт Петербург

2012г.

1. Общая часть.

В 2010 году ЗАО "Инжиниринговая Компания Энсоник" за счёт собственных средств провело модернизацию котельной ГУП "ТЭК СПб" по адресу: г. СПб, Московский пр. д.106. с установки блока генерации тепла на базе трансзвуковых струйных аппаратов теплогенераторов (ТСА-ТГ-ВВ). В ходе проведения работ выполнено предварительное энергетическое обследование, разработка проекта и проведением строительно-монтажных, пусконаладочных работ.

В марте 2011года были проведены совместные испытания установленного энергосберегающего оборудования.

Данная работа выполнялась в соответствии с рекомендациями «Комитета по энергетике и инженерному обеспечению администрации Санкт-Петербурга» и протокола о намерениях между Государственным унитарным предприятием "Топливо-энергетический комплекс Санкт-Петербурга" и Закрытым акционерным обществом "Инжиниринговая Компания Энсоник".

Основной задачей ставилось рассмотрение возможностей исполнения статьи 24 Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» согласно которой, начиная с 1 января 2010 года государственное (муниципальное) учреждение обязано обеспечить снижение в сопоставимых условиях объема потребленных им воды, дизельного и иного топлива, мазута, природного газа, тепловой энергии, электрической энергии, угля в течение пяти лет не менее чем на пятнадцать процентов от объема фактически потребленного им в 2009 году каждого из указанных ресурсов с ежегодным снижением такого объема не менее чем на три процента.

Трансзвуковой струйный аппарат тепло-генератор водо-водяной (ТСА-ТГ-ВВ), представляет собой разновидность энергосберегающего оборудования, в котором происходит выделение тепловой энергии, при изменении скорости потока от дозвуковой на входе, до дозвуковой на выходе, через сверх звук внутри, путём скачка давления. Тепло выделяется за счет использования внутренней энергии воды при разрыве водородных (не ковалентных) связей. Нагрев теплоносителя перед аппаратом производится от водогрейного источника тепла.

Конструктивно ТСА-ТГ-ВВ состоит из фланцевого тройника является элементом трубопроводной системы и вставляемую в него проточную часть, состоящую из

разгонного участка (диаметр потока сужается до величины, обеспечивающей нужную скорость воды). и квантиционной камеры сначала сужение, а затем увеличение проходного сечения потока с таким расчетом, чтобы произошло вскипание воды с образованием однородной двухфазной среды и процесс диссоциации воды на атомарный водород Н и гидроксильную группу ОН. На выходе из расходящейся части сопла происходит процесс преобразования потока в однородную среду путем схлопывания паровых пузырьков в скачке давления с образованием молекул водорода Н₂ и перекиси водорода Н₂О₂ с последующим её распадом на О и Н₂О именно этот процесс дает выделение тепловой энергии при движении потока по трубопроводам теплосети и домовой разводке.

Применение ТСА-ТГ-ВВ обеспечивает экономию топлива до 50%, коэффициент полезно использованной энергии систем теплопотребления 1,21.

Оценка результата проведенных совместных испытаний проводилась по методу, основанному на том, что Q₁ - тепло полученное домом и Q₂ - тепло отпущенное с котельной дому остаются равным так, как нет тепловых сетей следовательно и потерь при транспортировке. Испытания проводились в сопоставимых условиях при одинаковых значения разности температур (t_{кп} - t_{нв}), где: t_{кп} - температура воздуха в контрольном помещении у абонента; t_{нв} - температура наружного воздуха.

Принципиально стационарный процесс отопления здания можно описать системой из двух уравнений.

Первое уравнение. Тепловой поток на компенсацию тепловых потерь зданием:

$$Q_2 = (t_{кп} - t_{нв}) \times \Sigma(K_i \times F_i)_{зд} \quad (1)$$

где $\Sigma(K_i \times F_i)$ - сумма произведений коэффициентов теплопередачи отдельных ограждающих конструкций здания, на их поверхности.

Второе уравнение. Тепловой поток, сообщаемый теплоносителем нагревательным приборам:

$$Q_1 = cG(t_{нп} - t_{опр}) \quad (2)$$

где: c - теплоемкость теплоносителя; G - расход теплоносителя, t_{np} – температура теплоносителя на выходе с котельной; $t_{обр}$ - температура теплоносителя на входе в котельную.

В процессе обсуждения результатов испытаний ГУП «ТЭК С.Пб» высказал пожелание выделить дополнительно вырабатываемую энергию в контуре котельной до узлов учёта тепловой энергии. Для решения поставленной задачи ЗАО "Инжиниринговая Компания Энсоник" в 2011 году провела установку дополнительного оборудования.

В период с 27 февраля по 5 марта 2012 года на котельной были проведены совместные испытания.

2. Характеристика оборудования и тепловая схема действующей котельной, подключённая нагрузка.

В существующей котельной установлено пять чугунных секционных котлов типа «Универсал». Расчётная максимальная температура воды для котлов данного типа составляет 115 °С, избыточное давление до 0,6 МПа. Котлы работают на газовом топливе.

Нормативный КПД данных водогрейных котлов при работе на газе должен составлять 82,5% (п. 45 Приказа Министерства энергетики от 30 декабря 2008 года № 323 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов удельных расходов топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию от тепловых электростанций и котельных»).

Каждый котёл оборудован диффузионно-щелевой одноколлекторной подовой горелкой. Подача воздуха на горение – безнапорная, через пропорционирующий клапан.

Тепловая мощность котлов в соответствии с данными эксплуатирующей организации составляет:

к/а №2 Универсал 4 – 0,315 Гкал/час;

к/а №3 Универсал 3 – 0,214 Гкал/час;

к/а №4 Универсал 3 – 0,265 Гкал/час;

к/а №5 Универсал 4 – 0,194 Гкал/час;

к/а №6 Универсал 4 – 0, 315 Гкал/час.

Установленная мощность котельной – 1,303 Гкал/час;

КПД котлов по данным режимных карт находится в диапазоне от 76% до 80%. Более низкие показатели эффективности работы котлов, по сравнению с нормируемыми

величинами объясняются значительным износом оборудования котельной. Котельная отапливает жилой дом по адресу Московский пр. 106, в подвальном помещении которого и размещается.

Тепловая схема котельной проста и функционирует следующим образом: сетевая вода от потребителей сетевым насосом К-100-80-160 (подача 100 м³/ч, напор 32 м.в.ст., мощность 15 кВт.) прокачивается через водогрейные котлы, где нагревается до требуемой температуры (по температурному графику) и возвращается потребителю. Подпитка тепловой сети для восполнения утечек осуществляется периодически водопроводной водой в обратный трубопровод теплосети (производится оператором).

Топливоснабжение котельной осуществляется по газопроводу среднего давления через ШРУ. Газ подаётся к котлам с давлением 200 мм.вод.ст. Учёт газа производится газовым счётчиком СПГ.

В котельной был смонтирован узел учёта тепловой энергии, блок генерации тепла с ТСА-ТГ-ВВ – 3 штуки. Для обеспечения необходимых параметров работы ТСА аппаратов в схему котельной также установлен насос «Wilo». Для выделения дополнительной тепловой энергии установлена ёмкость объёмом 600 литров.

Котельная по адресу Московский пр. 106 является отопительной. Нагрузки вентиляции и ГВС у котельной отсутствуют.

По сведениям ГУП «ТЭК СПб» подключённая нагрузка котельной составляет 1,028 Гкал/час. Потребителем является жилой дом постройки 50-х годов двадцатого века.

Регулирование отпуска тепловой энергии – центральное качественное, с температурным графиком 95/70 °С.

Нормативный расход сетевой воды определяется исходя из подключённых нагрузок и расчётной разности температур воды в теплосети:

$$G_{тс} = Q_p / (t_r + t_o) * 10^3 = 1028 / (95 - 70) = 41 \text{ т/час}$$

Для покрытия подключённых к котельной нагрузок принципиально требуется одновременная работа четырех из пяти котлов. Однако, как показывает практика, одновременно в работе находится не более трёх котлов.

Тепловая схема котельной с установленным новым оборудованием приведена на рисунке 1.

Принцип работы тепловой схемы котельной с блоком генерации тепла.

Особенностью работы данной тепловой схемы является то, что циркуляцию теплоносителя, как по контуру генерации, так и по тепловому контуру потребителей тепла осуществляет насос контура генерации К5. Штатные сетевые насосы СН1, СН2 остановлены и находятся в резерве (задействован байпас насосов с арматурой В25). Обратная сетевая вода, вернувшись от потребителей тепла, подаётся через арматуру В18, В28 на вход работающих котлов №2,6 и в подмес теплогенератора №3 (ТСА-ТГ-ВВ №3) через арматуру В11. На выходе из водогрейных котлов сетевая вода достигает требуемой для генерации температуры и через арматуру В1, В5 подаётся в проточную часть ТСА-ТГ-ВВ №3 где происходит генерация тепла с последующим смешиванием этого потока с потоком обратной сетевой воды. После процесса смешивания теплоноситель насосом К5 через арматуру В12 подаётся в коллектор прямой сетевой воды и далее к потребителям тепла.

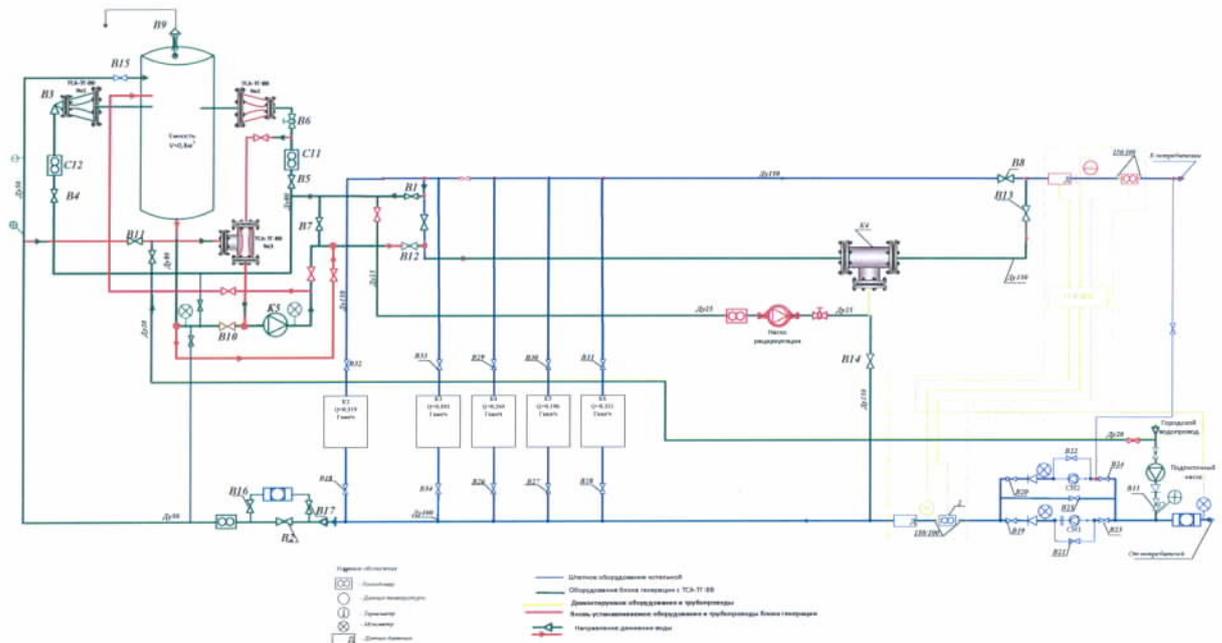
На момент снятия замеров ТСА-ТГ-ВВ №1;2 не работали, запорная арматура В3 и В6 была перекрыта. Также необходимо отметить, что при работе схемы генерации запорная арматура В34,26,27,33,29,30 котлов находящихся в резерве не обеспечивала полной герметичности, в результате чего часть обратной сетевой воды подмешивалась к потоку теплоносителя после ТСА-ТГ-ВВ №3, обеспечивая общее снижение температуры потока.

При работе тепловой схемы регулирование температуры прямой сетевой воды осуществлялось путём изменения нагрузки котлов. Основным условием работы теплогенератора является постоянство расхода и температуры теплоносителя через него. В этом случае регулировка тепловой мощности котла обеспечивалась перепуском теплоносителя через арматуру В35. Давления и расходы сетевой воды регулировались в основном задвижкой на напорной линии сетевого насоса. Подпитка тепловой сети производилась водопроводной водой, эпизодически, при необходимости.

Установленная в котельной ёмкость $V=0,8\text{м}^3$ в данных испытаниях не использовалась, т.к. предшествующие режимные испытания котельной с теплогенераторами показали, что процессы происходящие в ёмкости не выделили дополнительной энергии.

Рисунок 1. Тепловая схема котельной Московский пр.106.

Теплотехническая схема модернизированной котельной по адресу Московский проспект д.106



3. Фактические параметры работы

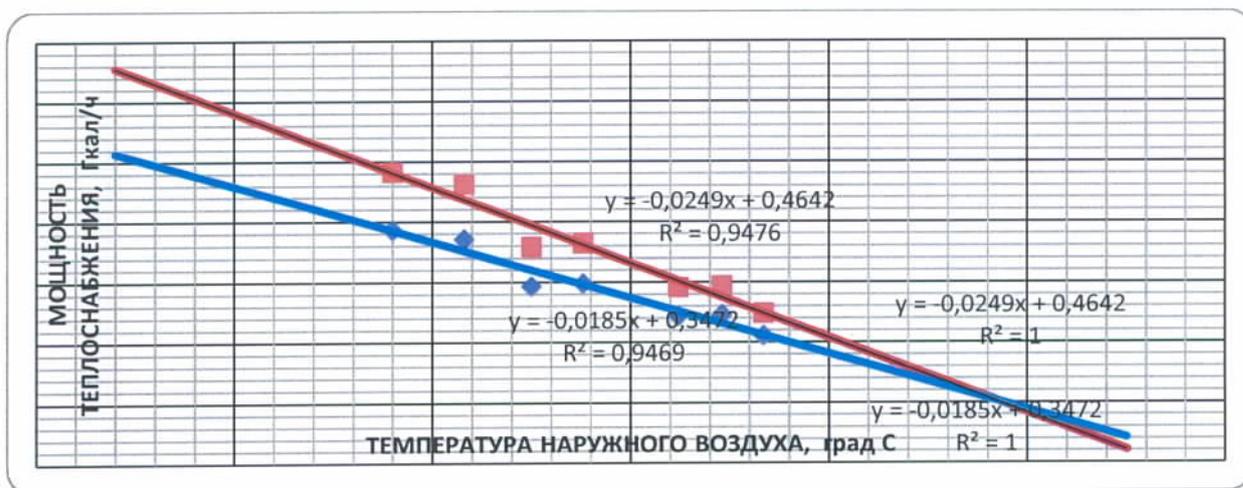
системы теплоснабжения и котельного оборудования.

Для корректного определения эффекта от внедрения энергосберегающего оборудования определены фактические показатели работы, как теплогенерирующего оборудования в котельной, так и системы потребления тепла – отопительной системы здания.

Проведённое предварительное энергетическое обследование работы котельной по адресу Московский пр. 106 и её системы теплоснабжения показало следующие основные результаты:

- фактическая отопительная нагрузка объекта теплоснабжения – жилого дома существенно ниже заявленной величины в 1,028 Гкал/час и составляет около 0,55 Гкал/час (первое приближение). Это может быть обусловлено значительным количеством стеклопакетов в здании, отсутствием проектного воздухообмена в помещениях и другими причинами. К анализу были приняты данные за 1706 часов работы котельной приведенные в рисунке 2.

Рисунок 2.



- расход воды в системе отопления завышен.
- средневзвешенный КПД котла №2 определённый по прямому балансу за сутки составил 79,2%
- расход тепла на собственные нужды котельной чрезвычайно мал и составляет по факту 0,3%

По результатам произведённых измерений и анализу полученных данных среднеэксплуатационный показатель удельного расхода условного топлива на выработку тепловой энергии котлами составляет 182,2 кг.у.т./Гкал. С учётом собственных нужд котельной удельный расход топлива на отпуск тепловой энергии составляет 182,7 кг.у.т./Гкал., а КПИ котельной составил 0,781.

4. Испытаний котельной с блоком генерации тепла на базе аппаратов ТСА-ТГ-ВВ.

При подготовки испытаний и м оценки результатов используются следующие нормативно-правовые и методические документы:

- Федеральный закон №261 от 23.11.2009г. "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"
- Порядок определения объёмов снижения потребляемых государственным (муниципальным) учреждением ресурсов в сопоставимых условиях для целей применения положений частей 1 и 2 статьи 24 Федерального закона от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ утверждённый приказом Минэкономразвития РФ от 24.10.11 №591.(Порядок по МЭР);

- Постановление Правительства РФ от 31.12.2009 N 1221 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд»;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2009 г. N 1225 "О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности"
- Приказ Министерства энергетики от 30 декабря 2008 года № 323 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов удельных расходов топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию от тепловых электростанций и котельных»;
- Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и передаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения, согласованной ФЭК РФ №ЕЯ-1357/2 от 22.04.2003 г.;
- Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий, одобренная НТС энергоресурсосбережения Госстроя №5 от 12.07.2002г.;
- Другие нормативные правовые акты и методические документы, действующие на территории Р.Ф.

При подготовке и определении условий проведения испытаний было установлено, что за основу оценки эффективности работы котельной и снижения объёмов потребления газа будет принят расчёт эффективности по прямому балансу:

- по данным полученным с КИП и узлов учёта котельной в штатном режиме;
- по данным полученным с КИП и узлов учёта котельной при работе теплогенераторов;
- по данным полученным согласно «Порядка определения объёмов снижения потребляемых государственным (муниципальным) учреждением ресурсов в сопоставимых условиях» утверждённый приказом Минэкономразвития РФ от 24.10.11 №591, (Порядок МЭР).

За базовый период принимается период работы котельной в штатном режиме. За отчетной период принимается период работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ. При этом необходимо, чтобы процесс теплопередачи был относительно установившимся (квазистационарным).

Основной задачей анализа испытаний является определение показателей снижения расхода газа и энергетической эффективности работы котельной с ТСА и без них.

К этим показателям относятся:

- снижение объемов потребления газа;
- удельный расход условного топлива;
- коэффициент использования тепла топлива;
- коэффициент использования энергии, который в данном случае является отношением энергии используемого тепла к энергии затраченного топлива.

Порядок определения снижения расхода газа при условии, что часть дополнительно выработанной теплогенераторами энергии выделяется в системе отопления здания.

Для оценки объем снижения потребления газа применен «Порядка определения объемов снижения потребляемых государственными (муниципальными) учреждениями ресурсов в сопоставимых условиях» утвержденного Приказом Минэкономразвития России от 24 октября 2011 г. N 591.

Объем снижения потребления газа определяется по формуле:

$$V_{\Delta} = \left(\left(\frac{U_{отч.}}{U_{баз.}} \right) - 1 \right) \times V_{баз.}, \quad (1)$$

V_{Δ} - объем снижения потребляемого газа в отчетном периоде относительно базового объема потребления, нм^3 ;

Базовым периодом (объемом потребления газа) считается период (объем потребления газа) при работе котельной на штатном оборудовании;

Отчетным периодом (объемом потребления газа) считается период (объем потребления газа) при работе котельной на энергосберегающем оборудовании;

$U_{баз.}$ - удельный показатель потребления газа на квадратный метр общей площади зданий при работе в базовом периоде, определяется по формуле:

$$U_{\text{баз.}} = \frac{V_{\text{баз.потребл.}}}{S_{\text{баз.}}}, \quad (2)$$

где:

$V_{\text{баз.потребл.}}$ - базовый объем потребления газа;

$S_{\text{баз.}}$ - общая площадь зданий, строений, сооружений на период по которому определялся базовый объем потребления (метр квадратный);

$U_{\text{отч.}}$ - удельный показатель потребления газа на квадратный метр общей площади зданий, строений, сооружений при работе в отчетном периоде, определяется по формуле:

$$U_{\text{отч.}} = \frac{V_{\text{отч.потребл.}}}{S_{\text{отч.}}} \times K_{\text{пог.тепл.}}, \quad (3)$$

где:

$V_{\text{отч.потребл.}}$ - объем потребления газа в отчетном периоде;

$S_{\text{отч.}}$ - общая площадь зданий, строений, сооружений в отчетном периоде (метр квадратный) определяется на конец отчетного периода;

$K_{\text{пог.тепл.}}$ - поправочный коэффициент.

При проведении испытаний энергосберегающего оборудования: $S_{\text{баз.}} = S_{\text{отч.}}$ (4), т.е. общая площадь зданий, строений, сооружений за отчетный период осталась неизменной и равна общей площади зданий, строений, сооружений за период, по которому определялся базовый объем потребления. Тогда формула (1) примет вид:

$$\begin{aligned} V_{\Delta} &= \left(\frac{V_{\text{отч.потребл.}}}{S_{\text{баз.}}} \times K_{\text{пог.тепл.}} \times \frac{S_{\text{баз.}}}{V_{\text{баз.потребл.}}} - 1 \right) \times V_{\text{баз.потребл.}} = \\ &= \frac{V_{\text{отч.потребл.}}}{V_{\text{баз.потребл.}}} \times K_{\text{пог.тепл.}} \times V_{\text{баз.потребл.}} - V_{\text{баз.потребл.}} = \\ &= V_{\text{отч.потребл.}} \times K_{\text{пог.тепл.}} - V_{\text{баз.потребл.}} \end{aligned}$$

$$V_{\Delta} = V_{\text{отч.потребл.}} \times K_{\text{пог.тепл.}} - V_{\text{баз.потребл.}}, \quad (4) \text{ где}$$

$V_{\text{баз.потребл.}}$ - объем потребления газа в базовом периоде ;

$V_{\text{отч.потребл.}}$ - объем потребления газа в отчетном периоде;

$K_{\text{пог.тепл.}}$ - поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_{\text{ног.мен.}} = k_{\text{отопит.период}} \times k_{\text{наружн.тем.}} \quad (5) \text{ где:}$$

$k_{\text{отопит.период}}$ - коэффициент, отражающий влияние изменения продолжительности отчётного периода по отношению к базовому, определяемый по формуле:

$$k_{\text{отопит.период}} = \frac{n_{\text{баз}}}{n_i}, \quad (6)$$

где:

$n_{\text{баз}}$ - количество суток потребления газа в базовом периоде (сут.);

n_i - количество суток потребления газа в отчётном периоде (сут.);

$k_{\text{наружн.тем.}}$ - коэффициент, отражающий изменение средней температуры наружного воздуха в отчётном периоде по сравнению с базовым периодом, определяемый по формуле:

$$k_{\text{наружн.тем.}} = \frac{t_{\text{вн}}^{\text{баз}} - t_{\text{нар}}^{\text{баз}}}{t_{\text{вн}}^i - t_{\text{нар}}^i}, \quad (7)$$

где:

$t_{\text{вн}}^{\text{баз}}$; $t_{\text{вн}}^i$ - средневзвешенная по объёму (в кубических метрах) расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых помещений за отопительные периоды отчётного периода (°C). Значение $t_{\text{вн}}$ принимается равным минимальному из допустимых показателей температур, установленных в государственных стандартах, санитарных нормах и правилах на соответствующие здания. Для жилых комнат утверждены значения $t_{\text{ж.к.}} = 18...24^{\circ}\text{C}$.

$t_{\text{нар}}^{\text{баз}}$ - средняя температура наружного воздуха в базовом периоде потребления (°C);

$t_{\text{нар}}^i$ - средняя температура наружного воздуха в отчётном периоде потребления (°C).

Окончательно формула (4) примет вид:

$$V_{\Delta} = V_{\text{отч.потреб.}} \times \frac{n_{\text{баз}}}{n_i} \times \frac{t_{\text{вн}}^{\text{баз}} - t_{\text{нар}}^{\text{баз}}}{t_{\text{вн}}^i - t_{\text{нар}}^i} - V_{\text{баз.потреб.}} \quad (8)$$

Для сравнения двух периодов потребления энергоресурсов, базового с отчётным, (работа на штатном оборудовании и работа на энергосберегающем оборудовании) необходимы следующие данные:

$V_{\text{баз.потреб.}}$ - количество потреблённого газа в базовом периоде потребления (работа на штатном оборудовании), м^3 – определяется по формуле:

$$V_{\text{баз.потребл.}} = V^1_{\text{баз.}} + V^2_{\text{баз.}} + \dots + V^n_{\text{баз.}}, \quad (9) \text{ где}$$

$V^1_{\text{баз.}}, V^2_{\text{баз.}} \dots V^n_{\text{баз.}}$ – суточное потребление газа в базовом периоде, $\text{нм}^3/\text{сут.}$

$n_{\text{баз}}$ – количество суток отработанных в базовом периоде, сут – определяется по формуле:

$$n_{\text{баз}} = n^1_{\text{баз.}} + n^2_{\text{баз.}} + \dots + n^n_{\text{баз.}} \quad (10)$$

$V_{\text{отч.потребл.}}$ – количество потреблённого газа в отчётном периоде потребления (работа на энергосберегающем оборудовании), $\text{нм}^3/\text{час}$ – определяется по формуле:

$$V_{\text{отч.потребл.}} = V^1_{\text{отч.}} + V^2_{\text{отч.}} + \dots + V^n_{\text{отч.}}, \quad (11) \text{ где}$$

$V^1_{\text{отч.}}, V^2_{\text{отч.}} \dots V^n_{\text{отч.}}$ – суточное потребление газа в отчётном периоде, $\text{нм}^3/\text{сут.}$

n_i – количество суток отработанных в отчётном периоде, сут. – определяется по формуле:

$$n_i = n^1_{\text{отч.}} + n^2_{\text{отч.}} + \dots + n^n_{\text{отч.}} \quad (12)$$

$t_{\text{нар}}^{\text{баз}}$ – средняя температура наружного воздуха в базовом периоде потребления ($^{\circ}\text{C}$), определяется по формуле:

$$t_{\text{нар}}^{\text{баз}} = t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.1}} + t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.2}} + t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.3}} + \dots + t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.n}} / n_{\text{баз}}, \quad (13), \text{ где}$$

$t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.1}}, t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.2}}, t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.3}} \dots t^{\text{баз}}_{\text{ср.сут.n}}$ – значения среднесуточных температур во всём диапазоне базового периода потребления энергоресурсов, ($^{\circ}\text{C}$) – выбирается из базы данных за соответствующий период;

$n_{\text{баз}}$ – количество суток в базовом периоде, сут. – определяется по формуле (10) согласно базы данных за соответствующий период;

$t_{\text{нар}}^i$ – средняя температура наружного воздуха в отчетном периоде потребления, ($^{\circ}\text{C}$) – определяется по формуле:

$$t_{\text{нар}}^i = t^i_{\text{ср.сут.1}} + t^i_{\text{ср.сут.2}} + t^i_{\text{ср.сут.3}} + \dots + t^i_{\text{ср.сут.n}} / n_i, \quad (14), \text{ где}$$

$t^i_{\text{ср.сут.1}}, t^i_{\text{ср.сут.2}}, t^i_{\text{ср.сут.3}} \dots t^i_{\text{ср.сут.n}}$ – значения среднесуточных температур во всём диапазоне отчётного периода потребления энергоресурсов, ($^{\circ}\text{C}$) – выбирается из базы данных за соответствующий период;

n_i – количество суток в отчётном периоде, сут. - определяется по формуле (12) согласно базы данных за соответствующий период;

$t_{\text{ин}}$ - средневзвешенная по объёму расчетная минимальная допустимая температура внутреннего воздуха отапливаемых жилых комнат, °С, установленная в государственных стандартах, санитарных нормах и правилах на соответствующие здания;

Тепловой поток, сообщаемый теплоносителем нагревательным приборам, определяется по Уравнению:

$$Q_{\text{кот}} = c G_{\text{воды}}(t_{\text{пр.}} - t_{\text{обр.}}); \quad (15)$$

где:

- c - теплоемкость теплоносителя;
- G -расход теплоносителя;
- $t_{\text{пр.}}$ -температура прямому трубопроводу;
- $t_{\text{обр.}}$ - температура обратному трубопроводу;

В настоящее время котельная оснащена приборами учёта потребляемого газа и тепловой энергии, отпускаемой с её коллекторов. Узел учёта тепловой энергии (УУТЭ) в котельной включает в себя первичные датчики-преобразователи температуры (ТПС 70), давления (СДВ-И-1,6МПа) и расхода воды (ЭРСВ-420Л) в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, а также тепловычислитель ТСП-026. У потребителя тепла в контрольном помещении установлен датчик температуры с выводом на регистрирующее устройство. Аналогичный датчик имеется для регистрации температуры наружного воздуха.

Определение параметров энергетической эффективности возможно непосредственно по балансу потребления топлива и отпущенного в сеть тепла - определяется по показаниям УУТЭ. При этом, путём экстраполяции опытных данных до расчётных условий отопления (-26 °С) возможно также определение фактической отопительной нагрузки здания $Q_{\text{р}}^{\circ}$.

В случае работы котельной с ТСА-ТГ будет иметь место генерация тепла непосредственно в теплоносителе, причём как до, так и после мест установки приборов учёта тепловой энергии. В этом случае определение количества тепловой энергии,

полученной зданием по УУТЭ будет не вполне корректным, в связи с необходимостью введения в уравнение (15) фактора генерации тепла.

Испытания с работой котельной в штатном режиме (базовый период) проводились в период с 18.02.2011 по 23.02.2012.

Испытания с включением в работу блока генерации (отчётный период) проводились в период с 1.03.2011 по 7.03.2012.

Испытания состояли из следующих этапов:

- Подготовка и стабилизация режима испытаний.
- Фиксация начала испытаний на штатной схеме котельной.
- Окончание испытаний на штатной схеме.
- Переход на работу котельной с блоком генерации тепла с ТСА-ТГ-ВВ.
- Фиксация начала испытаний и проведение испытаний при работе котельной с блоком генерации тепла.
- Окончание испытаний с блоком генерации тепла и переход на штатную схему.

5. Анализ экспериментальной базы данных работы котельной в штатном режиме и режиме работы котельной с блоком генерации тепла на базе аппаратов ТСА-ТГ-ВВ.

Для анализа работы котельной принимаются: архив данных узла учёта тепловой энергии котельной, узел учёта газа за период с 18.02.2012 по 23.02.2012 и с 1.03.2012 по 7.03.2012.

При проведении сбора параметров работы тепловой схемы котельной использовались стационарно установленные и переносные приборы, перечисленные в Таблице 1.

Таблица 1. Приборы и средства измерения.

№ п/п	Наименование прибора	Тип, марка	Характеристика прибора
1	Измеритель температуры переносной	«ТЕХНОАС» С-20.1	Пирометр, диапазон -18+500°С
2	Тепловычислитель	ТСР-026 «Взлет»	

3	Расходомер-счетчик	ЭРСВ-420Л «Взлет»	Электромагнитный, Ду80, класс точности 1:150
4	Термопреобразователь	ТПС 70 (74) «Взлет»	
5	Преобразователь давления	СДВИ-И	1,60МПа-45-20 ма
6	Счетчик электроэнергии	ЦЭ 2727	Счетчик электроэнергии электронный
7	Счетчик воды	ВСТ-100	Счетчик воды на Ду 100
8	Манометр	ТМ-511Р.00.(0-1,0 МПа)	Класс точности 1,5, диапазон 0-1,0 МПа
9	Термометр	БТ- 51.111	Биметаллический, диапазон 0-120 °С, класс точности 1,5
10	Датчики температуры воздуха	ТСП- Взлёт	Биметаллический, диапазон -30 - +60 °С, класс точности 1,5
11	Секундомер электронный		
12	Счетчик газовый	СПГ-100-250	Диапазон до 250 куб. м. /час

При подготовке испытаний было определено, что в период испытаний все параметры будут фиксироваться в среднечасовых значениях.

Необходимые для анализа данные с выше указанных приборов отражены в архиве данных и приведены в таблице расчётов энергоэффективности работы котельной и определение фактического снижения расхода газа при работе котельной с трансзвуковыми струйными аппаратами теплогенераторами, относительно расхода газа при работе котельной в штатном режиме в сопоставимых условиях (см. приложение).

Учитывая, что при различных режимах работы котельной использовались те же приборы учёта, их погрешностью можно пренебречь.

Температура наружного воздуха $t_{нв}$ за рассматриваемый период находилась в диапазоне от +4 °С до -11 °С, а температура воздуха в помещении у абонента изменялась в диапазоне от 20 до 25 °С.

В приложении проведён расчёт следующих значений работы котельной в штатном режиме и с включённым блоком генерации тепла:

- $Q_{\text{кот}}$ – отпущенное с котельной [$Q_{\text{кот}} = G_2(t_1 - t_2)$];
- $Q_{\text{Вг}}$ – тепла пученного от сжигания газа [$Q_{\text{Вг}} = V_{\text{г}} Q_{\text{н}}^{\text{P}}$];
- $V_{\text{г}}$ – приведённый расход газа;
- $Q_{\text{н}}^{\text{P}}$ – низшая теплота сгорания топлива равна 8010 ккал/кг;
- Коэффициент полезного действия котельной (КПИ): [$\eta_{\text{кот}} = Q_{\text{кот}} / Q_{\text{Вг}}$];
- Удельный расход условного топлива [$g_{\text{кот}} = ((V_{\text{г}} / Q_{\text{кот}}) * Q_{\text{н}}^{\text{P}}) / 7000$];
- Коэффициент использования тепла топлива и коэффициент полезного использования энергии: $\text{КПИ} = (Q_{\text{кот}} / Q_{\text{Вг}})$;
- Коэффициент полезно используемой энергии по удельному расходу газа:

$$[\text{КПИ}^{\text{по уд. расх газ}} = (\eta_{\text{кот}} * g_{\text{кот}}^{\text{баз}}) / g_{\text{кот}}^{\text{отч}}];$$

- Коэффициент увеличения мощности через снижения удельного расхода топлива: [$K_{\text{ф}}^{\text{по уд. расх. газ.}} = g_{\text{кот}}^{\text{баз}} / g_{\text{кот}}^{\text{отч}}$];
- Снижение удельного расхода топлива: [$\Delta g = (K_{\text{ф}}^{\text{уд. расх. газ}} - 1) / K_{\text{ф}}^{\text{уд. расх. газ}}$];
- Коэффициент, влияние изменения продолжительности отчётного периода по отношению к базовому: [$k_{\text{отопит. период}} = n_{\text{баз}} / n_{\text{отч}}$];
- Коэффициент, влияния изменение разности температуры в контрольном помещении и температуры наружного воздуха в отчётном периоде по сравнению с базовым: [$k_{\text{наруж. темп.}} = (t_{\text{вн}}^{\text{баз}} - t_{\text{кп}}^{\text{баз}}) / (t_{\text{вн}}^{\text{отч}} - t_{\text{кп}}^{\text{отч}})$];
- Поправочный коэффициент [$K_{\text{погр. темп}} = k_{\text{отопит. период}} * k_{\text{наруж. темп.}}$];
- Сопоставление потребления газа в базовом и отчётном периоде:

$$[V_{\Delta} = (V_{\text{отч. потреб}} * K_{\text{погр. темп}}) - V_{\text{баз. потреб}}].$$

В настоящее время врезка отопления котельной выполнена в прямой трубопровод, до узла учёта ТЭ. Показания расходомера на прямом трубопроводе меньше показаний в обратном трубопроводе на входе в котельную. Для расчёта принимаются одинаковые условия, тепло отпущенное с котельной считается по расходу в обратном трубопроводе плюс подпитка в среднем 3 м³/ч.

Анализ данных полученных при проведении исследований котельной работающей в штатном режиме (базовый период) и с ТСА-ТГ-ВВ (отчётный период) показал следующее:

- суммарный приведенный расход природного газа по периодам составил
11972 м³ – в штатном режиме, (базовый период);
8426 м³ – при работе котельной с ТСА-ТГ-ВВ, (отчётный период).

- усреднённый удельный расход условного топлива на отпуск тепла от котельной составляет:

197,99 кг.у.т./Гкал - для работы в штатном режиме (базовый период);

171,11 кг.у.т./Гкал - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ по данным контрольно-измерительными приборами котельной;

137,84 кг.у.т./Гкал - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ из расчёта снижения потребления топлива в соответствии с «Порядку МЭР».

- КПИ котельной составляет:

0,72 - для работы в штатном режиме (базовый период);

0,84 - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ по данным контрольно-измерительных приборов котельной;

1,04 - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ из расчёта снижения потребления топлива в соответствии с «Порядку МЭР».

- коэффициент полезно используемой энергии по удельному расходу газа составил:

0,72 - для работы в штатном режиме (базовый период)

0,8 - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ данным контрольно-измерительных приборов котельной;

1,15 - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ определённый из расчёта снижения потребления топлива в соответствии с «Порядку МЭР»

- Коэффициент увеличения мощности через снижения удельного расхода топлива составил:

1,16 – для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ данным контрольно-измерительных приборов котельной;

1,44 - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ определённый из расчёта снижения потребления топлива в соответствии с «Порядку МЭР»

- Снижение удельного расхода топлива составил:

14% – для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ по данным контрольно-измерительных приборов котельной;

30% - для работы котельной с ТСА-ТГ-ВВ определённый из расчёта снижения потребления топлива в соответствии с «Порядку МЭР».

- Сопоставление потребления газа в базовом и отчётном периоде в соответствии с «Порядка определения объёмов снижения потребляемых государственными (муниципальными) учреждениями ресурсов в сопоставимых условиях» утверждённого Приказом Минэкономразвития России от 24 октября 2011 г. N 591 показал снижение потребления газа на 23,92 %.

6. Выводы и рекомендации.

В ходе проведённых в марте – апреле 2012 года испытаний котельной по адресу: Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 106. с использованием нового энергосберегающего оборудования – трансзвуковой струйный аппарат тепло-генератор водо-водяной (ТСА-ТГ-ВВ), получена и статистически обработана база экспериментальных данных при работе котельной в штатном режиме (базовом периоде), в режиме с включённым блоком генерации (отчётной период) и выполнен расчет фактических показателей работы котельной, проведён анализ полученных результатов.

Анализ полученных результатов от применения ТСА-ТГ-ВВ показал:

- Выделение дополнительно выработанной теплогенераторами энергии происходит как до УУТЭ на выходе с котельной, так и в системе теплотребления.
- Сокращение расхода природного газа на **14%** по теплу, выделенному в контуре котельной зафиксированному УУТЭ котельной.
- Сокращение расхода природного газа на **30%** по потреблённому абонентами теплу.
- Снижение удельного расхода условного топлива с 197,99 кг.у.т./Гкал до 171,11 кг.у.т./Гкал по теплу, выделенному в контуре котельной зафиксированному УУТЭ котельной.
- Снижение удельного расхода условного топлива по потреблённому теплу с 197,99 кг.у.т./Гкал до 137,84 кг.у.т./Гкал.
- Повышение КПИ по теплу, выделенному в контуре котельной с 0,72 до 0,84.
- Повышение КПИ по потреблённому теплу с 0,72 до 1,04.

Установка энергосберегающего теплоэнергетического оборудования на основе трансзвукового струйного аппарата теплогенератора водоводяного (ТСА-ТГ-ВВ) на

котельных ГУП "ТЭК СПб" позволит с минимальными капитальными вложениями увеличить подключённую нагрузку в 1,4 раза при имеющемся лимите топлива.

Согласно «Государственной программы Российской Федерации "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года" утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. N 2446-р разработана подпрограмма "Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в теплоснабжении и системах коммунальной инфраструктуры предусматривается разработка технических мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности в теплоснабжении, системах коммунальной инфраструктуры и системах наружного освещения которые позволят достичь суммарной экономии первичной энергии в объеме 51,84 млн. тонн условного топлива на I этапе (2011 - 2015 годы) и 184,18 млн. тонн условного топлива за весь срок реализации Программы (2011 - 2020 годы). Кроме того, за весь срок реализации Программы предполагается обеспечить:

- снижение удельного расхода топлива на котельных до 167,2 кг у.т./Гкал;

Предлагаемая ЗАО «Инжиниринговая Компания Энсоник» энергосберегающее теплоэнергетическое оборудование на основе трансзвукового струйного аппарата теплогенераторов водоводяных (ТСА-ТГ-ВВ) и пароводяных(ТСА-ТГ-ПВ) в настоящее время снизить удельный расход условного топлива до 137,84 кг.у.т./Гкал.

7. Приложения.

1. Таблица определение фактического снижения расхода газа при работе котельной по адресу: г.С.Пб Московский пр.д.106 с трансзвуковыми струйными аппаратами теплогенераторами, относительно расхода газа при работе котельной в штатном режиме в сопоставимых условиях.

Особое мнение:

Считаю необходимым произвести эксперимент:

- 1) с учетом всех энергоресурсов (эл. эн; х. вода)
- 2) дало бы уместовать одно и то же оборудование, выдерживая одинаковые режимы, т.е. необходимо прибегнуть к лабораторным условиям.

Иванов

Работа котельной в штатном режиме (БАЗОВЫЙ ПЕРИОД)												
22.02.12.13	70,68	65,61	24,27	0,0417	83,04	90,18	0,472	0,425	-1,45	82	0,657	199,11
22.02.12.14	71,93	66,8	24,80	0,0417	82,24	89,49	0,474	0,426	-1,08	82	0,657	198,26
22.02.12.15	72,67	67,49	24,92	0,0417	81,55	88,87	0,476	0,426	-0,70	82	0,657	197,67
22.02.12.16	72,92	67,79	24,71	0,0417	81,30	88,66	0,470	0,421	-0,44	81	0,649	197,61
22.02.12.17	73,48	68,36	24,96	0,0417	81,12	88,55	0,469	0,419	-0,26	82	0,657	200,68
22.02.12.18	73,32	68,24	25,24	0,0417	80,49	87,98	0,462	0,412	0,21	87	0,697	215,94
22.02.12.19	72,63	67,64	25,37	0,0417	80,33	87,80	0,453	0,404	0,65	77	0,617	194,95
22.02.12.20	72,6	67,65	25,34	0,0417	80,24	87,72	0,449	0,401	0,67	77	0,617	196,70
22.02.12.21	72,68	67,69	25,18	0,0417	80,14	87,61	0,452	0,403	0,73	77	0,617	195,36
22.02.12.22	72,69	67,7	25,04	0,0417	80,04	87,50	0,452	0,404	0,60	77	0,617	195,59
22.02.12.23	70,8	65,66	24,98	0,0417	81,13	88,47	0,470	0,421	0,14	76	0,609	185,44
23.02.12.00	68,04	63,15	24,84	0,0417	83,03	90,15	0,455	0,410	0,02	77	0,617	193,93
23.02.12.01	68,79	63,9	24,66	0,0417	82,78	89,94	0,454	0,408	0,14	77	0,619	195,11
23.02.12.02	69,4	64,49	24,59	0,0417	82,61	89,81	0,456	0,408	0,44	76	0,610	191,83
23.02.12.03	69,76	64,84	24,56	0,0417	82,51	89,71	0,456	0,409	0,67	77	0,618	193,89
23.02.12.04	70,05	65,13	24,56	0,0417	82,47	89,70	0,456	0,409	0,81	77	0,617	193,67
23.02.12.05	70,27	65,36	24,58	0,0417	82,47	89,71	0,455	0,409	0,94	77	0,617	194,05
23.02.12.06	69,6	64,73	24,60	0,0417	82,69	89,89	0,452	0,406	1,10	76	0,607	192,21
23.02.12.07	69,81	64,91	24,59	0,0417	82,61	89,82	0,455	0,408	1,21	77	0,614	193,46
23.02.12.08	70,01	65,12	24,60	0,0417	82,53	89,75	0,454	0,407	1,25	77	0,613	193,50
23.02.12.09	69,79	65,02	24,61	0,0417	82,50	89,75	0,442	0,397	1,02	75	0,604	195,49
23.02.12.10	68,7	64,1	24,59	0,0417	82,46	89,67	0,426	0,383	1,69	63	0,506	170,07
23.02.12.11	65,35	60,57	24,54	0,0417	82,75	89,77	0,443	0,399	1,89	70	0,562	181,60
23.02.12.12	66,79	62,28	23,93	0,0417	82,71	89,81	0,419	0,377	2,34	71	0,572	195,69
23.02.12.13	66,72	62,44	23,36	0,0417	82,54	89,66	0,397	0,356	2,7	69	0,554	200,18
73,83	68,29	23,88	5,58				0,517		-3,45	89	0,716	197,99
V <i>Res</i> <i>изменяет</i>												
1.03.12.10	67,14	56,79	22,11	0,0417	33,98	35,48	0,398	0,404	-0,32	70	0,561	201,61
1.03.12.11	68,59	56,45	22,15	0,0417	33,84	35,36	0,466	0,412	0,18	70	0,561	172,43
1.03.12.12	69,15	56,69	22,29	0,0417	33,76	35,30	0,477	0,412	0,96	69	0,553	165,88
1.03.12.13	69,44	56,96	22,50	0,0417	33,81	35,37	0,479	0,400	1,62	70	0,561	167,70
1.03.12.14	69	56,91	22,37	0,0417	33,83	35,39	0,464	0,397	2,49	67	0,537	165,62
1.03.12.15	68,48	56,49	22,35	0,0417	33,75	35,28	0,459	0,397	3,54	68	0,545	169,95
1.03.12.16	68,38	56,36	22,55	0,0417	33,60	35,13	0,458	0,398	4,01	67	0,537	167,69
1.03.12.17	68,5	56,39	22,64	0,0417	33,64	35,14	0,462	0,398	3,90	67	0,537	166,39
1.03.12.18	68,51	56,41	22,67	0,0417	33,65	35,16	0,462	0,399	2,85	68	0,545	168,94
1.03.12.19	68,46	56,36	22,66	0,0417	33,62	35,13	0,461	0,397	2,50	67	0,537	166,57
1.03.12.20	68,42	56,35	22,64	0,0417	33,62	35,13	0,460	0,397	2,40	68	0,545	169,50
1.03.12.21	68,39	56,32	22,48	0,0417	33,54	35,05	0,459	0,397	3,25	66	0,529	164,86
1.03.12.22	68,28	56,29	22,51	0,0417	33,57	35,09	0,461	0,398	2,72	67	0,537	166,90
1.03.12.23	68,28	56,28	22,52	0,0417	33,68	35,19	0,463	0,399	2,24	68	0,545	168,54
2.03.12.00	68,22	56,12	22,60	0,0417	33,75	34,88	0,458	0,398	2,15	67	0,537	167,67
2.03.12.01	68,11	56,07	22,48	0,0417	33,22	34,82	0,455	0,395	2,06	68	0,545	171,33
2.03.12.02	68,27	56,11	22,49	0,0417	33,29	34,79	0,460	0,397	1,83	68	0,545	169,76
2.03.12.03	68,45	56,25	22,50	0,0417	33,34	34,78	0,461	0,382	1,92	66	0,529	164,25
2.03.12.04	67,92	56,21	22,49	0,0417	33,19	34,63	0,441	0,383	1,86	65	0,521	169,20
2.03.12.05	67,75	55,97	22,48	0,0417	33,10	34,64	0,443	0,384	2,01	64	0,513	165,58
2.03.12.06	67,48	55,64	22,49	0,0417	33,09	34,63	0,446	0,382	2,01	65	0,521	167,35
2.03.12.07	67,4	55,61	22,49	0,0417	33,16	34,85	0,446	0,387	2,04	64	0,513	164,53
2.03.12.08	67,05	55,13	22,48	0,0417	32,60	34,53	0,447	0,385	2,28	65	0,521	166,70
2.03.12.09	65,27	53,23	22,48	0,0417	34,75	36,45	0,475	0,414	2,91	69	0,553	166,66
2.03.12.10	67,18	54,98	22,46	0,0417	33,01	33,47	0,445	0,332	2,71	68	0,545	175,30
2.03.12.11	65,21	54,66	22,53	0,0417	30,30	32,02	0,369	0,295	3,46	69	0,553	214,25
2.03.12.12	60,91	51,02	22,64	0,0417	30,15	31,76	0,344	0,322	2,54	55	0,441	183,53
2.03.12.13	60,33	49,38	22,62	0,0417	31,24	33,06	0,391	0,349	2,28	58	0,465	170,06
2.03.12.14	61,45	50,06	22,61	0,0417	30,83	32,61	0,406	0,330	2,28	59	0,473	166,86
2.03.12.15	61,11	50,21	22,61	0,0417	30,51	32,28	0,385	0,332	2,88	59	0,473	176,00
2.03.12.16	61,08	50,01	22,53	0,0417	30,40	32,17	0,389	0,328	1,85	60	0,481	176,80
2.03.12.17	60,76	49,77	22,46	0,0417	30,22	31,79	0,382	0,342	1,00	60	0,481	180,03
2.03.12.18	61,22	49,7	22,44	0,0417	30,52	31,95	0,403	0,353	1,49	62	0,497	176,65
2.03.12.19	62,84	51,06	22,40	0,0417	30,56	31,97	0,412	0,351	2,04	63	0,505	175,42
2.03.12.20	63,44	51,73	22,41	0,0417	30,58	31,99	0,410	0,353	2,29	62	0,497	173,57
2.03.12.21	63,78	52,01	22,44	0,0417	30,56	31,97	0,412	0,350	1,66	62	0,497	172,80
2.03.12.22	63,83	52,17	22,44	0,0417	30,60	32,01	0,408	0,354	1,58	63	0,505	177,06
2.03.12.23	63,85	52,06	22,37	0,0417	30,65	32,04	0,413	0,353	1,94	62	0,497	172,14
3.03.12.00	63,73	52	22,30	0,0417	30,12	31,55	0,405	0,342	1,96	62	0,497	175,49

Работа котельной с блоком генерации тепла (ОТЧЕТНЫЙ ПЕРИОД)												
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3.03.12.01	63.33	51.76	22.24	0.0417	30.67	32.08	0.406	0.359	1.91	62	0.497	175.25
3.03.12.02	63.28	51.34	22.20	0.0417	30.54	31.93	0.417	0.358	2.03	63	0.505	173.29
3.03.12.03	63.71	51.75	22.17	0.0417	30.38	31.75	0.416	0.354	2.16	63	0.505	173.88
3.03.12.04	63.9	52.01	22.15	0.0417	29.98	31.35	0.408	0.347	2.33	62	0.497	174.13
3.03.12.05	63.58	51.8	22.14	0.0417	30.35	31.78	0.410	0.357	2.47	63	0.505	176.38
3.03.12.06	63.72	51.76	22.13	0.0417	31.49	32.95	0.430	0.374	2.38	63	0.505	168.10
3.03.12.07	64.37	52.26	22.13	0.0417	31.32	32.74	0.433	0.359	2.02	63	0.505	166.98
3.03.12.08	64.24	52.56	22.12	0.0417	31.42	32.88	0.419	0.359	1.48	63	0.505	172.47
3.03.12.09	63.98	52.31	22.09	0.0417	31.44	32.87	0.419	0.358	0.95	64	0.513	175.39
3.03.12.10	63.88	52.28	22.07	0.0417	30.80	32.18	0.408	0.313	0.60	63	0.505	177.12
3.03.12.11	62.25	51.94	22.04	0.0417	30.82	32.11	0.362	0.308	0.70	53	0.425	167.94
3.03.12.12	60.27	50.12	22.02	0.0417	30.94	32.42	0.360	0.343	0.77	60	0.481	191.45
3.03.12.13	62.16	50.86	22.09	0.0417	31.31	32.94	0.406	0.343	1.32	61	0.489	172.31
3.03.12.14	63.12	51.94	22.29	0.0417	31.02	32.66	0.399	0.341	1.74	60	0.481	172.66
3.03.12.15	62.84	51.63	22.50	0.0417	31.04	32.64	0.400	0.344	2.01	60	0.481	172.28
3.03.12.16	62.91	51.6	22.58	0.0417	31.09	32.65	0.403	0.347	1.97	60	0.481	170.73
3.03.12.17	63.17	51.79	22.58	0.0417	31.15	32.68	0.406	0.350	2.00	61	0.489	172.35
3.03.12.18	63.36	51.9	22.52	0.0417	31.13	32.63	0.408	0.351	1.81	60	0.481	168.54
3.03.12.19	63.46	51.96	22.49	0.0417	31.17	32.67	0.410	0.350	1.89	60	0.481	167.79
3.03.12.20	63.41	51.97	22.48	0.0417	31.19	32.71	0.408	0.340	1.74	60	0.481	168.50
3.03.12.21	62.95	51.84	22.43	0.0417	31.19	32.68	0.396	0.343	1.45	59	0.473	170.72
3.03.12.22	63.72	51.52	22.35	0.0417	31.20	32.70	0.400	0.348	1.07	59	0.473	169.25
3.03.12.23	62.92	51.56	22.24	0.0417	31.22	32.72	0.406	0.346	0.84	60	0.481	169.63
4.03.12.00	62.8	51.52	22.14	0.0417	31.24	32.64	0.402	0.349	0.22	60	0.481	171.20
4.03.12.01	63	51.61	22.01	0.0417	31.21	32.60	0.405	0.350	-0.52	62	0.497	175.42
4.03.12.02	63.27	51.85	21.92	0.0417	31.18	32.57	0.406	0.350	-0.86	62	0.497	175.10
4.03.12.03	63.41	51.97	21.85	0.0417	31.15	32.54	0.407	0.350	-1.14	60	0.481	169.27
4.03.12.04	63.52	52.05	21.81	0.0417	31.13	32.53	0.407	0.350	-1.30	61	0.489	171.72
4.03.12.05	63.53	52.07	21.78	0.0417	31.11	32.51	0.403	0.351	-1.40	62	0.497	174.77
4.03.12.06	63.61	52.1	21.76	0.0417	30.79	32.01	0.403	0.346	-1.52	61	0.489	173.67
4.03.12.07	63.11	51.64	21.75	0.0417	30.95	32.42	0.406	0.351	-1.91	61	0.489	172.24
4.03.12.08	62.44	50.89	21.70	0.0417	30.66	32.43	0.409	0.341	-2.54	61	0.489	170.99
4.03.12.09	61.58	50.26	21.64	0.0417	30.92	32.49	0.402	0.342	-2.47	61	0.489	174.18
4.03.12.10	60.98	49.71	21.60	0.0417	31.58	33.02	0.406	0.352	-2.32	61	0.489	172.39
4.03.12.23	62.02	50.68	21.57	0.0417	30.85	32.66	0.404	0.340	-1.98	60	0.481	170.19
5.03.12.00	62.99	51.42	21.62	0.0417	33.51	34.84	0.438	0.355	-2.48	63	0.505	165.06
5.03.12.01	63.36	51.85	21.71	0.0417	31.21	32.58	0.409	0.350	-2.99	58	0.465	162.49
5.03.12.02	62.9	51.54	21.82	0.0417	31.44	32.79	0.407	0.365	-2.84	61	0.489	172.09
5.03.12.03	61.9	50.71	21.96	0.0417	31.34	32.70	0.399	0.365	-2.82	62	0.497	178.05
5.03.12.04	61.5	50.24	22.00	0.0417	30.75	31.93	0.393	0.362	-3.16	62	0.497	180.83
5.03.12.05	61.58	50.41	21.93	0.0417	30.70	31.83	0.389	0.363	-3.66	61	0.489	179.87
5.03.12.06	61.86	50.58	22.00	0.0417	30.33	32.27	0.398	0.344	-4.07	62	0.497	178.76
5.03.12.07	61.89	50.62	22.17	0.0417	30.40	32.03	0.395	0.355	-4.17	62	0.497	180.14
5.03.12.08	62.19	50.84	22.30	0.0417	30.24	31.51	0.392	0.357	-4.30	62	0.497	181.59
5.03.12.09	62.43	51.06	22.25	0.0417	33.36	34.98	0.432	0.353	-4.30	59	0.473	156.72
5.03.12.10	62.47	51.13	22.03	0.0417	33.14	35.13	0.432	0.345	-3.060	61	0.489	161.84
5.03.12.11	62.17	50.83	21.82	0.0417	33.36	34.95	0.430	0.377	-2.710	63	0.505	167.94
5.03.12.12	60.86	49.64	21.66	0.0417	33.32	34.89	0.425	0.376	-2.680	65	0.521	175.39
5.03.12.13	61.27	50.32	21.53	0.0417	31.64	33.06	0.395	0.357	0.000	65	0.521	188.85
5.03.12.14	61.34	49.94	21.47	0.0417	28.26	29.56	0.371	0.320	-2.650	65	0.521	200.90
5.03.12.15	62.8	50.97	21.41	0.0417	33.21	34.82	0.447	0.377	-2.780	65	0.521	166.66
5.03.12.16	63.5	51.63	21.38	0.0417	33.31	34.88	0.450	0.382	-2.580	64	0.513	163.27
5.03.12.17	63.43	51.44	21.36	0.0417	33.45	35.01	0.456	0.380	-2.330	65	0.521	163.60
5.03.12.18	63.25	51.19	21.31	0.0417	33.49	35.05	0.459	0.371	-2.340	63	0.505	157.50
5.03.12.19	61.52	49.95	21.26	0.0417	33.50	35.06	0.440	0.371	-2.550	63	0.505	164.10
5.03.12.20	61.22	49.32	21.19	0.0417	33.52	35.07	0.453	0.372	-2.630	62	0.497	156.97
5.03.12.21	61.95	49.93	21.12	0.0417	33.46	35.01	0.457	0.370	-2.860	63	0.505	158.20
5.03.12.22	61.27	51.09	21.07	0.0417	33.49	35.04	0.467	0.372	-2.660	62	0.497	183.65
5.03.12.23	60.56	49.95	21.07	0.0417	33.55	35.10	0.404	0.372	-3.720	63	0.505	178.76
6.03.12.00	63.82	51.28	21.17	0.0417	33.48	34.99	0.437	0.369	-4.050	62	0.497	162.81
6.03.12.01	63.82	52.33	21.34	0.0417	33.32	34.76	0.434	0.368	-4.280	63	0.505	166.55
6.03.12.02	64.120	52.820	21.02	0.0417	33.23	34.67	0.426	0.368	-4.580	63	0.505	169.76
6.03.12.03	64.130	52.800	20.96	0.0417	33.22	34.66	0.427	0.369	-5.010	62	0.497	166.68
6.03.12.04	64.050	52.720	20.91	0.0417	33.17	34.67	0.427	0.369	-5.260	62	0.497	166.66
6.03.12.05	63.820	52.500	20.85	0.0417	33.11	34.71	0.427	0.368	-5.630	63	0.505	169.29
6.03.12.06	62.100	50.940	20.79	0.0417	33.09	34.93	0.423	0.363	-6.410	62	0.497	168.00

Работа котельной с блоком генерации тепла (ОТЭЖИИ ПРМОД)

